



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

Redeenciado pela Portaria Ministerial nº 1.162, de 13/10/16, D.O.U nº 198, de 14/10/2016
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL

Pedro Victor Aguiar Silva Oliveira

ESTUDO DE CASO PARA A COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS UTILIZANDO UMA FERRAMENTA BIM

Palmas – TO

2019

Pedro Victor Aguiar Silva Oliveira

ESTUDO DE CASO PARA A COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS UTILIZANDO
UMA FERRAMENTA BIM

Projeto de Pesquisa elaborado e apresentado como requisito parcial para aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) II do curso de bacharelado em Engenharia Civil do Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof. M.sc. Roldão Pimentel de Araújo Junior

Palmas – TO

2019

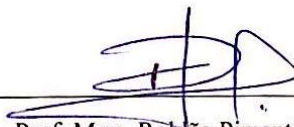
Pedro Victor Aguiar Silva Oliveira
ESTUDO DE CASO PARA A COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS UTILIZANDO
UMA FERRAMENTA BIM

Projeto de Pesquisa elaborado e apresentado como requisito parcial para aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) II do curso de bacharelado em Psicologia do Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof. M.sc. Roldão Pimentel de Araújo

Aprovado em: ____ / ____ / ____

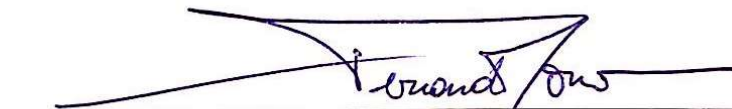
BANCA EXAMINADORA



Prof. M.sc. Roldão Pimentel de Araújo

Orientador

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP



Prof. M.sc. Fernando Moreno Suarte Júnior

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Prof.a M.e Nome do 2º Avaliador

Nome da Instituição

Palmas – TO

2019

RESUMO

OLIVEIRA, P. V. **Estudo de caso para a compatibilização de projetos utilizando uma ferramenta.** 2019. Trabalho de conclusão de curso – Engenharia Civil, Centro Universitário Luterano de Palmas, Palmas/TO, 2019.

Atualmente na construção civil, é comum que vários profissionais elaborem partes distintas de um projeto, isso se dá pelo aumento da complexidade e a maior oferta de profissionais especializados em áreas específicas. Diante desse cenário tornou-se comum incompatibilidades entre os projetos arquitetônicos e complementares proporcionando custos não programados e aumento do tempo de execução em diversas edificações, dando início a necessidade de se compatibilizar projetos. Para alcançar os resultados esperados, foi feita a atualização dos projetos complementares para que pudessem ser exportados no formato IFC, foram integrados ao projeto arquitetônico dentro do software Revit. A criação de tabelas teve como finalidade quantificar e facilitar a leitura dos resultados obtidos pela compatibilização. Através do estudo de caso pode-se notar de forma fácil interferências que existiam entre os projetos da edificação comprovando as vantagens de se utilizar softwares BIM. Mostrando ser mais eficiente que os métodos convencionais mais utilizados, a ferramenta BIM proporcionou maior agilidade e facilidade na hora de projetar e corrigir interferências de projeto. Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo, utilizar uma ferramenta BIM para realizar a compatibilização dos projetos de um edifício.

Palavras-chave: Compatibilização. BIM. Projeto.

ABSTRACT

OLIVEIRA, P. V. Estudo de caso para compatibilidade de projetos utilizando uma ferramenta. 2019. Trabalho de conclusão de curso - Engenharia Civil, Centro Universitário Luterano de Palmas, Palmas / TO, 2019.

Nowadays in civil construction, it is common for several professionals to elaborate different parts of a project, this is due to the increase of complexity and the larger offer of professionals specialized in specific areas. Given this scenario, it became common incompatibilities between architectural and complementary projects providing unscheduled costs and increased execution time in several buildings, initiating the need to make projects compatible. To achieve the expected results, complementary projects were updated to that could be exported in IFC format, were integrated into the architectural design within Revit software. The creation of tables was intended to quantify and facilitate the reading of the results obtained by compatibilization. Through the case study we can easily notice interferences that existed between the building projects proving the advantages of using BIM software. Providing to be more efficient than the most commonly used conventional methods, the BIM tool provided greater agility and ease in designing and correcting design interference. Thus, the present work aims to use a BIM tool to make the compatibility of the designs of a building.

Keywords: Compatibility. BIM Project.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Interferência entre projetos	14
Figura 2 - Fluxograma BIM.....	16
Figura 3 - Benefícios do BIM para empreiteiros.....	17
Figura 4 - Utilização de soluções BIM.....	19
Figura 5 - Categoria de objetos.	20
Figura 6 – Planta baixa projeto arquitetônico.....	25
Figura 7 - Projeto estrutural.....	26
Figura 8 - Projeto Hidráulico.....	27
Figura 9 - Projeto sanitário	27
Figura 10 - Projeto Elétrico.	28
Figura 11 – Tubo de queda de águas pluvial x Viga baldrame.	30
Figura 12 – Tubo de queda de esgoto x Viga baldrame	31
Figura 13 – Tubo de queda de esgoto x Viga baldrame	32
Figura 14 – Tubos de queda em interseção com a laje.....	32
Figura 15 - Incompatibilidades estrutural x elétrico.....	33
Figura 16 - Ausência de shaft no banheiro.	35
Figura 17 - ausência de shaft na cozinha /área de lavar.	35
Figura 18 - Exemplo de detecção de conflitos utilizando Navisworks	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Check List de compatibilização	14
Tabela 2 - Verificação de incompatibilidades os projetos complementares estrutural e hidráulico.....	29
Tabela 3 - Verificação de incompatibilidades os projetos complementares estrutural e elétrico.	33
Tabela 4 – Verificação de incompatibilidades o projeto arquitetônico e hidráulico.....	34

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CEULP	Centro Universitário Luterano de Palmas
IFC	Industry Foundation Classes
CAD	Computer aided design
MEP	Mecânica, elétrica e hidráulica
ULBRA	Universidade Luterana do Brasil

