



FACULDADE EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

LUCAS OLIVEIRA SILVA
NADIEL CORREA CARVALHO

COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS E REPRESENTAÇÃO
GRÁFICA NA ENGENHARIA CIVIL

PUBLICAÇÃO N°: 12

GOIANÉSIA / GO

2018



LUCAS OLIVEIRA SILVA
NADIEL CORREA CARVALHO

**COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS E REPRESENTAÇÃO
GRÁFICA NA ENGENHARIA CIVIL**

PUBLICAÇÃO Nº: 12

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA FACEG.**

ORIENTADOR: MSC. IGOR CEZAR SILVA BRAGA

GOIANÉSIA / GO: 2018

FICHA CATALOGRÁFICA

SILVA, LUCAS OLIVEIRA; CARVALHO, NADIEL CORREA;

Compatibilização de projetos e representação gráfica na engenharia civil / Lucas Oliveira Silva; Nadiel Correa Carvalho, 2018, 54 p., 297 mm, (ENC/FACEG, Bacharel, Engenharia Civil, 2018).

TCC – FACEG – FACULDADE EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA

Curso de Engenharia Civil.

1. Interferências 2. *Softwares* 3. Engenharia Civil

4. Sobreposição 5. Separação

I. ENC/UNI II. Compatibilização de projetos e representação gráfica na engenharia civil

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SILVA, L.O; CARVALHO, N.C. **Compatibilização de projetos e representação gráfica na engenharia civil**. TCC, Publicação ENC. PF-001A/07, Curso de Engenharia Civil, Unievangélica, Goianésia, GO, 45p. 2018.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Lucas Oliveira Silva, Nadiel Correa Carvalho

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO:
Compatibilização de Projetos e Representação Gráfica na Engenharia Civil

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil ANO: 2018

É concedida à Unievangélica a permissão para reproduzir cópias deste TCC e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Lucas Oliveira Silva

Rua 28 N 440 – Setor Oeste

76380-000- Goianésia/GO - Brasil

Nadiel Correa Carvalho

Rua 05 N 529 – Bairro Extrema

76390-000- Barro Alto/GO - Brasil

**LUCAS OLIVEIRA SILVA
NADIEL CORREA CARVALHO**

**COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS E REPRESENTAÇÃO GRÁFICA NA
ENGENHARIA CIVIL**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE
ENGENHARIA CIVIL DA FACEG COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL.**

APROVADO POR:

IGOR CÉZAR SILVA BRAGA, MSC. (FACEG)

(ORIENTADOR)

DANIELLY LUZ ARAÚJO DE MORAIS, MSC. (FACEG)

(EXAMINADOR INTERNO)

ROBSON DE OLIVEIRA FÉLIX, ESP. (FACEG)

(EXAMINADOR INTERNO)

DATA: GOIANÉSIA/GO, 27 de JUNHO de 2018.

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter nos dado saúde e força para superar todas as dificuldades encontradas nesse caminho, e por todas as bênçãos que Ele nos proporcionou até chegarmos aqui.

A minha família por terem me apoiado, acreditado, incentivado e dado esperança desde o início. Por terem aconselhado nos momentos mais difíceis, por terem sido uma base onde eu pude me apoiar e procurar novas soluções.

A minha namorada pelo apoio, paciência e amor. Que sempre me apoiou, mesmo quando eu achei que não poderia seguir em frente, ela continuou acreditando em mim, e isso foi essencial.

Ao nosso orientador Prof. MSc. Igor Cezar Silva Braga que nos deu as direções necessárias, incentivando e mostrando que podemos ser melhores. Por toda contribuição para que o trabalho pudesse ser concluído. Por todas suas orientações, mesmo quando o procuramos em horários inoportunos, ou finais de semana.

Aos professores Daniel e Robson que nos ajudaram com conselhos, dicas, e soluções importantes para a construção deste trabalho.

A todos que participaram, diretamente e indiretamente, dessa fase de nossas vidas.

RESUMO

A compatibilização de projetos, que em muitos casos é deixada de lado devido ao alto custo, possui relações significativas com a melhoria de uma obra, pois trata-se de um processo onde é priorizado a investigação em busca de erros e ao mesmo tempo propõe-se soluções durante a etapa inicial de um empreendimento. Trata-se de um processo minucioso, onde o profissional precisa-se ter conhecimento de áreas específicas, e sobretudo sobre os *softwares* utilizados para a sobreposição. O estudo conta com dois exemplos, onde demonstra a importância da compatibilização de projetos em casos onde as disciplinas de projeto são separadas e executadas por diferentes profissionais. Será indicado os benefícios de se adotar diferentes métodos de compatibilização, bem como instigar os escritórios e empresas relacionadas a construção civil a buscarem conhecimento sobre a compatibilização e sua relação com resultados positivos em seus empreendimentos.

Palavras-chave: Interferências, *softwares*, engenharia civil, sobreposição, separação.

ABSTRACT

Compatibility of projects, which in many cases is left aside due to the high cost, is a process of searching for a job if solutions during an initial stage of an enterprise. This is a thorough process, where the professional needs knowledge of specific areas, and the software used for overlap. The project has two examples, where it is important to harmonize projects in cases where project disciplines are separated and executed by different professionals. It will be one of the benefits of adopting the different compatibilization methodologies, as well as companies and companies related to construction.

Keywords: Interference, softwares, civil engineering, overlapping, separation.

LISTA DE FIGURAS

Figuras	Página
Figura 5.1- Maquete eletrônica do Residencial Multifamiliar.	26
Figura 5.2 - Localização da obra em relação ao centro de Jaraguá.	27
Figura 5.3- Planta baixa do pavimento tipo da edificação	28
Figura 5.4- Projetos estrutural e arquitetônico sobrepostos	30
Figura 5.5 - Arquitetura e estrutura feita em três dimensões.....	31
Figura 5.6- Arquitetura e estrutura feita em três dimensões compatibilizadas	31
Figura 5.7- Planta baixa do Pronto Socorro	33
Figura 5.8 - Projeto estrutural.....	36
Figura 5.9 - Arquitetura x Estrutural	36
Figura 5.10 - Interferência 09 Pilar confrontando com uma janela.....	37
Figura 11 - Todos os projetos sobrepostos	48
Figura 12 - Projeto estrutural.....	49
Figura 13 - Projeto Arquitetônico e Estrutural	50
Figura 14 – Projeto Arquitetônico e Estrutural	50
Figura 15 – Projeto Hidrosanitário e Estrutural.....	51
Figura 17-Projeto Hidrossanitário e Estrutural.....	52
Figura 16 - Projeto Hidrossanitário e Estrutural.....	52
Figura 18 - Projeto Elétrico e Arquitetônico	53

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
Tabela 5.1 - Planilha de controle de compatibilização de projeto.....	38
Tabela 5.2 - Compatibilização em canteiro de obras.....	39
Tabela 5.3 - Compatibilização na fase de projetos.....	39

SUMÁRIO

Capítulo	Página
1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	14
2.1 OBJETIVO ESPECÍFICO	14
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
3.1 PROJETO	15
3.1.1 Definições	15
3.1.2 Evolução do processo de projeto	15
3.1.3 Agentes envolvidos no processo de construção civil	16
3.2 COMPATIBILIZAÇÃO	17
3.2.1 Definições	17
3.2.2 Necessidade da compatibilização de projetos	17
3.3 <i>SOFTWARES</i>	18
3.3.1 Uso de <i>softwares</i> de desenho na construção civil.....	18
3.3.2 BIM.....	19
3.3.3 Compatibilização de projetos por meio de <i>softwares</i>	20
3.3.4 AUTODESK® AUTOCAD	21
3.3.5 ALTOQI® EBERICK	21
3.3.6 TRIMBLE® SKETCHUP	22
4 MATERIAL E MÉTODOS	23
4.1 METODOLOGIA CASO I.....	23
4.2 METODOLOGIA CASO II.....	24
4.3 METODOLOGIA DA COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS	25
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	26
5.1 CASO I - RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR	26
5.1.1 Detalhes técnicos	27
5.1.2 Compatibilidade entre estrutural e arquitetônico.....	29
5.1.3 Resultados.....	32
5.2 CASO II – PRONTO SOCORRO	32
5.2.1 Detalhes técnicos	32
5.2.2 Memorial descritivo.....	34
5.2.3 Compatibilização entre arquitetônico e estrutural	34
5.2.4 Resultados.....	35
6 CONCLUSÕES	40
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

ANEXO A - COMPATIBILIZAÇÃO ENTRE ARQUITETÔNICO E ESTRUTURA.....	48
ANEXO B - COMPATIBILIZAÇÃO ENTRE ARQUITETÔNICO E ESTRUTURAL.....	49
ANEXO C - COMPATIBILIZAÇÃO ENTRE ARQUITETÔNICO E HIDROSSANITÁRIO.....	51
ANEXO D - COMPATIBILIZAÇÃO ENTRE ARQUITETÔNICO E ELÉTRICO/ CABEAMENTO	53

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos o setor da Construção civil se mostrou em grande desenvolvimento, trazendo inovações e facilidades para os projetistas e construtores. Mikaldo Jr. e Scheer (2008), ressaltam que, em meados dos anos 80, tal desenvolvimento trouxe uma separação nos setores da construção civil, trazendo áreas de especialização distintas e com isso falta de racionalização no processo projectual dos empreendimentos.

Em meados dos anos 60, a demanda imobiliária teve um grande crescimento, e como resultado o número de escritórios técnicos especializados em projetos e construções também aumentaram, e os profissionais exerciam as tarefas de projetar e construir de forma unificada, auxiliando na coordenação de seus trabalhos (GRAZIANO, 2003 apud MIKALDO JR E SCHEER, 2008).

Com o crescimento da tecnologia, surgiram diversas áreas de especialização no ramo da construção civil, e um dos resultados foram as separações dos autores dos projetos dos sistemas por eles projetados, e isso fez com que começassem a aparecer erros que só seriam percebidos durante a fase de execução dos empreendimentos. Com a separação da disciplina e suas especializações também começaram a atribuir projetistas diferentes para cada etapa do processo projectual (MIKALDO E SCHEER, 2008).

Um projeto bem desenvolvido é feito por etapas, com um bom nível de detalhamento e perfeccionismo, para que sejam tomadas as devidas soluções quando necessário. A efeito disso é comum que os projetistas esperem a finalização de uma etapa para dar início a próxima, como exemplo podemos citar o projetista estrutural que deve esperar a conclusão parcial ou final do projeto arquitetônico (RODRÍGUEZ E HEINECK (2001).

Nos anos 80 as empresas começaram a adotar os sistemas de compatibilização devido a necessidade, contratando profissionais capacitados e com isso aumentando também os custos da obra (COSTA, 2013). Foi observado por Souza e Akibo (1997), que a fase inicial de um projeto determina todo o decorrer da construção a partir de decisões tomadas em sua concepção, o que influencia diretamente no custo e na qualidade do produto final.

Atualmente é comum ver que a compatibilização de projetos é tratada por algumas pessoas como apenas um custo a mais para a obra. Da mesma forma, também é comum ver pessoas tratando o projeto como uma despesa, e fazendo apenas os conteúdos legais obrigatórios para que tenham seus projetos aprovados (MELHADO e VIOLANI, 1992). Portanto, como afirmam Duarte e Salgado (2002), pode-se se observar que a compatibilização

proporciona grandes soluções entre as diversas áreas de um empreendimento, prevenindo erros que só seriam observados na fase de construção e deixando-as compatíveis, reduzindo então despesas que muitas vezes ultrapassam o valor da compatibilização.

A compatibilização é crucial para uma execução controlada do projeto, otimizando o tempo, melhorando a manutenção e a execução, o que proporciona uma qualidade melhor ao empreendimento. Nela é possível constatar falhas de interposições e falhas no sistema construtivo diminuindo o custo que seria causado, na obra e integrado o projeto arquitetônico com os complementares. (WILIANA GIACOMELLI, 2014).