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
1.1 OBJETIVOS	9
1.1.1 Objetivo Geral	9
1.1.2 Objetivos Específicos:	9
1.2 JUSTIFICATIVA	9
2 REFERENCIAL TEÓRICO	10
2.1 PROJETO, IMPORTÂNCIA E CONTEXTUALIZAÇÃO	10
2.2 COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS	11
2.3 BIM, CONCEITOS E VANTAGENS	15
2.4 SOFTWARE REVIT	18
2.5 TRABALHOS RELACIONADOS COM O TEMA.....	21
2.5.1 Avaliação da metodologia BIM para a compatibilização de projetos	21
2.5.2 Vantagens da compatibilização de projetos na engenharia civil aliada ao uso da metodologia BIM	22
3 METODOLOGIA.....	24
3.1 Projeto arquitetônico.....	25
3.2 Projeto estrutural	25
3.3 Projeto hidráulico e sanitário	26
3.4 Projeto elétrico.....	28
4 RESULTADOS E DISCUÇÕES	29
4.1 ESTUDO DAS INCOMPATIBILIDADES	29
4.2 FERRAMENTAS BIM PARA A DETECÇÃO DE INTERFERÊNCIAS.....	35
5 CONCLUSÃO.....	38
REFERÊNCIAS	39

1 INTRODUÇÃO

A construção civil vem passando, nas últimas décadas, por um importante e complexo processo de transformação, devido às condições econômicas do país e à própria estrutura competitiva do setor. Esta transformação vem acontecendo a partir do lançamento de novos softwares, com metodologias modernas de elaboração de projetos, bem como novas técnicas construtivas mais ágeis e eficientes, que buscam minimizar e reutilizar os resíduos da construção civil e, cada vez mais, atendem às condições de segurança do trabalho (COSTA, 2013).

Atualmente na construção civil, é comum que vários profissionais elaborem partes distintas de um projeto, isso se dá pelo aumento da complexidade e a maior oferta de profissionais especializados em áreas específicas. Diante desse cenário tornou-se comum incompatibilidades entre os projetos arquitetônicos e complementares proporcionando custos não programados e aumento do tempo de execução em diversas edificações, dando início a necessidade de se compatibilizar projetos (MIKALDO JR., 2002).

Logo, compatibilização de projetos é a atividade que torna os projetos compatíveis, proporcionando soluções integradas entre as diversas áreas que tornam um empreendimento factível (MIKALDO JR., 2006).

Presentemente a maioria dos escritórios de projetos utilizam como método de compatibilização a sobreposição de projetos 2D, onde o profissional identifica a olho nu possíveis erros, que muitas das vezes não é suficiente para que sejam vistas todas as interferências existentes no projeto. Softwares mais avançados proporcionam uma vista em 3D que facilita a identificação dos erros.

O tempo para a elaboração de projetos vem sendo cada vez mais reduzidos e com maior cobrança na qualidade final do mesmo, para alcançar tais objetivos, o BIM proporciona através de softwares, a integração dos projetos de uma edificação, reduzindo o tempo necessário para elaboração do projeto e custos na fase de execução. Durante o processo de construção, o BIM pode ser uma ferramenta extremamente importante para eliminar erros no início do projeto e determinar métodos de construção e melhor custo benefício (DAMIEN; YAN, 2007 apud SOUSA, 2010).

O presente trabalho visa abordar as vantagens proporcionadas pelo uso da metodologia BIM na compatibilização de projetos, através de um estudo de caso, projetar uma edificação já existente, aplicando a metodologia de compatibilização para listar erros cometidos no projeto anteriormente que não foram verificados.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Esse trabalho visa realizar um estudo de caso fazendo a compatibilização entre o projeto arquitetônico e complementares de um edifício utilizando a ferramenta BIM (*Building Information Modeling*)

1.1.2 Objetivos Específicos:

- Apresentar um edifício e seus projetos complementares em formato IFC.
- Realizar a compatibilização do projeto arquitetônico com o elétrico, hidráulico, estrutural e sanitário.
- Verificar as informações geradas na compatibilização.
- Estudar procedimentos de compatibilização utilizando a ferramenta BIM para edifícios de concreto armado e alvenaria de vedação.

1.2 JUSTIFICATIVA

Atualmente na construção civil é comum a falta de investimento e tempo na fase de projeto de uma edificação, o que gera retrabalho na fase de execução, ocasionando gastos desnecessários e prologando o prazo de conclusão da obra.

Mesmo sabendo das vantagens obtidas pelo BIM na compatibilização de projetos, ainda há falta de profissionais que utilizem essa metodologia, pensando nisso o estudo de caso realizado nesse trabalho mostrara as vantagens obtidas pelo BIM na compatibilização do projeto arquitetônico com os projetos complementares.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 PROJETO, IMPORTÂNCIA E CONTEXTUALIZAÇÃO

De acordo com a norma brasileira ABNT NBR 5674:2012, Descrição gráfica e escrita das características de um serviço ou obra de Engenharia ou de Arquitetura, definindo seus atributos técnicos, econômicos, financeiros e legais,

Projeto é um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo. Os projetos e as operações diferem, principalmente, no fato de que os projetos são temporários e exclusivos, enquanto as operações são contínuas e repetitivas PMI (2015)

Projeto é um conjunto de ações caracterizadas e quantificadas, necessárias à concretização de um objetivo, segundo a Associação Brasileira de Escritórios de Arquitetura – (ASBEA 1992). Para Agopyan e Melhado (1995), o projeto no contexto da construção de edifícios deve ir além da visão do produto e de sua função, deve ser visto como parte do processo da atividade de construir.

De acordo com a ABNT NBR 13532: 1995 as etapas para elaboração dos projetos de uma edificação devem seguir a seguinte ordem:

- Levantamento de dados;
- Programa de necessidades;
- Estudo de viabilidade;
- Estudo preliminar;
- Anteprojeto;
- Projeto legal;
- Projeto básico;
- Projeto para execução.

Os projetos devem ter como principal aplicação a qualidade, além de uma boa consuntibilidade, e empregar novos métodos e tecnologias de construção quando possível, gerando redução dos prazos de execução (FABRICIO; MELHADO, 2003). Desse modo, o processo de projeto deve permear todo o processo construtivo da edificação, iniciando pelo planejamento, passando pela elaboração dos projetos do produto e dos projetos executivos, pela preparação para execução, pela execução e concluindo-se no uso.