Na Construção Civil, para Mikaldo (2006), existem diversos envolvidos no processo de construção de um edifício, sendo necessária uma comunicação entre eles para que se tenha uma boa execução. Normalmente essa comunicação é feita através de representação gráfica, em papel, ou em arquivos digitais. Arquivos no formato DWG (formato nativo de arquivos da AutoDesk®, tal como AutoCad) são muito utilizados nesse âmbito e são indispensáveis para a troca de informações entre os diferentes tipos de projetos e também na compatibilização dos mesmos.

É comum que a sobreposição de projetos seja feita através de arquivos 2D em *softwares* de CAD (*Computer-Aided Design*), que oferece recursos para se inserir informações dos projetos complementares sobre o projeto arquitetônico, tornando evidente as interferências entre eles. Segundo Mikaldo Jr. (2006), a integração entre os projetos também pode ser feita através de modelos 3D, com ferramentas para a compatibilização de projetos.

A indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) reconhece a importância da integração entre os envolvidos nas etapas de construção e projetos para melhores resultados no empreendimento. Algumas empresas já adotam o método de integração através da Modelagem da Informação da construção, conhecido pelo termo inglês *Building Information Modeling* (BIM). Para Santos et al (2011), os dados fornecidos através dos modelos digitais permitem que todas as informações, desde a fase de projeto até a finalização da construção, sejam representadas por meio dos diferentes dados referentes às especialidades dos profissionais envolvidos.

Este trabalho tem como finalidade demonstrar os benefícios da compatibilização de projetos, integrando e demonstrando as interferências e soluções, afim de economizar em tempo e evitar futuros problemas nas etapas de execução. E tem como objeto de estudo um edifício residencial multifamiliar e um de um pronto socorro.

2 OBJETIVOS

Analisar a compatibilização de dois projetos, onde o primeiro tem todas as disciplinas de projetos feitas por um único profissional, e o segundo onde cada disciplina é feita por diferentes profissionais. Tem o intuito de demonstrar os resultados dessa separação, utilizando ferramentas CAD.

2.1 OBJETIVO ESPECÍFICO

- Analisar a compatibilidade entre o projeto arquitetônico e estrutural de uma edificação multifamiliar.
- Analisar a compatibilidade entre o projeto arquitetônico e seus complementares de um pronto socorro de um hospital.
- Demonstrar através do uso de *softwares* os resultados da separação das disciplinas de projetos.
- Descrever o processo de compatibilização de projetos.
- Demonstrar como o uso de ferramentas CAD contribuem para um melhor resultado no processo projectual.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 PROJETO

3.1.1 Definições

Segundo a norma NBR 5674 (ABNT, 1999), projeto é uma forma gráfica ou textual de descrever as características de um serviço ou obra nas áreas de Engenharia e Arquitetura definindo suas propriedades técnicas, económicas, financeiras e legais.

Conforme descrito na NBR 13.531 (ABNT, 1995), elaboração de projeto é a determinação e representação prévias do objeto (urbanização, edificação, instalação predial, componente construtivo, material para construção) mediante o concurso dos princípios e das técnicas próprias da arquitetura e da engenharia. Ela descreve as etapas de projetos desde as etapas iniciais até a execução.

Projeto é a parte de uma atividade ou serviço do processo construtivo, que, na fase de execução é responsável pelas características físicas e tecnológicas especificadas em obra, bem como é responsável pelo desenvolvimento, registro e organização (MELHADO, 1994). E a visão do conceito de projeto deve ir além de sua função ou da visão do produto, e que encare o projeto como informação de natureza tecnológica ou gerencial, extrapolando a visão do produto para uma ótica do processo de construir (JOBIM; CAZET; LOCATTO; MACIEL, 1999).

Maximiano (2002), define “... além do conceito já apresentado por outros autores, ressalta que os projetos variam muito em termos de finalidade e volume de recursos empregados”.

3.1.2 Evolução do processo de projeto

Mikaldo Jr. (2008), ressalta que a falta de racionalização de projeto e execução, pode ser explicada por uma separação do mesmo e é resultado do desenvolvimento do setor. O mesmo autor afirma que, com o passar do tempo, as atividades de projetos se distanciaram dos construtores, e os projetistas ficaram longe das execuções dos projetos feitos por eles. Isto fez com que toda a atividade construtiva passasse a ter índices de desperdício elevados. Graziano (2003) relata que em meados dos anos 60, a demanda imobiliária aumentou, resultando no crescente número de escritórios de técnicos especializados em arquitetura, estrutura e

instalações, com profissionais que antes trabalhavam de forma unificada dentro das empresas que projetavam e construía, e isso ajudava na coordenação de seus trabalhos (MIKALDO JR, 2008).

A separação das atividades de projeto e execução fez com que os profissionais da área começassem a perceber a necessidade de compatibilizar os projetos. Embora essa necessidade se originou devida a essa separação, atualmente é relatado vários fatores importantes, que justificam a necessidade de compatibilização, como a amplitude das especializações das áreas de projeto, pela divisão e separação das equipes responsáveis pelos projetos, e também pela crescente evolução tecnológica que vem trazendo grandes soluções agregadas aos empreendimentos (MIKALDO; SCHEER, 2008).

3.1.3 Agentes envolvidos no processo de construção civil

Atualmente nota-se que, além da participação dos construtores e projetistas nos empreendimentos de construção civil, o empreendedor e o usuário estão participando cada vez mais. Melhado (1994) cita o empreendedor como aquele que tem capacidade de expressar claramente os objetivos a serem atingidos, identificar restrições e formular diretrizes e parâmetros de controle, enquanto o projetista traduz essas ideias para o projeto, encontrando soluções e alternativas cabíveis aos recursos do empreendedor além da criatividade e desempenho esperado para o resultado final, e o construtor como aquele que tem a capacidade de construir sem afetar a qualidade daquilo que foi projetado, utilizando de manuais, códigos e regulamentações para controlar e orientar todo o processo.

Melhado e Violani (1993) ainda afirmam que o usuário também tem grande função no processo de um empreendimento construtivo, influenciando no resultado do produto final. Todos estes fatores se fazem necessários para atender a evolução tecnológica, cultural, requisitos de sustentabilidade, e outros (MIKALDO; SCHEER, 2008).

No Brasil, de acordo com Fabrício et al. (1998), o processo projectual era tratado de forma pouco investigada pelos empreendedores, que acabavam desconsiderando importantes questões para o desenvolvimento do empreendimento, "...outra característica dos projetos no setor é que eles são orientados para a definição do produto sem considerar adequadamente a forma e as implicações e detalhamentos de produto, muitas vezes, são incompletas e falhas, sendo resolvidas durante a obra, quando a equipe de produção acaba decidindo sobre determinadas características do edifício não previstas em projeto."

3.2 COMPATIBILIZAÇÃO

3.2.1 Definições

A compatibilização proporciona soluções integradas entre diversas áreas de um empreendimento, fazendo com que os projetos de segmentos diferentes sejam compatíveis (MIKALDO JR. E SCHEER (2008)). A Compatibilidade pode ser definida como a integração de sistemas que ocupam um mesmo espaço e não conflitam entre si, e que também possuam confiáveis dados compartilhados até o final do processo construtivo (GRAZIANO, 2003).

Para Picchi (1993), a compatibilização pode ser compreendida como a sobreposição de projetos uns sobre os outros para a identificação de interferências, e também para se programar reuniões entre os projetistas e a coordenação, com o objetivo de destacar os problemas e encontrar as soluções necessárias. No entanto, alguns outros autores compreendem a compatibilização de uma forma mais específica. Para Rodríguez e Heineck (2001) por exemplo, a compatibilização deve ser verificada em cada etapa do projeto, tal como os estudos preliminares até o projeto executivo, encontrando assim o quadro geral de integrações e interferências geométricas e suas soluções.

Assim como os autores citados acima, Melhado (2005) define a compatibilização como um processo que deve ser realizado em cada etapa dos projetos, de forma separada para que seja possível verificar todas as interferências e problemas. Resumidamente, pode-se dizer que a compatibilização é a uma atividade que integra os projetos de uma edificação de forma que todos tenham um padrão e ajuste perfeito para que no fim, seja garantida a qualidade da obra.

3.2.2 Necessidade da compatibilização de projetos

Com o crescimento da tecnologia e com ela as distintas áreas para especialização no mercado de trabalho, aqueles que eram os autores dos projetos acabaram se distanciando consideravelmente dos sistemas que por eles foram projetados, fazendo com que houvesse incompatibilidades entre projeto e execução que só eram perceptíveis na obra. Segundo Nunes (2013), foi nos anos 80 que as empresas adotaram o sistema de compatibilização de projetos, devido a necessidade, contratando profissionais capacitados, aumentando os custos por esse ser um trabalho que exigia dedicação.

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

O projeto é desenvolvido sucessivamente a partir de etapas, a nível de que cada detalhamento e decisão se torna importante para o amadurecimento e desenvolvimento do mesmo, adotando novas soluções a partir do arquitetônico até os específicos (FABRÍCIO, 1999). Isso faz com que seja comum para os projetistas esperarem a finalização de um projeto para que possa estar dando início a um determinado projeto de alguma outra especialidade. Um exemplo disso é o início do projeto estrutural que deve ser feito apenas após a conclusão final ou parcial do projeto arquitetônico.

A parte inicial de um projeto determina as repercussões durante todo o processo de construção a partir das soluções ali adotadas, e determinam a qualidade do produto final para o cliente, afirmam Souza e Akibo (1997). A qualidade na concepção de projeto e o desenvolvimento do produto, baseado nas condições de custos e desempenho ao qual está submetido, determinará a qualidade do produto final, e, conseqüentemente a satisfação do usuário final.

É comum ver pessoas tratando o projeto apenas como uma despesa a mais para a obra, que, caso possuam alternativas acabam excluindo aqueles que não são obrigatórias, e assumindo um conteúdo quase que meramente legal, ocultando conteúdos e decisões importantes para a etapa de obra (MELHADO e VIOLANI, 1992). Melhado (2005) ainda conclui que o processo tradicional na concepção de projetos compõe-se de diversas disciplinas, onde cada especialista trabalha apenas dentro de suas respectivas especialidades, e não atentam para uma visão de todo o processo de desenvolvimento, gerando um produto final não satisfatório.

3.3 SOFTWARES

3.3.1 Uso de *softwares* de desenho na construção civil

Segundo Scheer (2007), nos últimos 50 anos a tecnologia CAD (*Computer Aided Design*) tem sido umas das inovações mais importantes quando se trata da área da AEC (Arquitetura, Engenharia e construção). O uso de ferramentas computacionais no setor aumentou muito devido ao aumento de tecnologias, e a também pela diminuição relativa dos preços de aplicativos direcionados ou gerais (ANDRADE, 2004).

Maria (2008) explica que nos anos 1960 a indústria do *software* gráfico começou a se desenvolver e o computador passou a ser uma inovação importante para a engenharia, implementando ferramentas como CAD, e o CAM (*Computer Aided Manufacturing*).

Recursos computacionais, como editores de texto, planilhas e sistemas de CAD são adotados por escritórios de projetos de AEC, e são considerados itens indispensáveis para confeccionar documentações técnicas e legais (BIZELLO; RUSCHEL, 2007). A utilização dos programas CAD como descrito por Barbosa e Cheng (2007), trazem rapidez e precisão, além de ser uma tecnologia que evoluiu de forma acelerada, causando mudanças nas práticas profissionais do setor.

Atualmente o *software* proprietário padrão e líder de mercado, é o AutoCAD, da Autodesk. Esse *software* não é livre, porém fornece uma licença a estudantes com um prazo de validade preestabelecido, tornando-se possível o aprendizado da ferramenta e aumentando a sua popularidade (COELHO; NOVAES, 2005).

3.3.2 BIM

Building Information Modeling – BIM é uma plataforma composta por modelos 3D, que simula a obra a partir de um projeto, abrigando dados necessários relativos ao projeto e ao produto (KYMMEEL, *et al*, 2008).

Para Ferreira (2005), o modelo BIM vai além de um modelo de um produto, pois procura modelar todos os respectivos assuntos da edificação, como produtos, processos, planejamentos, documentos entre outros.

A tecnologia BIM admite a concepção de um modelo composto por dados geométricos e informações relativas ao processo de execução, planejamento, projeto e arquitetura final, entre outros (EASTMAN *et al*, 2008).

Entre as tecnologias que vem se destacando no ramo da AEC, pode-se citar o BIM (*Building Information Modeling*), que, cada vez mais vem se tornando uma ferramenta popular entre os escritórios. Crespo e Ruschel (2007), destacam seu banco de dados como uma das vantagens desse sistema construtivo.

Segundo Howell (2015), a ferramenta BIM, é uma maneira inteligente para a criação de projetos de edificações em 3D, proporcionando ao projetista uma visão melhor do projeto a ser construído, garantindo melhores resultados e prevendo falhas e incompatibilidades. Mattos (2014), reforça dizendo que a modelagem em BIM traz uma visão panorâmica clara dos

projetos, com os parâmetros em escalas reais, sendo possível identificar as melhores formas de definir materiais, e identificar interferências.

Por outro lado, Souza, *et al.* (2009), destaca que a tecnologia BIM é muito mais do que uma ferramenta para desenho, pois traz ao projetista formas de visualizar a geometria de seus projetos de forma clara, estimativas de custos, e também percepção de quantidade, geometria, e aparência dos materiais aplicados, o que facilita a comunicação entre os diversos profissionais integrantes do processo.

Apesar de todos os benefícios, o CAD bidimensional ainda é o tipo de ferramenta mais comum quando se trata no desenvolvimento de projetos, tanto nos arquitetônicos quanto nos complementares, visando obter a documentação final do projeto, em que representa todo o conteúdo técnico final das disciplinas. (FERREIRA; SANTOS, 2007 *apud* GOES, 2011¹).

3.3.3 Compatibilização de projetos por meio de *softwares*

Uma alternativa para resolver os erros ainda em sua fase inicial, é a compatibilização de projetos, e com o objetivo de minimizar os conflitos existentes entre as disciplinas, a compatibilização é aplicada para corrigir e tornar perfeito os ajustes entre as mesmas (CALLEGARI, 2007).

A compatibilização consistia na sobreposição das diferentes plantas, e verificar a olho nu as diferenças e incompatibilidades. Esse processo pode ser um tanto falho quando se trata de percepção daquilo que só pode ser visto quando visualizado tridimensionalmente (NUNES, 2013). A autora ainda afirma que atualmente as empresas costumam utilizar o processo tradicional da compatibilização de projetos, que é a sobreposição de “*layers*” de diferentes disciplinas em um único arquivo no AutoCad, e desligando aqueles que não fazem parte dos sistemas, determinando a olho nu os possíveis erros.

Souza (2010) afirma que a sobreposição de plantas em 2D possui fortes limitações, principalmente quando se trata de projetos hidrossanitários e elétricos, devido a falta de recursos para a visualização dos tubos e eletrodutos, fazendo com que sejam vistas apenas as incompatibilidades mais claras.

A compatibilização de projetos em 3D demonstrou ser mais eficaz e trazer mais benefícios para as empresas que trabalham com compatibilização de projetos (DAMIEN; YAN,

¹ GOES, R. H. T. B. **Compatibilização de projetos com a utilização de ferramentas BIM**. Dissertação de Mestrado. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 2011.

2007 apud SOUZA, 2010²). E como esclarecimento Nunes (2013) destaca que como ferramenta de compatibilização, os aspectos construtivos são modelados em 3D, facilitando na identificação de conflitos entre as volumetrias.

3.3.4 AUTODESK® AUTOCAD

A *Autodesk*, atualmente empresa responsável pelo *AutoCad* e vários outros programas de sucesso para a AEC, foi criada em 1982 ao lançar o *AutoCad R1*, desenvolvido para o microcomputador IBM-PC (que possuía em seu interior um microprocessador desenvolvido pela Intel em 1971) (NUNES, 2013).

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

De acordo com Scheer, et al (2007), o CAD (Computer Aided Design) foi uma das inovações tecnológicas mais importantes para a AEC, pois tornou possível a visualização de projetos através de modelagem geométrica. Souza et al (2009), destaca o surgimento do sistema, que ocorreu na década de 1980, se deu a partir de códigos de programação de sistemas para a criação de projetos que foram inseridos em uma calculadora.

3.3.5 ALTOQI® EBERICK

O Eberick (AltoQi, 2017), é um *software* desenvolvido pela empresa AltoQi, dedicado para modelagem de projeto estrutural em concreto armado moldado *in-loco* e concreto pré-moldado que possui em suas funções as etapas de lançamento, análise, dimensionamento e detalhamento final dos elementos. O *software* possui uma plataforma que permite uma modelagem tridimensional da estrutura, feita em um pórtico espacial e de grelhas. O Eberick possui uma base de dados de acordo com a NBR 6118:2014. O Eberick possui capacidade de se comunicar com outros *softwares*, tornando possível a exportação de arquivos nos formatos .IFC (BIM), DWG, DXF, STL e .OBJ, além da compatibilidade com *softwares* BIM (*Building*

² SOUSA, Francisco Jesus de. **Compatibilização de Projetos em Edifícios de Múltiplos Andares**: Estudo de Caso. Dissertação de mestrado. Recife, Universidade Católica de Pernambuco. 2010. 117p.

Information Modeling), podendo também ser complementados por diversos módulos, conforme a necessidade do projetista.

3.3.6 TRIMBLE® SKETCHUP

SketchUp é um *software* para a criação de modelos em 3D no computador. Foi originalmente desenvolvido pela *At Last Software*, (a qual foi adquirida pela *Google* em 2006). Em 2012 *Trimble Navigation* adquiriu o programa.

Segundo TORCELLINI (2008), o *SketchUp* é um programa de desenho em 3D que possui capacidades avançadas de visualização tão elevadas quanto de outros programas de *Computer-Aided design* (CAD), mas com uma interface muito mais intuitiva e simples que facilita o esboço rápido dos projetos. O programa permite que o usuário manipule e edite facilmente os projetos em 3D, assim como é nos programas de CAD, o usuário pode inserir cotas (medir com precisão as distâncias e demonstrá-las), assim como dimensão e marcações. O programa possui uma variedade de opções de renderização, incluindo texturas de bitmap, sombreamento e modo raio-x, bem como modos mais simples com características de desenhos feitos a mão livre. O *SketchUp* é amplamente utilizado por arquitetos e engenheiros durante as fases conceituais dos projetos. A proposta de projeto inicial é rapidamente "esboçada" com *SketchUp* para mostrar a forma de construção e aparência, e então submetido ao cliente. O cliente fornece comentários ao projetista e solicita mudanças. O projetista e cliente podem iterar em vários modelos no *SketchUp* até que o cliente esteja totalmente satisfeito com o resultado. O programa possui grande compatibilidade com outros programas, com facilidade para a importação e para a exportação (DWG, DXF, 3DS, OBJ, XSI ou VRML, etc.).

4 MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa trata-se de um estudo de caso, que será realizado a partir da compatibilização de um edifício residencial multifamiliar e de um pronto socorro de um hospital, afim de encontrar possíveis interferências entre as diferentes classes de projetos.

Foram realizadas pesquisas em vários âmbitos, a fim de traduzir todo o processo de projeto, de sua concepção até sua execução. Em meio a essas pesquisas, destaca-se a redução dos gastos que se tem ao contratar o serviço de compatibilização de projetos, otimizando o processo de coordenação e planejamento da obra.

O intuito é demonstrar os benefícios que a compatibilização de projetos traz, visto que durante os estudos foi notado que é comum que, algumas pessoas possam ver a compatibilização de projetos como um custo, assim como todo o processo de projeto que muitas vezes é ignorado por construtoras menores, a menos que faça parte dos requisitos legais obrigatórios para o início da obra.

Para demonstrar o principal motivo que deu início a compatibilização de projetos, foram utilizados dois estudos de casos.

4.1 METODOLOGIA CASO I

O caso I, trata-se da obra de um edifício residencial situado no setor Mary Lukie Cruz da cidade de Jaraguá- GO, e prevê 4 pavimentos divididos blocos A e B. Cada bloco possui um pavimento térreo, 3 pavimentos tipos e cobertura, locada em um terreno amplo de área 1350m² e de área total construída igual a 1161,46m².

A compatibilização entre os projetos Estrutural e Arquitetônico, foi feita através de dois métodos, sendo o primeiro por visualização 2d em formato DWG, pelo *software* AutoCad 2017 versão estudante. E o segundo por visualização 3d em formato SKP, pelo *software* Trimble *Sketchupmake* 2017.

O arquivo do projeto arquitetônico foi fornecido em formato DWG, e o arquivo do projeto estrutural foi fornecido tanto em formato DWG, quanto em formato skp.

Para a realização da sobreposição, os projetos foram separados em blocos, e cada um colocado em um “*layer*” diferente para facilitar a identificação. O projeto estrutural foi destacado na cor vermelha enquanto o arquitetônico no “*layer*” de cor amarela. Também foram ajustadas as escalas fazendo com que ambos os projetos ficassem em um tamanho padrão. Após

feita a sobreposição dos projetos em planta 2D, foi feita uma análise visual através do programa AutoCad com a função de “*zoom*” e “*annotate*” para identificar as interferências. E posteriormente foi feita uma nova sobreposição dos projetos em três dimensões utilizando o programa Trimble Sketchup a procura de interferências.

Para a compatibilização dos projetos em três dimensões, as visualizações, arquitetônica e estrutural, foram colocadas lado a lado, com uma legenda indicando o procedimento para fazer a compatibilização. A visualização arquitetônica em três dimensões foi projetada tomando como base a planta arquitetônica em formato DWG que também foi concedida pelo autor dos projetos.

Ao levar a estrutura (que está destacado em cor preta) 60 metros (unidade adotada no programa) para a esquerda, é possível notar que os projetos ficam sobrepostos, assim sendo possível uma análise (não automática) a procura de incompatibilidades.

4.2 METODOLOGIA CASO II

Trata-se da compatibilização de projetos de um hospital que, de acordo com os dados fornecidos pelo autor da compatibilização, está localizado na BR040 na cidade de Valparaíso-GO, cujo cliente e informações aprofundadas estão em carácter confidencial.

De acordo com a planta de projeto arquitetônico fornecidos pelo autor, o hospital em questão é dividido em dois projetos, respectivamente denominados pronto socorro, e banco de sangue e leite. E para o estudo de caso foram concedidos os dados da compatibilização do pronto socorro, cuja arquitetura possui uma área de 1962 m².

A compatibilização também foi feita através do método bidimensional utilizando o *software* AutoCad, em que os projetos foram colocados um sobre o outro de forma que sejam identificadas interferências.

Ao localizar as interferências foi utilizado o comando na aba *annotate* chamado “*revision cloud*” para destacar as interferências e numerá-las. Assim que marcadas e numeradas, também é descrito na planilha de controle de compatibilização de projeto.

Foi observado que os maiores conflitos encontrados na compatibilização entre o projeto estrutural e o projeto arquitetônico foi em relação aos pilares conflitando com as janelas. Os respectivos conflitos foram destacados com a legenda INT que é uma abreviação para interferência e com a numeração correspondente 06, 07, 08, 09, 10, 11. O profissional responsável pela correção é o projetista estrutural.

4.3 METODOLOGIA DA COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS

A primeira etapa é uma análise inicial, onde são realizados os primeiros processos de compatibilização entre os projetos em busca de interferências entre as disciplinas. As análises, no método em questão, são feitas através do *software* da Autodesk®, o AutoCad. Os apontamentos de erros e possíveis problemas a serem resolvidos foram descritos no arquivo através de anotações e também em documentos anexados ao memorial descritivo da compatibilização.