Há uma grande necessidade na construção civil de se ter um maior aperfeiçoamento na elaboração dos projetos de uma edificação para que a interação com a execução seja aperfeiçoada, agregando valor no empreendimento como produto final. Em função disso o

projeto deve ser tratado como elemento fundamental na concepção de um empreendimento, para que o mesmo seja bem-sucedido (SOUZA et al., 1995)

Para Melhado (1994), o projeto tem função de desenvolver, organizar, registrar e transmitir as características técnicas e volumétricas do produto para serem utilizadas na fase de execução do empreendimento. É a representação das características do edifício e os processos construtivos que serão interpretados na fase de execução do empreendimento (GOES, 2011). Além disso, com a evolução das etapas, as decisões tardias têm menor possibilidade de influenciar positivamente o custo final do empreendimento (HAMMARLUND; JOSEPHSON, 1992).

Segundo Melhado (2005), é melhor que se invista mais tempo e dinheiro na fase inicial de projeto, para que o mesmo tenha mais eficácia e menos erros.

Para Costas, Evilin (2013) é de grande importância que a fase de projeto do empreendimento, seja focada em otimizar o processo de execução, para definindo os custos futuros e gerenciar os projetos para que sejam reduzidos os erros. O processo de compatibilização tem a função de prever e eliminar erros entre os projetos arquitetônico e complementares, para melhorar a qualidade aumentando a racionalização da obra, para que tenhamos no produto final aspecto de eficiência e controle.

Portanto, a fase de projeto desempenha um papel muito relevante na construção civil, uma vez que possibilita o mapeamento das probabilidades pré-execução, bem como, o aprimoramento de métodos executivos e a detecção de problemas, falhas e patologias, permitindo a redução de desperdícios e maximizando os ganhos financeiros (SOUSA JUNIOR;MAIA;CORREIO,2014).

De acordo com (TAVARES JUNIOR, 2001) a fase de projeto exerce grande influência no custo final da obra uma vez que ainda há muitas alternativas e soluções para o empreendimento e os custos gerados ainda são baixos.

2.2 COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS

Inicialmente, o desenvolvimento de projetos era feito de forma mais facilitada, pois número de profissionais envolvidos no processo eram menores e geralmente trabalhavam dentro da mesma empresa ou escritório. Com o aumento da demanda e a expansão do setor, os profissionais passaram a se especializar em disciplinas específicas, originando a terceirização de processos (GONÇALVES JUNIOR, 2016).

De acordo com Costa (2013) o aumento da complexidade de projetos ocasionados pela evolução tecnológica e hábitos aprimorados segmentou as etapas do desenvolvimento de projetos, distanciando com o tempo, o relacionamento entre os projetistas, perdendo a racionalização das decisões em torno do projeto. Nessa linha, faz-se necessário a compatibilização de projetos na fase de planejamento do empreendimento essa ação é destinada ao controle e garantia da qualidade, tanto para os projetos quanto para execução (NOVAES, 2008).

A compatibilização de projetos é o resultado da integração das interfaces dos projetos de arquitetura e complementares de edifícios, para Sousa (2010) esta abordagem envolve a utilização de formas de gerenciar e manipular os dados geométricos assim como os não geométricos, facilitando assim o planejamento, a concepção e a construção através de um processo integrado.

Melhado (2005) conclui que o processo de projeto tradicional secciona as diversas disciplinas que geram um produto final, onde os projetistas trabalham somente dentro de suas especialidades, sem se atentar para a visão macro do desenvolvimento do projeto e seus impactos nas diversas disciplinas, gerando um produto final com pouca qualidade.

Para Mikaldo Jr. (2006), a separação do projetista dos trabalhos executados na obra nos últimos anos é um dos fatores mais preponderantes que fizeram surgir a necessidade de compatibilizar e coordenar projetos.

Dessa forma, a compatibilização de projetos é a atividade que integra todos os projetos de uma edificação buscando o ajuste perfeito entre eles para garantir um padrão de qualidade final à obra. Esse processo é realizado através da sobreposição dos diferentes projetos, verificando-se possíveis interferências e problemas, devendo ser realizada após a finalização de cada etapa de projeto (MELHADO, 2005).

Compatibilizar projetos é verificar se os componentes dos sistemas ocupam espaços conflitantes entre si e, assim, garantir que os dados compartilhados tenham conexão e sejam seguros até o término do projeto (GRAZIANO, 2003). Para isso, é necessário a participação dos diversos projetistas envolvidos nas etapas de planejamento e execução do empreendimento, o que resultará em maior entendimento das etapas construtivas, permitindo, assim, a elaboração de projetos com o menor número de incertezas e com a maior proximidade da realidade (NOVAES, 1998).

A compatibilização de projetos prioriza eliminar ou minimizar os conflitos entre os projetos referentes a determinada obra, simplificando e otimizando a utilização de materiais e mão de obra, bem como a subsequente manutenção (VANI, 1999).

O compatibilizador de projetos, portanto, é aquele que consegue compreender o raciocínio conceitual e levar a informação dimensional para discussão, tendo assim uma importância adicional além daquela de sobrepor desenhos, até então comumente praticada (FERREIRA, 2001).

Dentro do processo de compatibilização, quanto mais forem as sobreposições entre o projeto arquitetônico e os demais projetos complementares, maior é o grau de assertividade da etapa construtiva e maior é o esclarecimento das informações entre os profissionais (FETZ, 2009).

A relevância da compatibilização pode ser notada através dos desperdícios que a falta desta pode causar. Rodriguez (2005) afirma que a falta de compatibilização pode contribuir para a elevação de custos devido ao desperdício com:

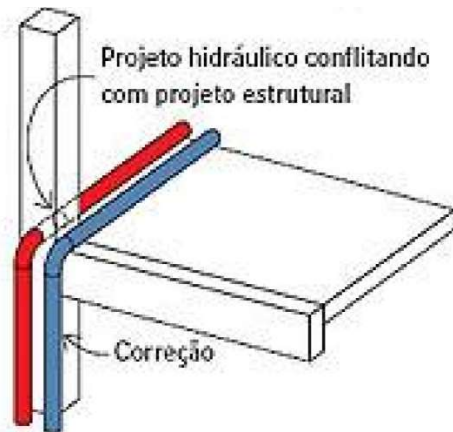
- Superdimensionamento ou subdimensionamento dos sistemas;
- Atrasos e retrabalhos devido a interferências entre os projetos, ou por falta ou incorreção de informações;
- Desperdícios de recursos materiais e de mão de obra para a operação e a manutenção.

Para Mikaldo Jr. e Scheer (2008) a verificação dos projetos pode ser realizada a partir da sobreposição de plantas em 2D em software CAD, com auxílio de checklist, bem como com uso de software de integração tridimensional.