A segunda etapa compõe-se de uma reanálise da compatibilização, onde a mesma contemplará a verificação da correção dos apontamentos encontrados na primeira etapa. Ela é feita logo após os projetistas fazerem suas alterações, sendo assim é possível que haja novos itens relacionados a incompatibilidade.

Após essa reanálise é feita uma segunda reanálise, e esta é uma verificação final da correção. Esta é necessária caso as correções apontadas anteriormente não tenham sido corretas ou completas. Para o auxílio e controle de todos os procedimentos, é anexado uma planilha que possui em sua formatação: a listagem dos itens apontados, o profissional responsável pela correção, a data e o progresso das correções.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para demonstrar o principal motivo que deu início a compatibilização de projetos, foram utilizados dois estudos de caso.

O primeiro visa demonstrar através da compatibilização que quando as diferentes disciplinas de projetos são redigidas por um único autor, a possibilidade de haver incompatibilidades se torna menor.

O segundo demonstra um projeto no qual foram separadas as diferentes disciplinas de projetos, fazendo com que houvesse a necessidade de uma compatibilização.

5.1 CASO I - RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR

Os projetos, arquitetônico e estrutural da edificação residencial multifamiliar (Figura 5.1) foram concebidos pelo mesmo autor. Existem grandes chances de não haver problemas de compatibilidade entre projetos quando os mesmos são realizados por um único profissional.



Figura 5.1- Maquete eletrônica do Residencial Multifamiliar.

5.1.2 Compatibilidade entre estrutural e arquitetônico

5.1.2.1 Compatibilização bidimensional

O método de compatibilização bidimensional entre os projetos, é comum entre os profissionais da área por ser de mais fácil acesso e não precisa de conhecimentos específicos sobre os outros *softwares* utilizados para o dimensionamento.

Apesar da compatibilização de projetos através da sobreposição dos arquivos em 2D ser uma forma limitada de verificação de interferências, pode-se se considerar que o método é o mais utilizado. Ainda que haja *softwares* especializados para a compatibilização, é muito comum que utilizem o método da sobreposição feita no *software* AutoCad, devido a sua facilidade de acesso e integração com diversos formatos de arquivos.

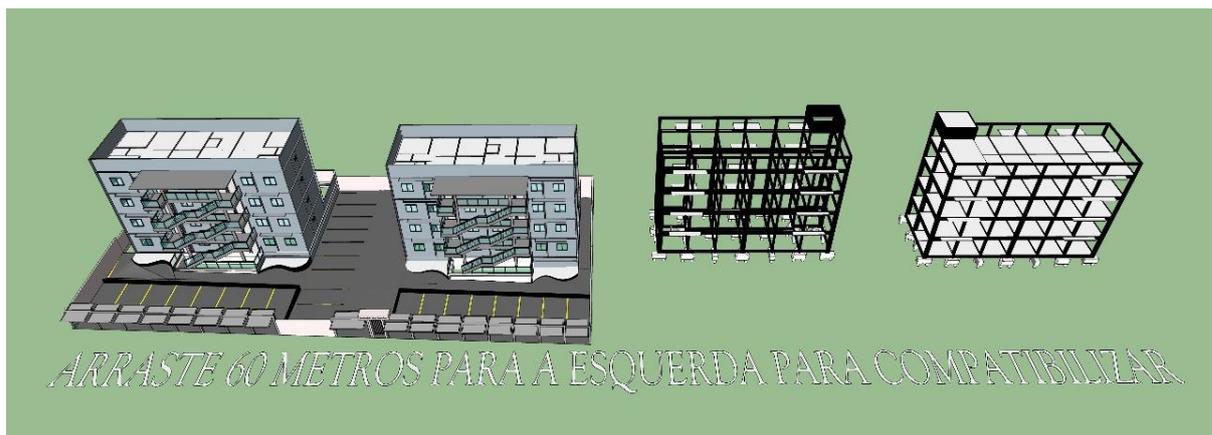
O projeto estrutural foi destacado na cor vermelha enquanto o arquitetônico no “*layer*” de cor amarela (Figura 5.4). Também foram ajustadas as escalas fazendo com que ambos os projetos ficassem em um tamanho padrão.

5.1.2.2 Compatibilização feita no *SketchUp*

O método de compatibilização tridimensional entre os projetos, é uma atividade que foi incrementada no mercado de trabalho atual e que pode ser feita de diversas maneiras em diferentes plataformas.

A representação gráfica é fundamental para uma análise prévia do empreendimento, já que, além de contribuir na compatibilização, demonstra ao cliente uma perspectiva em proporções reais e estética do que será o executado. A representação gráfica em 3D torna possível uma análise mais completa dos sistemas do edifício em busca de conflitos.

Para a compatibilização dos projetos foi deixada de forma clara as duas visualizações, arquitetônica e estrutural lado a lado e colocada uma legenda para que seja feita a compatibilização. Ao levar a estrutura para a esquerda de acordo com a legenda indicada (Figura 5.5), os projetos ficam sobrepostos (figura 5.6), o que facilita na busca por



interferências.

Figura 5.5 - Arquitetura e estrutura feita em três dimensões

Figura 5.6- Arquitetura e estrutura feita em três dimensões compatibilizadas



5.1.3 Resultados

Pode-se observar que não foram identificadas interferências na compatibilização entre projetos arquitetônico e estrutural. Este fato ocorre, principalmente, por ambos os projetos terem sido executados por uma única pessoa, ou seja, o autor do projeto arquitetônico foi também o autor dos projetos estruturais e isso faz com que haja uma menor possibilidade de encontrar erros nos projetos. Como afirma Mikaldo Jr. (2006), a principal causa de interferências entre os projetos é devido a dissociação das disciplinas, ou seja, que cada etapa diferente de projeto seja elaborada por diferentes autores.

Os principais erros encontrados em uma compatibilização entre projeto arquitetônico e projeto estrutural, normalmente são as interferências de pilares onde há aberturas (portas, janelas, etc.) e também de vigas conflitantes com as instalações prediais (elétricas, hidrossanitárias e etc.), por exemplo, uma viga baldrame passando pelo chão de um banheiro no mesmo lugar onde indica que haverá tubulações de esgoto sanitário.

Devido à ausência dos projetos complementares, tais como o elétrico e o hidrossanitário, as análises em busca de interferências serão feitas entre os projetos de arquitetura e estrutura.

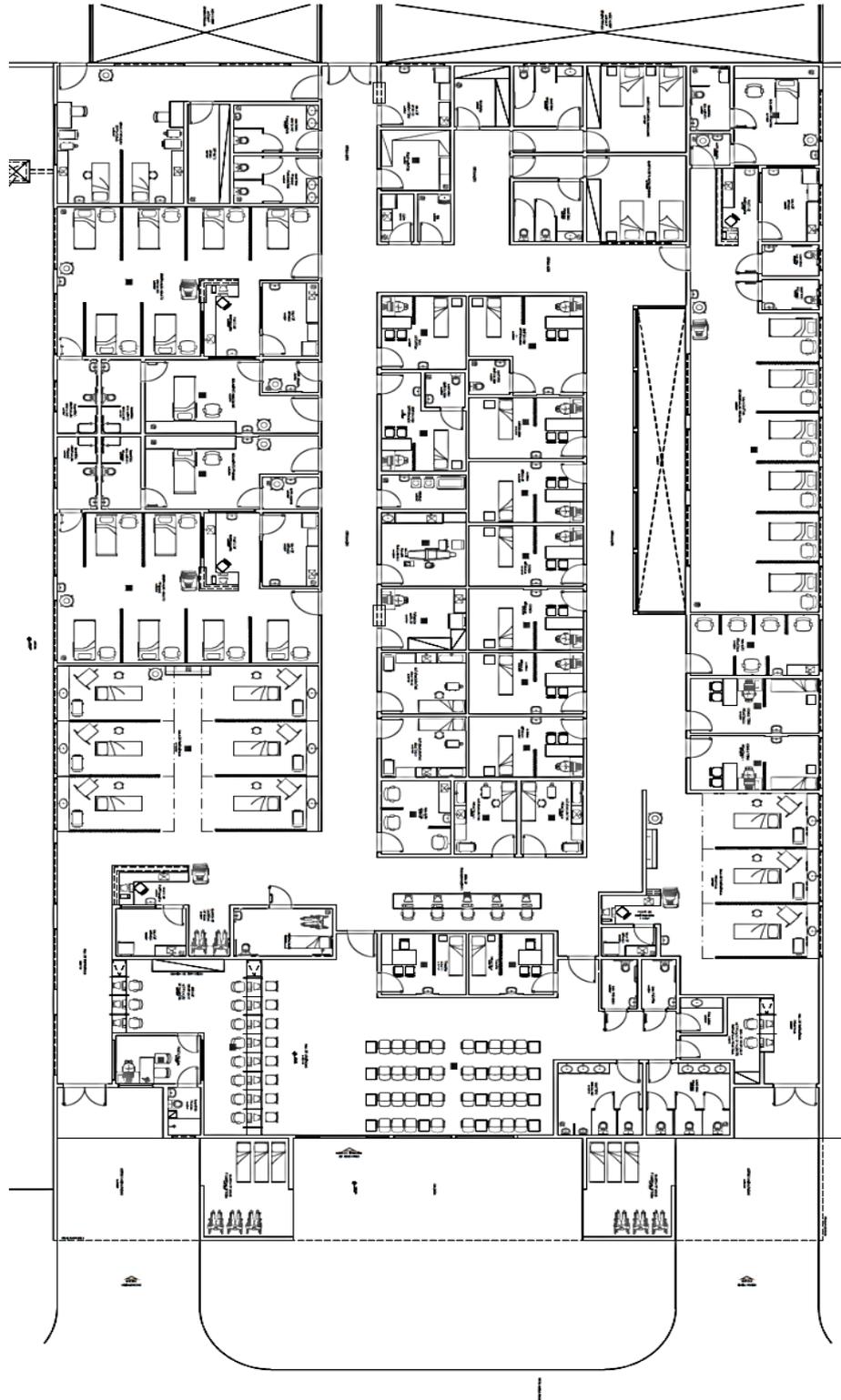
5.2 CASO II – PRONTO SOCORRO

5.2.1 Detalhes técnicos

Trata-se da compatibilização de projetos de um hospital que, de acordo com os dados fornecidos pelo autor da compatibilização, está localizado na BR-040 na cidade de Valparaíso-GO, cujo cliente e informações aprofundadas estão em caráter confidencial.

De acordo com a planta de projeto arquitetônico fornecidos pelo autor, o hospital em questão é dividido em dois projetos, respectivamente denominados pronto socorro, e banco de sangue e leite. Para à análise foram concedidos os dados da compatibilização do pronto socorro, cuja arquitetura possui uma área de 1962 m² (metros quadrados), em que está subdividido em uma área de recepção de pacientes disposto de sanitários separados por sexo, sala de atendimento médico, salas de emergência, consultórios, salas de curativos, clínicas, farmácia, salas de observação, salas de cardiologia, sendo cada sala dispostos de sanitários, entre outras

salas necessárias para o funcionamento da edificação como copas rouparias, laboratórios, depósitos e um posto policial.



Figura

Planta baixa do Pronto Socorro

5.7-

5.2.2 Memorial descritivo

Memorial descritivo é um documento detalhado onde se descreve todas as etapas, materiais e possíveis soluções de tudo que foi utilizado no projeto. É um documento entregue em anexo junto ao arquivo de compatibilização, em que os profissionais das diferentes disciplinas podem tomá-lo como base para corrigir os possíveis erros encontrados.

Juntamente com o memorial descritivo são anexadas planilhas para controle, onde são descritos os itens de interferência, a descrição do erro e indica o responsável pela correção.

5.2.3 Compatibilização entre arquitetônico e estrutural

Apesar da compatibilização de projetos através da sobreposição dos arquivos em 2D ser uma forma limitada de verificação de interferências, pode-se considerar que o método é o mais utilizado. Ainda que haja *softwares* especializados para a compatibilização, é muito comum que utilizem o método da sobreposição feita no AutoCad devido a sua facilidade de acesso e integração com diversos formatos de arquivos.

Foi feita uma análise inicial, onde foram realizados os primeiros processos de compatibilização entre os projetos em busca de interferências entre as disciplinas. As mesmas foram feitas através do *software* Autodesk®, o AutoCad.

As disciplinas analisadas foram os projetos de elétrica/cabeamento, estrutural, hidrossanitário e combate ao incêndio, onde cada uma das disciplinas foram projetadas por diferentes profissionais. O responsável pela compatibilização teve total acesso aos respectivos arquivos.

A compatibilização também foi feita através do método bidimensional utilizando o *software* AutoCad, em que os projetos foram colocados um sobre o outro de forma que sejam identificadas interferências.

Ao localizar as interferências foi utilizado o comando na aba *annotate* chamado “*revision cloud*” para destacar as interferências e numerá-las. Assim que marcadas e numeradas, também é descrito na planilha de controle de compatibilização de projeto.

5.2.4 Resultados

O profissional responsável pela compatibilização dos projetos, deve possuir grande habilidade em todas as áreas de projetos, afim de atender as necessidades do cliente e resolver os problemas apresentados pelas incompatibilidades sem que haja maiores problemas entre os profissionais relacionados.

A compatibilização de projetos está ligada ao tamanho, complexidade e valor do produto. Quanto maior o projeto, mais recursos serão necessários para compatibilizar, e consequentemente maior as chances de serem encontradas interferências.

No estudo de caso II, percebe-se a complexidade do projeto que foi submetido a compatibilização. O projeto com área ampla e divisões complexas teve seus projetos feitos por diferentes profissionais, tendo a necessidade de uma compatibilização.

Observa-se que os maiores conflitos encontrados na compatibilização entre o projeto estrutural e o projeto arquitetônico foi em relação aos pilares conflitando com as janelas. Os respectivos conflitos foram destacados com a legenda INT que significa interferência e com a numeração correspondente 06, 07, 08, 09, 10, 11. O profissional responsável pela correção é o projetista estrutural. O pilar 9 está em um local que possui abertura (Figura 5.10), portanto é uma incompatibilidade.

Quando o projeto de arquitetura é encaminhado para o profissional responsável pelos projetos complementares com ausência de detalhes, há grandes chances de haver erros no processo de lançamento (lançamento das vigas, pilares, instalações e etc.), gerando problemas futuros que se não corrigidos no processo projectual podem causar grandes problemas durante o andamento da obra.

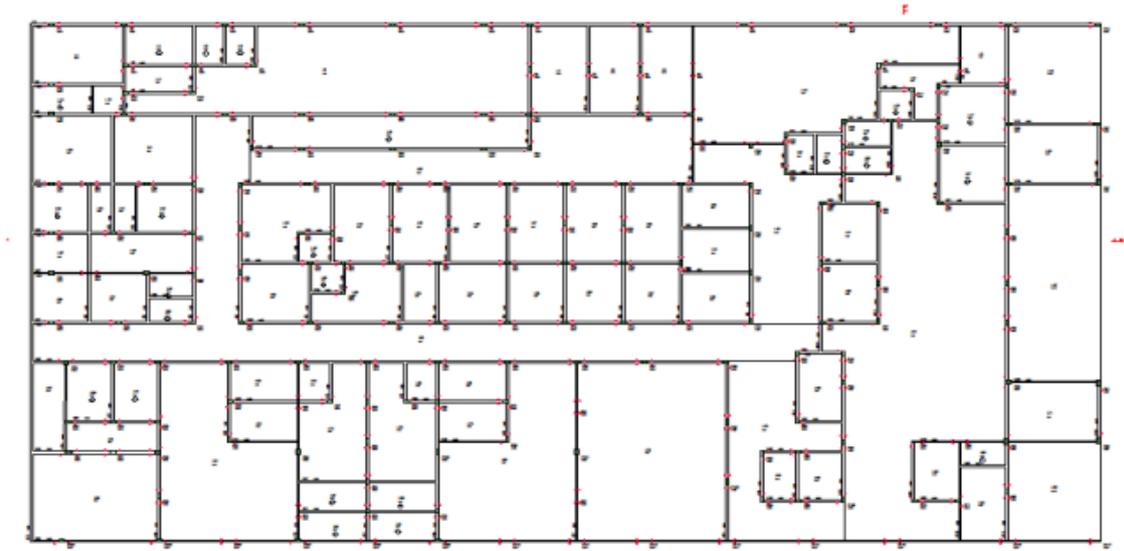


Figura 5.8 - Projeto estrutural



Figura 5.9 - Arquitetura x Estrutural

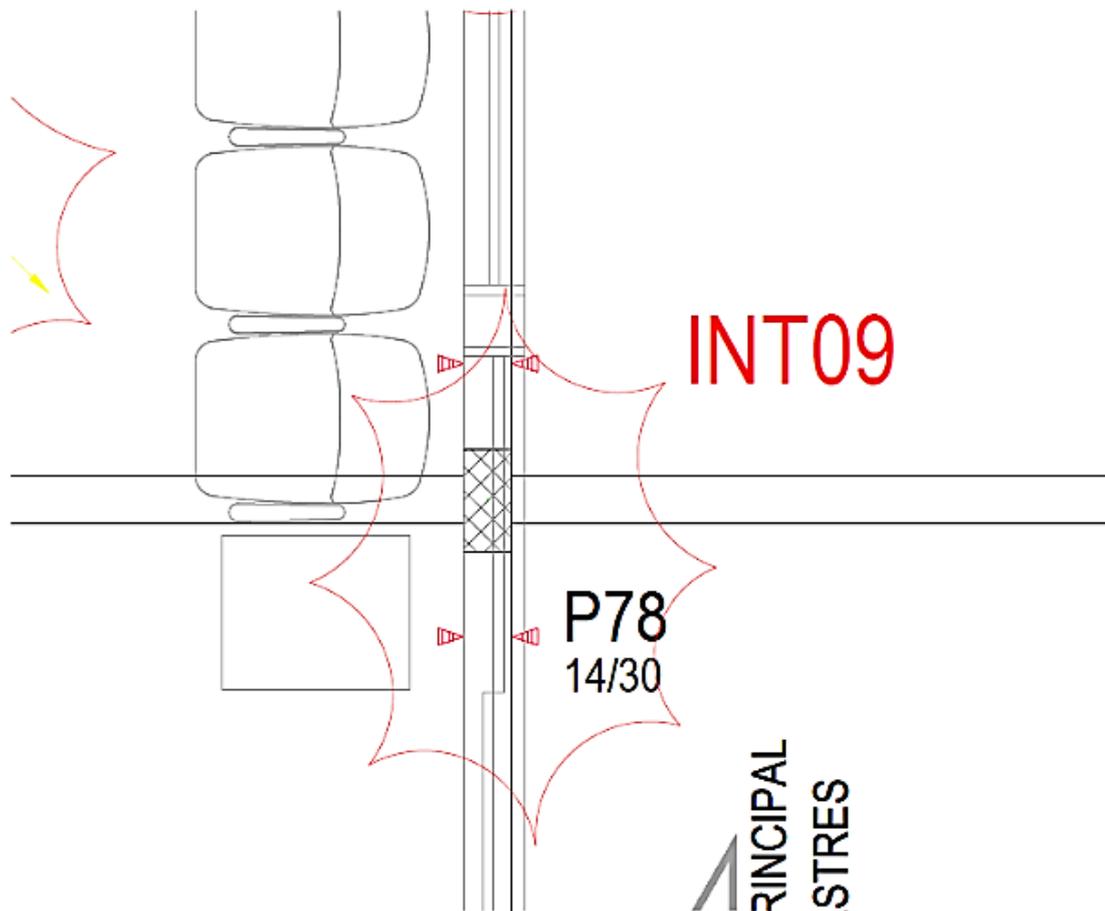


Figura 5.10 - Interferência 09 Pilar confrontando com uma janela

As interferências encontradas são indicadas em projeto, também são indicadas em uma planilha de controle de compatibilização (Tabela 5.1). Na planilha são identificadas as interferências, a descrição e o responsável pela correção. E logo à frente o projetista responsável pelo erro deve preencher o relatório informando se foi corrigido.

Após avaliar o status do projeto, é feita uma nova análise para verificar se o erro foi corrigido, até que não sejam encontradas incompatibilidades. É comum que ainda haja incompatibilidades, então é feita uma reanálise, até que os erros sejam corrigidos.

Planilha de controle de compatibilização de projeto											
CLIENTE											
OBRA											
LOCAL											
RESPONSÁVEL PELO PREENCHIMENTO					PROJETISTA: PREENCHER COM RESOLVIDO OU PENDENTE			PROJETISTA			
ITEM	INTERFERÊNCIA	DESCRIÇÃO	RESPONSÁVEL PELA CORREÇÃO	ANÁLISE INICIAL		CORREÇÃO		PRIMEIRA REANÁLISE		CORREÇÃO	
				STATUS	DATA	STATUS	DATA	STATUS	DATA	STATUS	DATA
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
6	INT 06	PILAR CONFLITANDO COM JANELA	ESTRUTURAL	NOVA	02/03/2018	PENDENTE					
7	INT 07	PILAR CONFLITANDO COM JANELA	ESTRUTURAL	NOVA	02/03/2018	PENDENTE					
8	INT 08	PILAR CONFLITANDO COM JANELA	ESTRUTURAL	NOVA	02/03/2018	PENDENTE					
9	INT 09	PILAR CONFLITANDO COM JANELA	ESTRUTURAL	NOVA	02/03/2018	PENDENTE					
10	INT 10	PILAR CONFLITANDO COM JANELA	ESTRUTURAL	NOVA	02/03/2018	PENDENTE					
11	INT 11	PILAR CONFLITANDO COM JANELA	ESTRUTURAL	NOVA	02/03/2018	PENDENTE					

Tabela 5.1 - Planilha de controle de compatibilização de projeto

A compatibilização dos projetos, se feita incorretamente, pode causar erros durante o processo de construção, o que gera constrangimentos entre os profissionais projetistas, executores e cliente.

Se a incompatibilidade persiste durante a execução sem que seja notada a tempo, pode causar retrabalho, demolições ou até mesmo um erro estético, e tudo isso reflete no custo da obra (Tabelas 5.2 e 5.3).

	Elemento	Projeto	Incompatibilização	Compatibilização em canteiro de obras
Compatibilização em canteiro de obras	Pilar	Hidrosanitário	Tubulação em conflito com pilar P7, P10, P79, P97, P105, P106, P107, P108, P109, P110	Causa retrabalho na locação das tubulações, atrasos na execução causando custos elevados.
		Estrutural	Janela em conflito com pilar P10, P53, P63, P78, P113, P112	Causa retrabalho na locação dos pilares, atrasos na execução causando custos elevados
		Elétrico	Tomada em conflito com pilar P107	Causa retrabalho na locação de tomadas, causando atrasos na execução custos elevados
	Tubulação	Elétrico	Tubulação hidrosanitária em conflito com elétrica	Causa retrabalho na locação da fiação elétrica, atrasos na execução e custos elevados
	Difusor	Elétrico	Difusor em conflito com luminária	Causa retrabalho na locação de luminária e difusores, Atrasos na execução da obra, com custos elevados

Tabela 5.2 - Compatibilização em canteiro de obras

	Elemento	Projeto	Incompatibilização	Compatibilização em canteiro de obras
Compatibilização na fase de projetos	Pilar	Hidrosanitário	Tubulação em conflito com pilar P7, P10, P79, P97, P105, P106, P107, P108, P109, P110	Causa retrabalho na locação das tubulações.
		Estrutural	Janela em conflito com pilar P10, P53, P63, P78, P113, P112	Causa retrabalho na locação dos pilares.
		Elétrico	Tomada em conflito com pilar P107	Causa retrabalho na locação da tomada.
	Tubulação	Elétrico	Tubulação hidrosanitária em conflito com elétrica	Causa retrabalho na locação da fiação elétrica.
	Difusor	Elétrico	Difusor em conflito com luminária	Causa retrabalho na locação de luminária e difusores.