A compatibilização de projetos através da superposição de plantas em 2D tem fortes limitações, principalmente entre as interfaces dos projetos hidrossanitários e elétricos, devido à dificuldade de visualização de tubos e eletrodutos, fazendo com que sejam detectadas apenas incompatibilidades mais evidentes (SOUSA, 2010).

Durante o processo de construção, o BIM pode ser uma ferramenta extremamente importante para eliminar erros no início do projeto e determinar métodos de construção e melhor custo benefício (DAMIEN; YAN, 2007 apud SOUSA, 2010). Como ferramenta de compatibilização, todos os aspectos da construção são modelados em 3D e, com isso, são identificados os conflitos geométricos entre os elementos da construção (Figura 3.2), bem como as áreas do projeto em que estão faltando detalhamentos.

Figura 1 - Interferência entre projetos



Fonte: Garbini, 2012

A tabela 1 a seguir mostra um check list usado para auxiliar a compatibilização de projetos.

Tabela 1 - Check List de compatibilização

EMPRESA RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DO PROJETO:		PROJETO INSPECIONADO:					
CR do EMPREENDIMENTO:	ETAPA DO PROJETO:	FOLHA/REVISÃO RECOMENDADA:					
DATA DA INSPEÇÃO:	RESPONSÁVEL PELA INSPEÇÃO:	VISTO:	NÚMERO DE REVISÃO UTILIZADO PARA INSPEÇÃO :				
Tipo de Projeto	Tipo de Projeto	Não Aplic.	Tamanho da Amostra	Conforme	Não Conforme	Descrição da Não Conforme	
Arquitetura	Estrutura						
Espessura de Alvenaria	Espessura de viga						
Altura de Forros	Espessura de Viga						
Pé Direito Livre na Garagem	Altura das Vigas						
Dimensões de Shafts	Dimensões de Furos em lajes						
Arquitetura	Instalações						
Espessura de Alvenaria	Seção e Crusamento de Tubulação						
Altura entre Forros	Altura de Tubulação						
Localização de Fixadores de	Posições de Tubulação						
Localização de Vagas na Garagem	Localização de CXS. De Passagem. Possos de Recalque						

Fonte : FONTENELLE, 2002.

2.3 BIM, CONCEITOS E VANTAGENS

A modelagem da construção (BIM) pode ser considerada uma transição significativa na prática de projeto, pela amuição parcial do detalhamento de modelos de uma edificação no nível de construção. Além de ser um modelo de visualização do espaço projetado, é um modelo digital que contém um banco de dados que agrega informações para diversas finalidades, tais como aumento da produtividade e racionalização do processo (CRESPO; RUSCHEL, 2007).

Segundo Brito e Takii (2015), A tecnologia BIM surgiu de forma inovadora para transformar o modo de construção e visualização dos projetos, onde é elaborado um projeto virtual de uma construção, através de um modelo tridimensional, simulando uma edificação antes dela ser construída com todos os seus componentes e informações.

De Goes (2011), salienta que o sistema BIM é uma evolução do sistema CAD, pois a tecnologia BIM possibilita a elaboração de projetos em modelos 3D, permitindo que projetistas de várias áreas distintas, como arquitetônico, estrutural, elétrico, hidráulico, trabalhem juntos em uma mesma plataforma, atribuindo informações que agregam qualidade e agilidade para as etapas de construção.

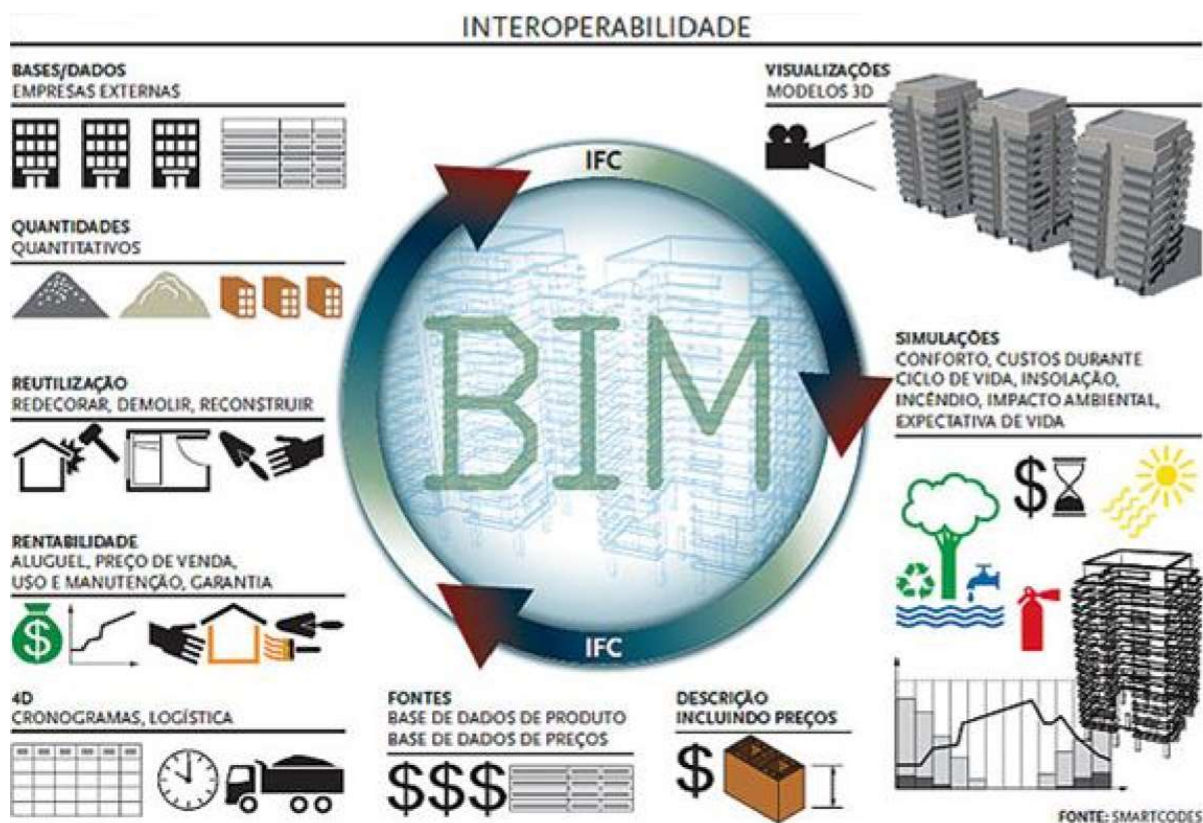
Mattos (2014) faz referência à evolução da modelagem BIM, que tem inovado os campos da engenharia e arquitetura, permitindo uma visão mais clara e objetiva de desenhos e projetos. Começando com o modelo 3D, em que há consolidação dos projetos em um ambiente virtual em três dimensões, é possível identificar inconsistências entre os projetos, o que facilita a manutenção e as alterações por parte do projetista.