Tabela 5.3 - Compatibilização na fase de projetos

6 CONCLUSÕES

O processo de compatibilização pode solucionar o problema da falta de integração entre os projetistas de diferentes áreas, e como resultado tem-se um projeto sem interferências. Compreende-se a partir do estudo de caso I que as incompatibilidades estão relacionadas diretamente com a separação das disciplinas, pois o mesmo mostrou um resultado exemplar de projeto compatível após ter sido executado por um único profissional. Os maiores erros a serem procurados durante a compatibilização arquitetura x estrutura, são as disposições dos pilares, que podem estar conflitando com aberturas, e das vigas que podem estar mal posicionadas. No estudo de caso II ficou evidente a necessidade e a importância da compatibilização, já que a relação do projeto de arquitetura com seus complementares possui diversas interferências.

O projeto possui um nível de complexidade maior, e, portanto, foi dividido as funções na criação dos projetos, e essa divisão torna-se responsável pelas incompatibilidades. Durante o processo de projeto, os profissionais de diferentes disciplinas têm como pré-requisito o projeto de outro profissional, o que gera divergências nos métodos de trabalho e resulta nas interferências. O estudo de caso II comprova a citação de Mikaldo Jr. (2006), quando ele diz que a compatibilização de projetos se tornou necessidade a partir das separações das disciplinas.

Os erros mais comuns encontrados como interferências foram em posicionamentos dos pilares em locais onde haviam janelas, tomadas mal posicionadas que causariam retrabalho na execução, tubulações hidrossanitárias atravessando pilares, entre outros. Esses problemas geram despesas durante a obra, e podem ser evitados com a compatibilização.

Mesmo sendo uma etapa essencial de uma obra, sabe-se que ainda existe uma grande deficiência em relação a implantação e a execução dessa atividade, por falta de conhecimento ou por negligência devido ao custo. Portanto, é sugestivo que se adote sistemas de treinamento para os envolvidos no que se refere ao uso dos *softwares* BIM, e também ao método tradicional, para que se torne uma atividade indispensável no processo da construção em geral. Como dica de estudos futuro, sugere-se um estudo de caso onde sejam utilizadas ferramentas especializadas dos *softwares* BIM, e mostrando sua eficácia quanto ao custo e planejamento da obra. Uma outra sugestão seria a implementação do ensino da compatibilização de projetos, e o uso de *softwares* BIM aos graduandos de engenharia civil, o que tornaria o assunto mais conhecido e conseqüentemente geraria profissionais mais capacitados. Apesar das restrições nos estudos de caso, foi possível demonstrar a diferença entre o método convencional da

concepção de projetos, e os métodos após a separação das disciplinas. Como a evolução e a tecnologia influenciaram no avanço desse processo, e deu lugar a novos conceitos.

Para um bom processo de compatibilização exige-se profissionais capacitados, que tenham conhecimento tanto do processo quanto das disciplinas a serem compatibilizadas, sejam comunicativos e comprometidos com o produto a ser executado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTOQI. **Eberick V10 Next Plena**: Tutorial Eberick V10. 2016. Disponível em: <<http://faq.altoqi.com.br/>>.

AUTODESK. Arquitetura, Engenharia e Construção. Disponível em <autodesk.com>. Acesso em Outubro/ 2017.

AYRES FILHO, C.; SCHEER, S. **Diferentes abordagens do uso do CAD no processo de projeto arquitetônico**. In: WORKSHOP BRASILEIRO DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETOS NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, Curitiba, 2007. Disponível em <<http://www.cesec.ufpr.br/workshop2007/Artigo-57.pdf>>. Acesso em Outubro de 2017.

AYRES FILHO, C. **Acesso ao modelo integrado do edifício**. Dissertação de mestrado. Pós-Graduação em Construção Civil - Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS ATECNINCAS. NBR 13531. **Elaboração de projetos de edificação. Atividades técnicas**. Rio de Janeiro, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS ATECNINCAS. NBR 5674: **Manutenção de Edificações – Procedimentos: Atividades técnicas**. Rio de Janeiro, 1999.

BARBOSA, C. C.; CHENG, L. Y. **Uso do CAD freeware no Ensino de Engenharia**. In: VII Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e 18º Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico. 2007, Curitiba. **Anais do VII Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho e 18º Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico**, 2007.

BIZELLO, S.A.; RUSCHEL, R.C. **Cad Livre para Arquitetura, Engenharia e Construção**. In: III Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção Civil, 2007, Porto Alegre. **Anais do III Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção Civil**, Porto Alegre, 2007.

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

CRESPO, Cláudia Campos; RUSCHEL, Regina Coeli. **Ferramentas BIM: um desafio para a melhoria no ciclo de vida do projeto**. In: Anais do III Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção Civil. Porto Alegre, 2007.

COELHO, S. B. S.; NOVAES, C. C. **Modelagem de Informações para Construção (BIM) e ambientes colaborativos para gestão de projetos na construção civil**. In: VIII WORKSHOP BRASILEIRO - GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETOS NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS. Gestão de Projetos no Brasil e no Mundo. São Paulo: Escola Politécnica USP, 2008.

COSTA, Eveline Nunes. **Avaliação da metodologia BIM para a compatibilização de projetos**. 2013. 84 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2013. Disponível em: http://www.propec.ufop.br/uploads/propec_2016/teses/arquivos/tese211.pdf
Acesso em: Setembro 2017.

EASTMAN, C. M.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R. e LISTON, K. **BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors**. Hoboken: Wiley, 2008, 490 p.

FABRÍCIO, M. M.; MELHADO, S. B. **A importância do estabelecimento de parcerias construtora – projetistas para a qualidade na construção de edifícios**. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, Florianópolis, 1998. Qualidade no processo construtivo: Anais. Florianópolis, UFSC / ANTAC, 1998, v.2, p. 453-459.

FABRÍCIO, M. M.; BAÍA, J, L; MELHADO, S. B. **Estudo do fluxo de projetos: cooperação sequencial x colaboração simultânea**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA

QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO, 1999, Recife. Anais... Recife: Escola politécnica de Pernambuco/ANTAC, 1999.

FERREIRA, Rita Cristina. **Os Diferentes Conceitos Adotados entre Gerência, Coordenação e Compatibilização de Projeto na Construção de Edifícios**. USP. São Paulo, 2001.

FERREIRA, R. C.; SANTOS, E. T. **A percepção de interferências espaciais através de desenhos 2D e modelos 3D por profissionais de projetos de edifícios**. In: WORKSHOP NACIONAL DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS. Anais eletrônicos... Curitiba: UFPR, 2007.

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

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

HOWEL, Norb. **Você consegue sobreviver sem o BIM. Permanecendo competitivo**. Resumo de Negócios BIM. Autodesk. Disponível em: <http://www.autodesk.com/temp/amer/edms/fy16-q1/february-15/5508/19242/test-drive-bim-construction-br-bim-ebook.pdf>>. Acesso em: 28 de novembro 2017.

ISSN 2179-5568 – **Revista Especialize On-line IPOG** - Goiânia - 8ª Edição nº 009 Vol.01. Dezembro/2014.

JOBIN, M. S. S.; CAZET, A. F.; LOCATTO, S.S.; MACIEL, V. **Controle do Processo de Projeto na Construção Civil**. Porto Alegre, FIERGS / CIERGS, 1999, 215p.

KYMMEL, W. **Building Information Modeling. Planning and managing construction project with 4D and simulations**. McGraw-Hill 2008.

MIKALDO JR, J. **Estudo comparativo do processo de compatibilização de projetos em 2D e 3D com uso de TI**. 2006. Dissertação (Mestrado em Construção Civil), UFPR – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

MIKALDO JR, Jorge, SCHEER, Sergio. **Compatibilização de Projetos ou Engenharia Simultânea: Qual é a melhor solução?**. Vol. 3, nº 1, Maio 2008. UFPR – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

MELHADO, S. M. **Qualidade de projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção**. 1994. Tese (Doutorado em Engenharia). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

MELHADO, S.B.; VIOLANI, M.A.F. **A qualidade na construção civil e o projeto de edifícios**. Série Texto Técnico. TT/02. São Paulo, EPUSP/PCC, 1992.

MELHADO, S. M. **Qualidade de projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção**. 2005. Tese (Doutorado em Engenharia). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

MAXIMIANO, A. C. A. **Administração de projetos: como transformar ideias em resultados**. 2 Ed. São Paulo: Atlas, 2002.

MARIA, M. M. **Tecnologia BIM na Arquitetura. Dissertação de Mestrado**. Universidade Presbiteriana Mackenzie. São Paulo-SP, 2008.

PICCHI, F. A. **Sistemas da qualidade: uso em empresas de construção de edifícios**. 1993. 462 p. Tese (doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

RODRÍGUEZ, M. A. A.; E HEINECK, L. F. M. **Coordenação de projetos: uma experiência de 10 anos dentro de empresas construtoras de médio porte**. In: II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, Anais... Fortaleza, 2001.

SANTOS, E. T.; BARISON, M. B. BIM e as Universidades. **Construção Mercado**, São Paulo, v. 115, fev. 2011.

SANTOS, E. T; NASCIMENTO, L. A. **Recuperação de Informação em Sistema de Informações na Construção Civil: o Caso das Extranets de Projeto. In: Seminário de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção Civil**, 2002, Curitiba. Anais... Curitiba: UFPR, 2002.

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

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

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

SOUZA, Livia L. Alves, AMORIM, Sérgio R. Leusin, LYRIO, Arnaldo de Magalhães. **Impactos do uso do BIM em escritórios de arquitetura: oportunidades no mercado Imobiliário**. 2008.

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

SOUZA, Roberto de; ABIKO, Alex. **Metodologia para Desenvolvimento e Implantação de Sistemas de Gestão da Qualidade em Empresas Construtoras de Pequeno e Médio Porte**. São Paulo: EPUSP, 1997.

SOUSA, Francisco Jesus de. **Compatibilização de Projetos em Edifícios de Múltiplos Andares**: Estudo de Caso. Dissertação de mestrado. Recife, Universidade Católica de Pernambuco. 2010. 117p.

TORCELLINI; ELLIS; CRAWLEY. **Energy Design Plugin: Na Energy Plugin for SketchUp**. 30 July- 1 August, 2008. Presented at IBPSA-USA SimBuild 2008 Conference Berkeley, California.

ANEXO A - COMPATIBILIZAÇÃO ENTRE ARQUITETÔNICO E ESTRUTURAL

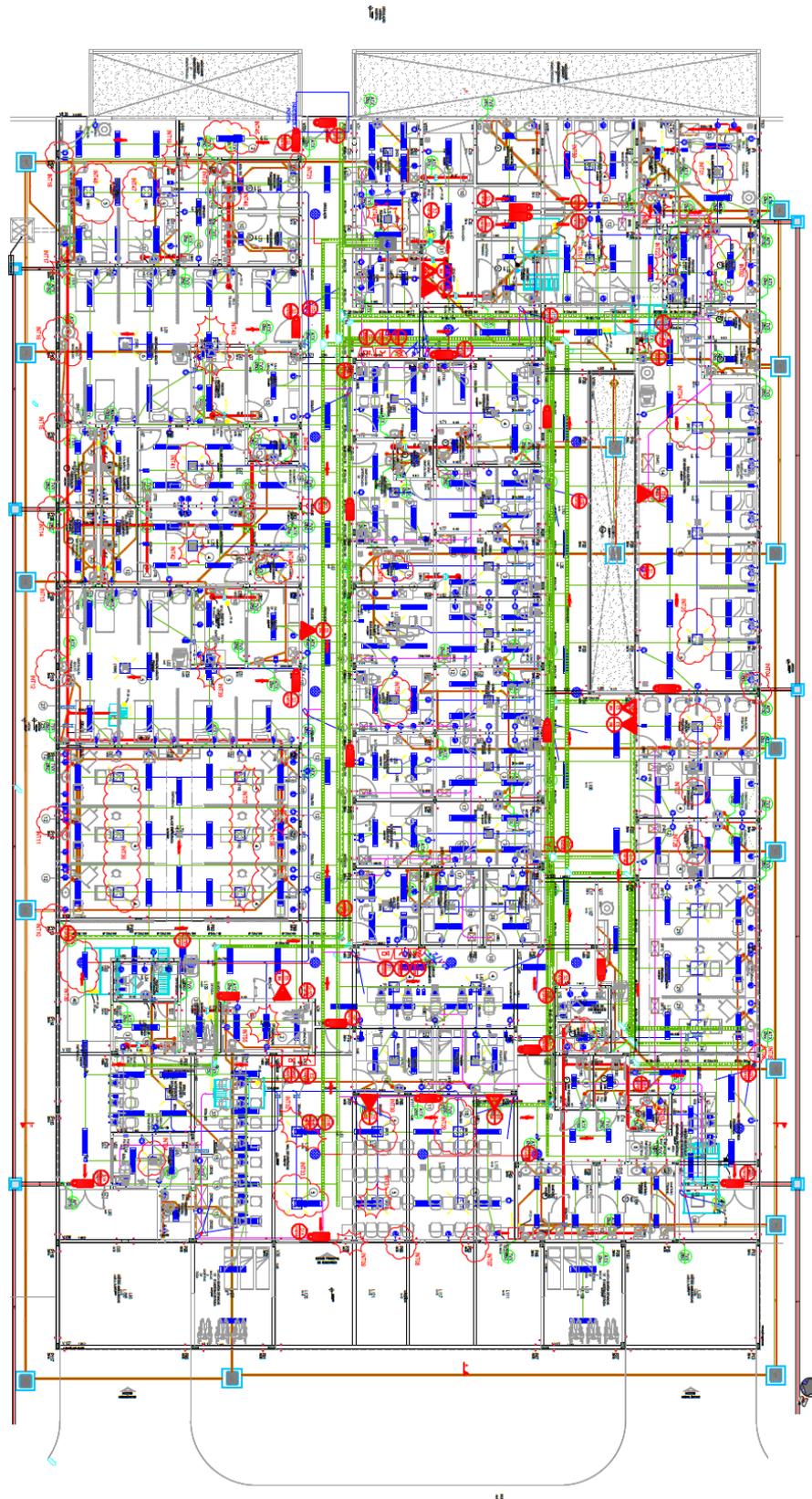


Figura 11 - Todos os projetos sobrepostos

ANEXO B - COMPATIBILIZAÇÃO ENTRE ARQUITETÔNICO E ESTRUTURAL

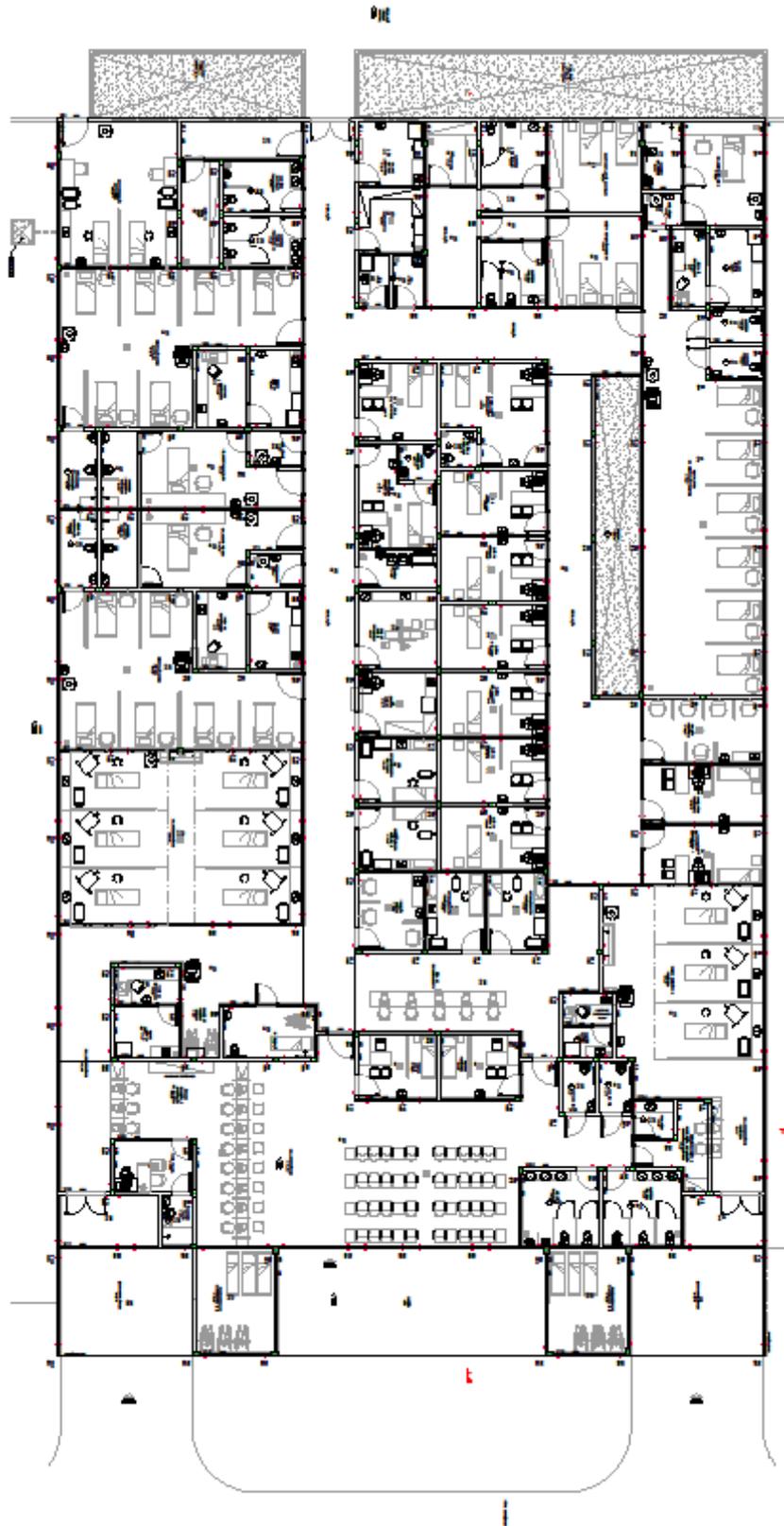


Figura 12 - Projeto estrutural

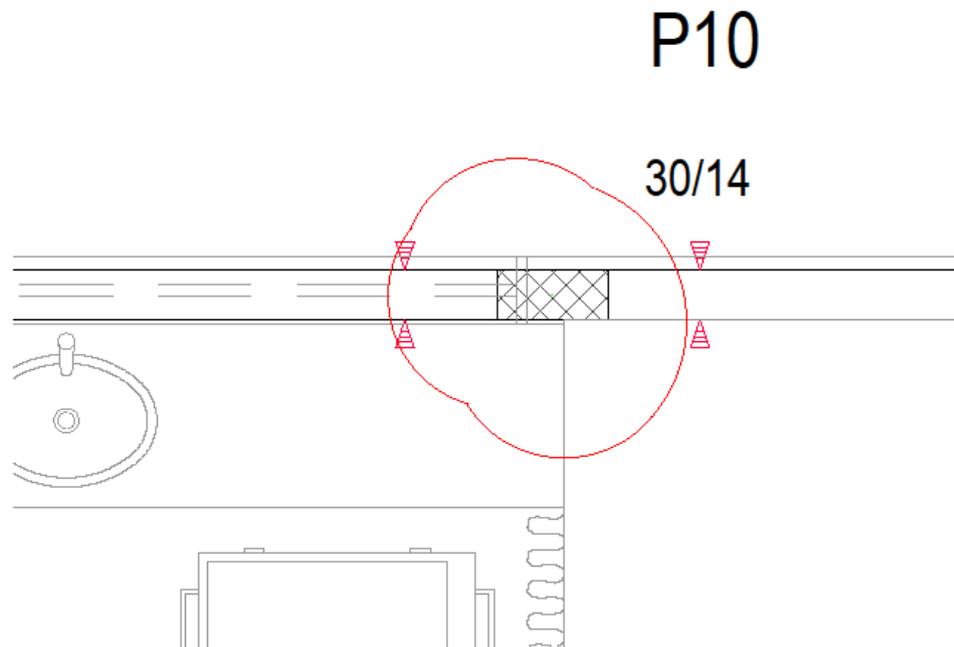


Figura 13 - Projeto Arquitetônico e Estrutural

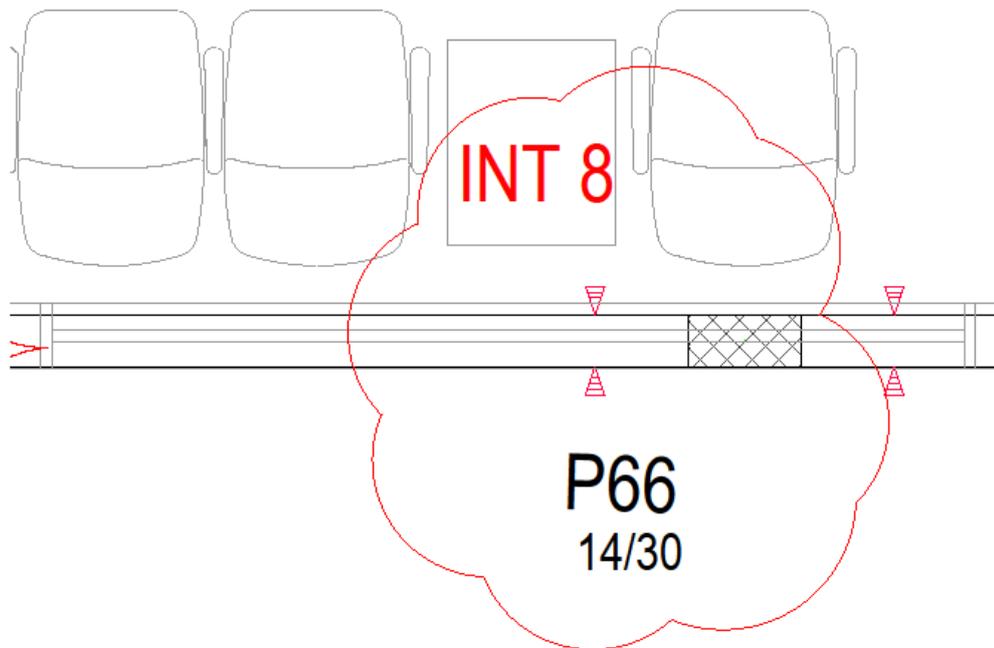


Figura 14 – Projeto Arquitetônico e Estrutural