Ao passo que o modelo 3D CAD traz apenas coleções de pontos, linhas, formas 2D e 3D e volumes, no conceito de BIM tais parâmetros geométricos podem também ter significado simbólico ou abstrato, assim como dados quantitativos ou qualitativos (YAN; DAMIAN, 2008).

O Modelo de Informações da Construção, possui um espaço onde ficam armazenados dados que configuram uma base de dados ou mais conceitualmente formulado, como um modelo de informações. Esse espaço é mais do que necessário, uma vez que durante o processo de construção de um empreendimento são gerados grandes volumes de informações de diversas fontes que precisam de uma estrutura de dados para que possam ser armazenados organizadamente para futuramente, alimentarem as fases do empreendimento (FERREIRA, 2001). O banco de dados do sistema BIM, exibe a geometria dos elementos construtivos em 3 dimensões e ainda armazena seus atributos, transmitindo mais informações que um software CAD, por exemplo (COELHO; NOVAES, 2008).

A criação do modelo BIM se dá em um sistema composto por vários tipos de segmentos, com diferentes objetivos e partes de informação, mas dependentes entre si (Figura 4), devendo haver uma colaboração e compartilhamento de dados, ocorrida sem sobressaltos para garantir que o significado não seja prejudicado. Ayres Filho (2009) define terminologicamente como “interoperabilidade”, ou seja, um mapeamento das estruturas internas baseados em um modelo universal.

Figura 2 - Fluxograma BIM



Fonte: (ROSSO, 2011)

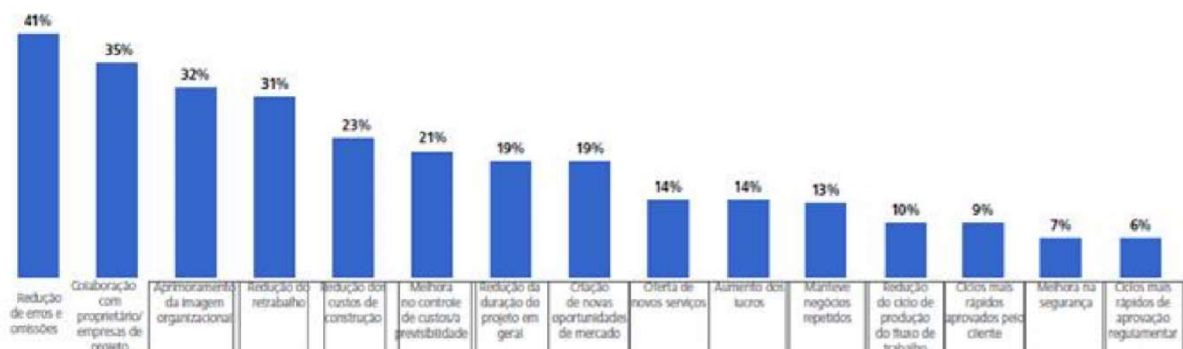
É possível dizer que na modelagem BIM, o desenho é “inteligente”, pois uma vez que o desenho foi representado, o projetista atribui-lhe propriedades (parametrização) que são salvas no mesmo arquivo eletrônico, gerando automaticamente, a legenda da prancha e os quantitativos de materiais, que posteriormente serão repassados para a equipe orçamentista (FARIA, 2007). Então, para a realização da modelagem de processos e atividades no sistema BIM, é necessária uma minuciosa identificação de todos os insumos que fazem parte do

processo de desenvolvimento do produto e a compreensão do seu inter-relacionamento, precedência e contexto, além da utilização de uma terminologia adequada, que alcance todos os envolvidos no desenvolvimento do produto (ARAUJO et al, 2001 apud ROMANO; BACK; OLIVEIRA, 2001).

O principal benefício do modelo BIM é consequência da habilidade de partilhar um único modelo digital integrado e consistente, que tem capacidade de suportar todos os aspectos no ciclo de vida do projeto na construção (CRESPO; RUSCHEL, 2007). De acordo com Ferreira (2007), o sistema BIM reflete suas vantagens muito além da modelagem de um produto, pois procura englobar todos os aspectos relativos ao empreendimento, desde produtos e processos, até a documentação.

Ainda, simplificando, para Eastman et al. (2014) o BIM promove a colaboração entre os participantes do projeto de forma mais clara, minimizando erros e modificações em obra, resultando em um processo de entrega mais eficiente e confiável, reduzindo o tempo e o custo total da edificação. A figura 5 mostra a percentagem de empreiteiros que citam benefícios do BIM como um dos três principais para a sua empresa. Destaca-se, em primeiro lugar, a redução de erros e omissões, devido ao compartilhamento de informações em um único projeto; seguido de colaboração com proprietário/empresa de projeto pois a comunicação entre ambos é mais clara e eficiente; em terceiro lugar, fica o aprimoramento da imagem organizacional, pois com know-how na área a empresa ganha vantagem competitiva em suas estratégias de marketing; e, em quarto lugar, a redução dos retrabalhos, devido a existência da edificação virtual.

Figura 3 - Benefícios do BIM para empreiteiros



Fonte: (SMARTMARKET REPORT, 2012)

O BIM facilita interações de diferentes ferramentas de projeto, melhorando a disponibilidade da informação entre ela. Além disso, este sistema tem a habilidade de eliminar

inconsistências entre plantas, cortes e elevações, uma vez que os desenhos são gerados a partir de um modelo. Ainda nesse contexto, segundo Blanco (2011), com BIM é possível reduzir a redundância de informações na modelagem e o potencial de erro nas várias etapas da construção devido a inserção de diversas informações em um único projeto e o compartilhamento dessas entre os usuários envolvidos no processo. Isso ocorre pelo fato de o empreendimento ser construído virtualmente, podendo-se antecipar incompatibilidades entre os desenhos.