ANEXO C - COMPATIBILIZAÇÃO ENTRE ARQUITETÔNICO E HIDROSSANITÁRIO

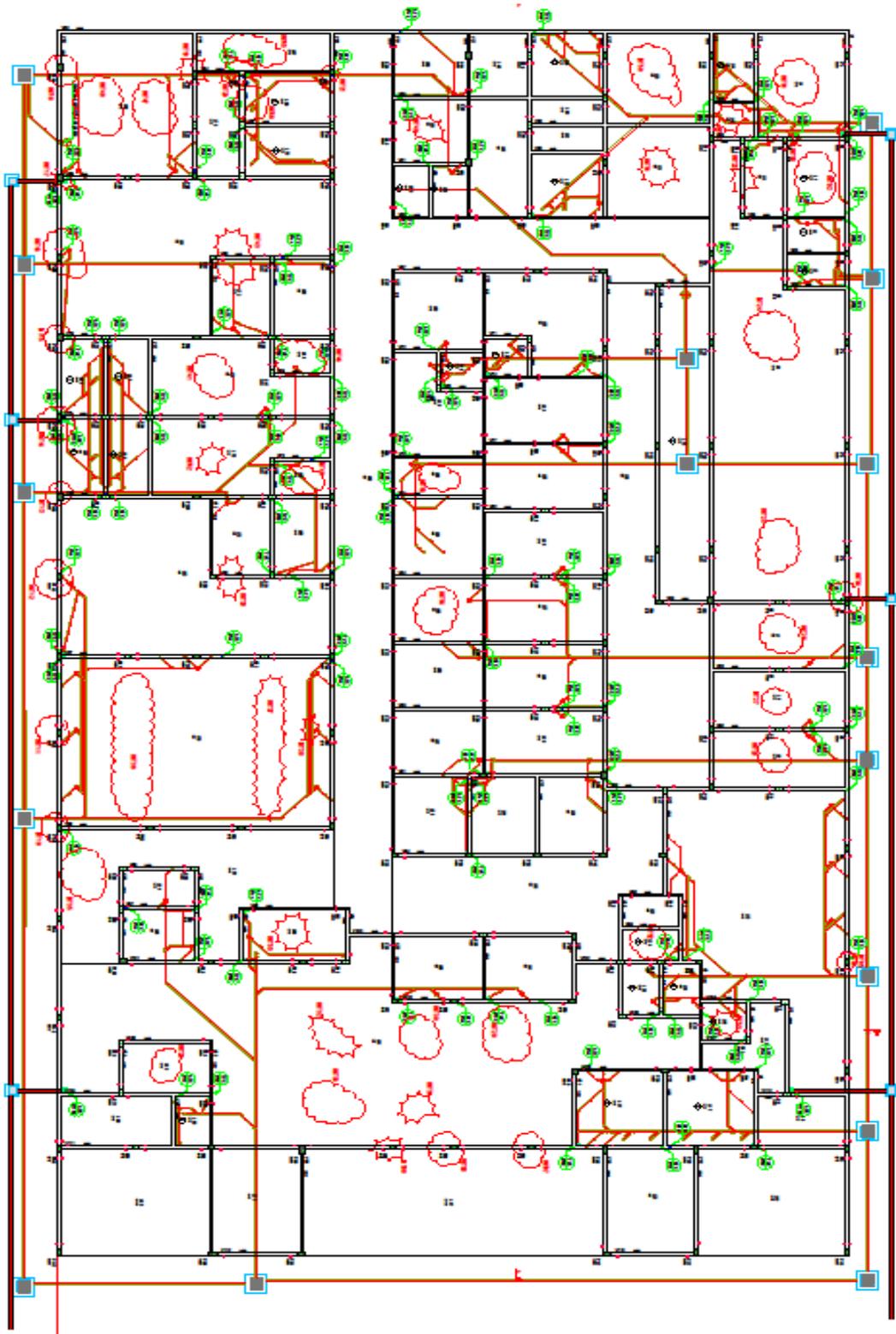


Figura 15 – Projeto Hidrosanitário e Estrutural

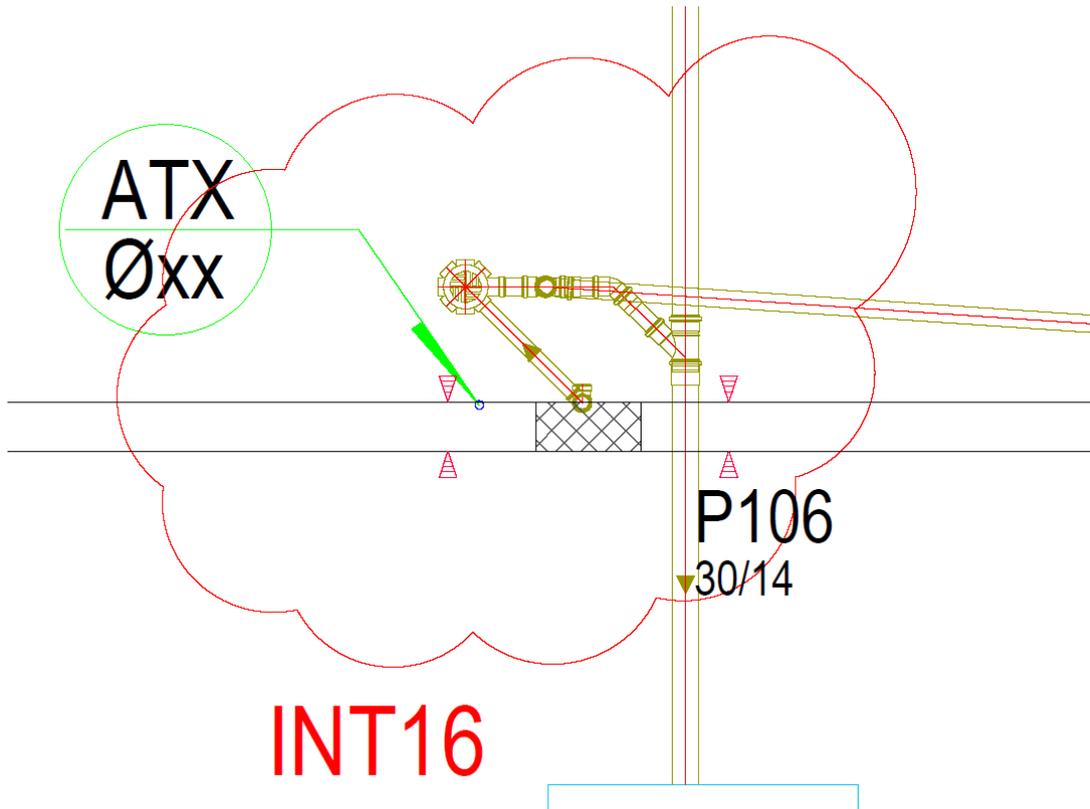


Figura 17 - Projeto Hidrossanitário e Estrutural

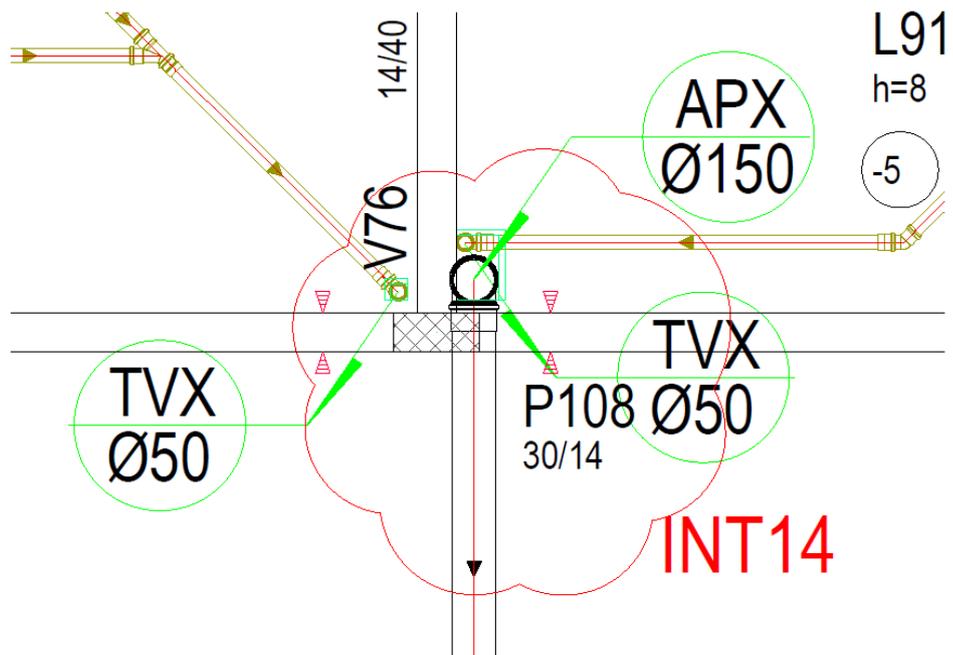


Figura 16-Projeto Hidrossanitário e Estrutural

ANEXO D - COMPATIBILIZAÇÃO ENTRE ARQUITETÔNICO E ELÉTRICO/ CABEAMENTO

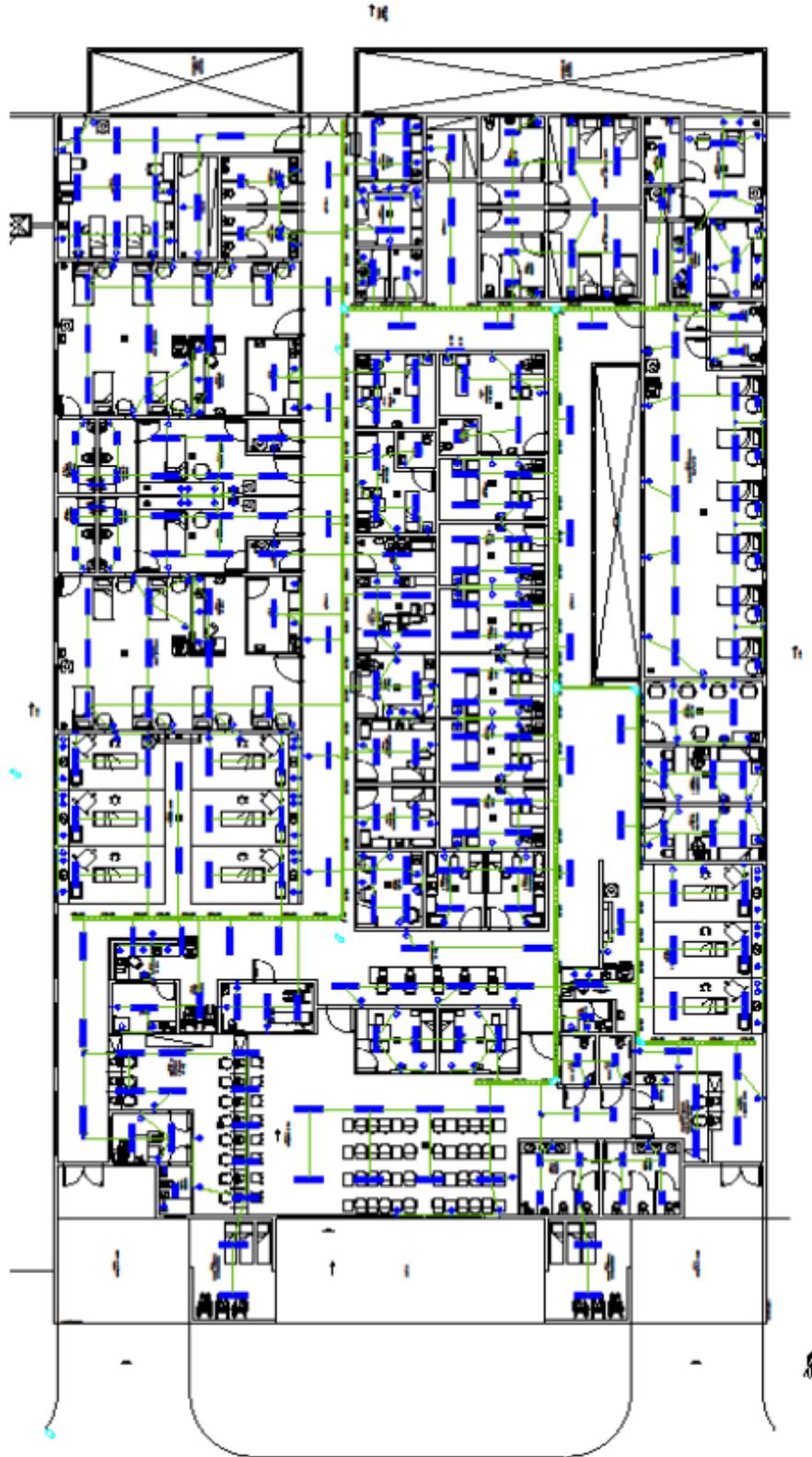


Figura 18 - Projeto Elétrico e Arquitetônico