2.4 SOFTWARE REVIT

A empresa PTC (Parametric Technology Corporation), foi a desenvolvedora do software Revit, o software tinha como objetivo a criação de um modelo 3D a partir de um projeto arquitetônico em 2D, proporcionando informações do modelo e da construção. A Autodesk comprou a empresa Massachusetts-based Revit Technologies Corporation no ano de 2002 e investiu em melhorias do software (VOLPATO, 2015).

O Revit é considerado o software com maior importância no mercado da tecnologia BIM, segundo pesquisas do Instituto Bramante (2016). O Revit trabalha com uma interface semelhante ao AutoCAD, o que facilita a visualização do modelo e possibilita ao usuário a navegar por diversas posições do projeto.

O Revit é uma ferramenta que utiliza um novo conceito, o BIM, com o qual os edifícios são criados de uma nova maneira. Os arquitetos não estão mais desenhando vistas 2D e um edifício 3D, mas projetando um edifício 3D virtualmente de acordo com Claudia (Netto, 2015, p.19). Ainda para o mesmo autor, o Revit traz vários benefícios como:

- Examinar o edifício de qualquer ponto.
- Testar, e analisar o edifício.
- Verificar interferências entre as várias disciplinas atuantes na construção.
- Quantificar os elementos necessários à construção.
- Simular a construção e analisar os custos de cada uma das fases.
- Gerar uma documentação vinculada ao modelo, que seja fiel a ele.

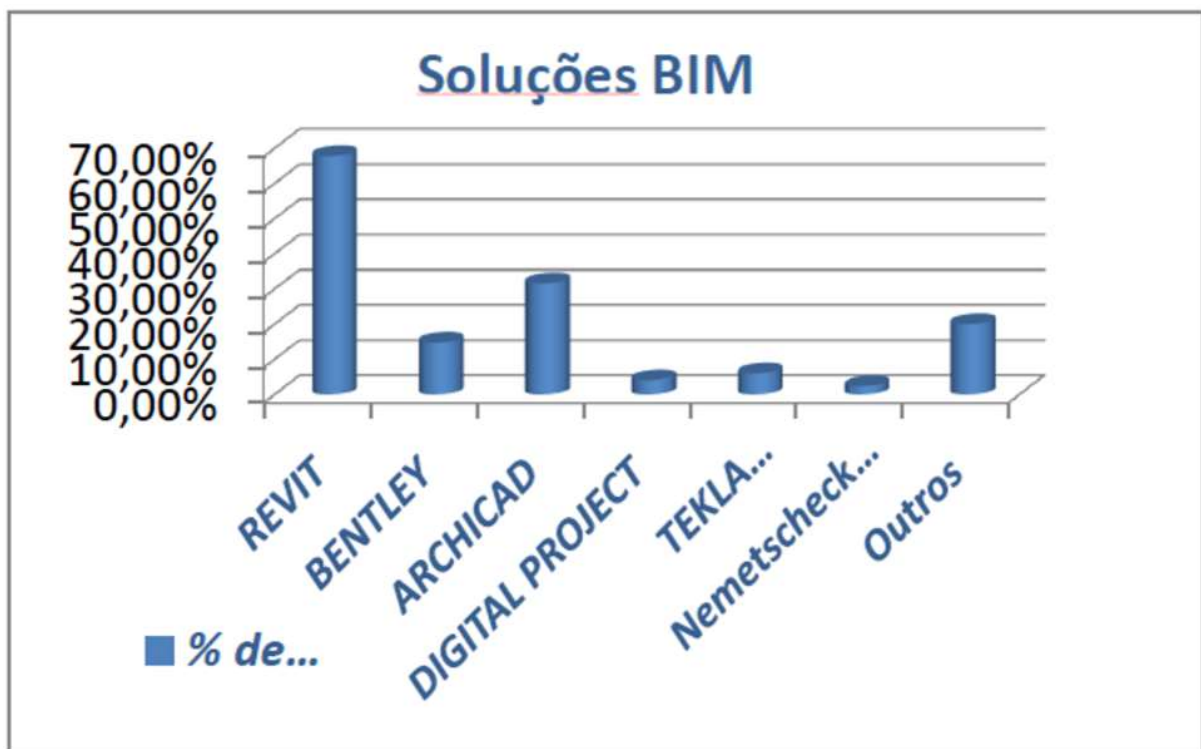
A Autodesk é considerada como líder nesse segmento, por produzir vários programas baseados nesse conceito. E pela vasta utilização do AutoCad, o Revit, mostra-se mais vantajoso, por apresentar comandos semelhantes aos do AutoCad (COSTA, 2013). BALEM (2015) salienta que para a integração de todos os projetos, a Autodesk criou além do Revit Architecture de modelagem 3D, o Revit MEP de instalações Hidráulicas e elétricas, Revit Structure de estruturas e Revit LT que é um software econômico de BIM. Nesses modelos, todas as folhas

de desenhos, vistas 2D e 3D e tabelas consistem em representações das informações do modelo de construção.

O Revit ainda permite a integração do modelo 3D com softwares de gerenciamento e coordenação de projetos, segundo Netto (2015) essa integração faz com que o gerenciamento da construção seja mais eficiente pois é possível fazer a revisão de um modelo 3D, que facilita a detecção entre o projeto arquitetônico e os projetos complementares.

Maria (2008) apresenta os resultados de uma pesquisa realizada no mês de junho de 2007 com um grupo que assinava a AECbytes pela internet na qual 651 responderam como utilizavam e avaliaram as soluções BIM. Essa pesquisa revelou que na época, dos softwares que contemplavam o BIM, o Revit era o mais utilizado (com quase 70%), seguido do ArchiCad, com 30% (Figura 6). Para a autora, esse resultado favoreceu o Revit, por ofertar mais soluções em uma única plataforma: Arquitetura, MEP e estrutura, além de um gerenciador de dados, tratando-se de uma solução completa da Autodesk.

Figura 4 - Utilização de soluções BIM.



Fonte: Maria, 2008

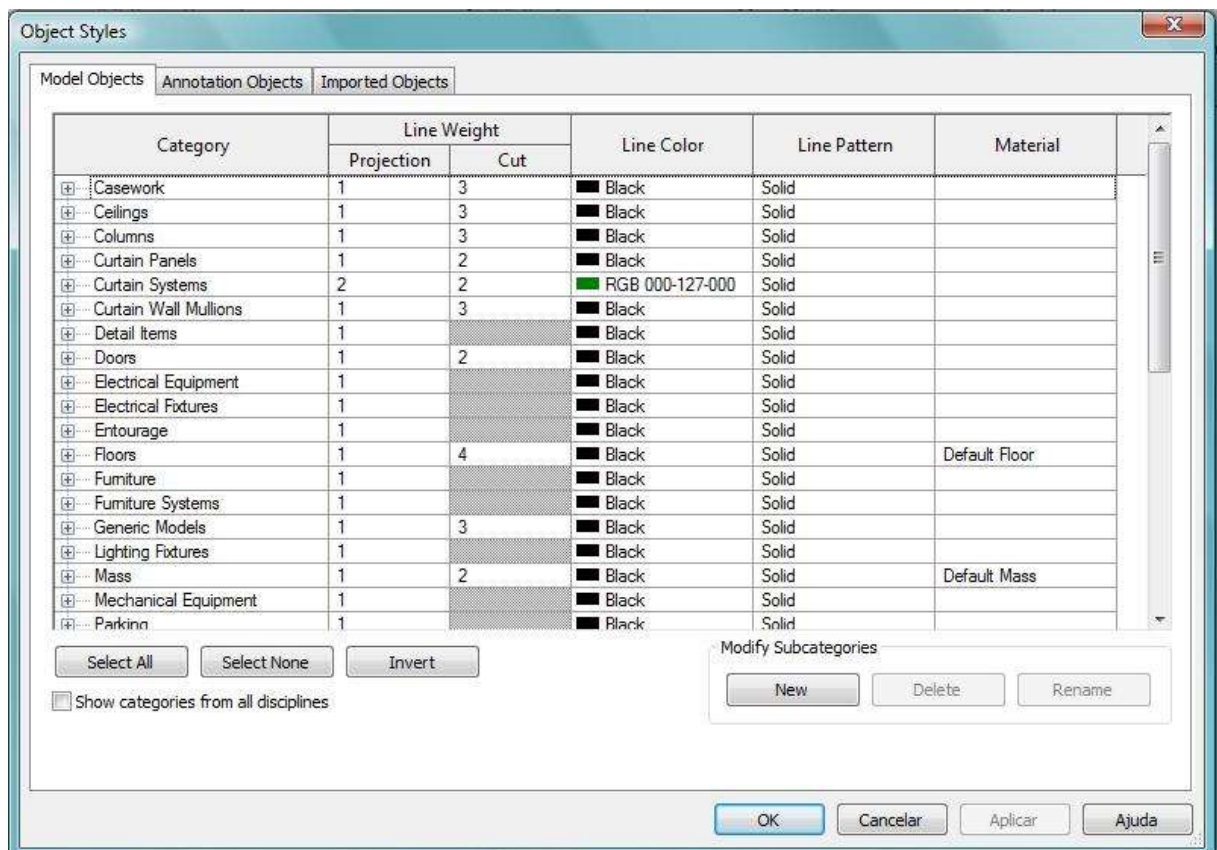
O nome Revit vem das palavras em inglês “Revise Instantly” que significam Revise Instantaneamente, ou seja, ao desenhar no Revit, as alterações de um objeto se dão

instantaneamente em todos os objetos iguais de maneira simultânea e em todas as vistas de projeto Netto (2015).

Os elementos projetos no Revit funcionam parametricamente, Netto (2015) explica que dessa forma cada objeto de uma classe pode variar de acordo com seus parâmetros e condições relacionada a outros objetos. Um exemplo disso é que uma parede está conectada ao telhado e havendo modificação na altura do telhado, a parede se acompanhara essa modificação.

O programa é dividido em famílias de objetos da construção como, por exemplo, paredes, pisos, portas, etc. Cada elemento desses, tem suas propriedades paramétricas fixas, onde o usuário pode somente modificar valores BALEM (2015). A figura 5 pode se visualizar a na primeira coluna, algumas famílias de objetos do Revit 2018.

Figura 5 - Categoria de objetos.



Fonte: Revit, 2018

2.5 TRABALHOS RELACIONADOS COM O TEMA

2.5.1 Avaliação da metodologia BIM para a compatibilização de projetos

Essa pesquisa se propõe a avaliar a metodologia BIM (Building Information Modeling) no processo de compatibilização de projetos, buscando identificar os aspectos positivos e relevantes desse sistema e as dificuldades de sua implantação na construção civil nacional.

Essa pesquisa tem como objetivo:

- a) avaliar o potencial de um software com interface BIM para o processo de compatibilização de projetos.
- b) utilizar como objeto de estudo uma edificação, compatibilizando-a dentro da metodologia BIM.
- c) identificar erros recorrentes de incompatibilidades no projeto e verificar se o método proposto é adequado para que tais incompatibilidades sejam detectadas.
- d) contribuir para o processo de desenvolvimento da metodologia BIM e sua efetiva utilização na construção civil, discorrendo sobre suas vantagens como alternativa aos processos tradicionais de projeto.

No cenário atual da construção civil parte da edificação não é produzida no canteiro de obras, mudança no projeto pode acabar comprometendo a qualidade da edificação, como grande parte dos erros está na compatibilização do projeto, a ferramenta BIM vem para reduzir os retrabalhos em obra uma vez que possibilita melhor compatibilização dos projetos conseguindo ver interferência entre os mesmos ainda na fase de projeto.

Diante dos objetivos identificados, buscou-se organizar a metodologia levantando evidências que sustentem a proposição de que o BIM como metodologia de compatibilização é eficiente.

- Revisão da literatura a fim de fundamentar o processo de compatibilização dentro do processo de projeto, tecnologias envolvidas, conceituação do BIM.

- Realização de um estudo de caso com um projeto existente, lançando-o em um software com interface BIM

O número de interferências aparentemente é pequeno, porém conduz a avaliação positiva do método, considerando que não foram avaliados projetos de hidráulica, ar condicionado e elementos não geométricos (simbologia). Isso provavelmente aumentaria consideravelmente o número de incompatibilidades, sabendo-se que os projetos de instalações são os que mais demandam esse tipo de problema.

O objetivo proposto foi alcançado através do estudo de caso, onde as incompatibilidades encontradas, classificadas por tipologia, mesmo sendo poucas, contribuíram positivamente para

esse resultado, expondo a facilidade como um programa com interface BIM pode detectar interferências entre diferentes projetos.

Fonte: Eveline N. (2013)

2.5.2 Vantagens da compatibilização de projetos na engenharia civil aliada ao uso da metodologia BIM

No cenário atual da construção civil, devido à grande demanda de obras e aos curtos prazos a elas estabelecidos, é recorrente a verificação de altos índices de retrabalhos nos canteiros. Este fator pode ser atribuído, muitas vezes, à carência de profissionais especializados em compatibilização de projetos e à negligência na execução dos projetos no canteiro de obra.

O presente trabalho tem como objetivo geral apresentar a importância do processo de compatibilização de projetos, enfatizando o BIM como metodologia de gerenciamento de projetos. Objetivos específicos:

- Elencar as vantagens da compatibilização de projetos;
- Apresentar os riscos da elaboração independente de projetos na construção civil;
- Expor conceitos de Engenharia Simultânea;
- Expor conceitos e ferramentas disponíveis para a metodologia BIM;
- Relacionar a compatibilização de projetos com a metodologia BIM;
- Revisar conceitos do software Revit (Autodesk), baseado no uso da metodologia BIM;
- Realizar um estudo de caso avaliando os principais problemas gerados em uma obra, de um prédio residencial de dezenove pavimentos, localizada na cidade de Porto Alegre/RS, pela incompatibilidade entre os projetos.

No meio da construção civil, é crescente o índice de retrabalho devido à carência de profissionais especializados em compatibilização de projetos e à negligência na execução do projeto no canteiro de obra. Por isso, o estudo de caso realizado neste trabalho busca apresentar informações acerca dos desperdícios no decorrer de uma edificação, propondo soluções a partir de ferramentas modernas e mais eficientes.

Em apenas cinco meses de acompanhamento de obra foram encontrados vários problemas que geraram retrabalho, o que torna evidente a falta de compatibilização de projetos que além de gerarem atraso na entrega da obra, também geram custos adicionais no valor de construção do empreendimento.

É possível concluir que apesar das barreiras e dificuldades verificadas para a implementação da plataforma BIM, atualmente é inegável o fato de que essa será, em pouco

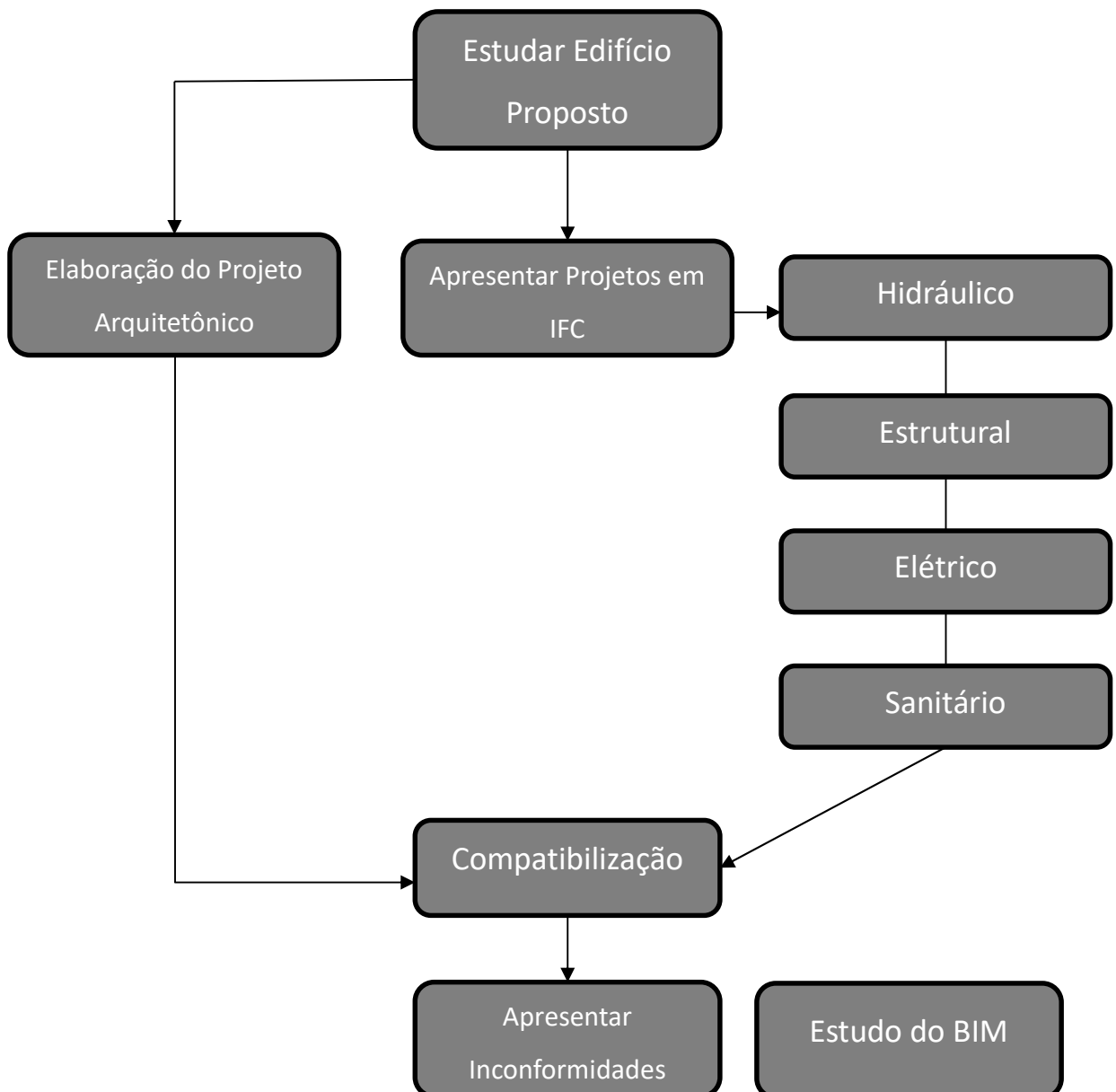
tempo, indispensável para a obtenção de uma modelagem eficiente e de fácil compreensão para clientes, projetistas, construtores e empreiteiros.

A compatibilização de projetos é uma prática muito importante para a obtenção de qualidade de construção, tanto pela otimização de recursos e quanto pela confiabilidade no cronograma, não podendo ser menosprezada enquanto técnica.

Fonte: BALEM (2015)

3 METODOLOGIA

Com o intuito de alcançar os objetivos e solucionar as dúvidas relacionadas às a compatibilização de projetos na construção civil, e esclarecer os aspectos inerentes à metodologia BIM, foi realizada a compatibilização entre os projetos arquitetônico e complementares utilizando uma ferramenta BIM.

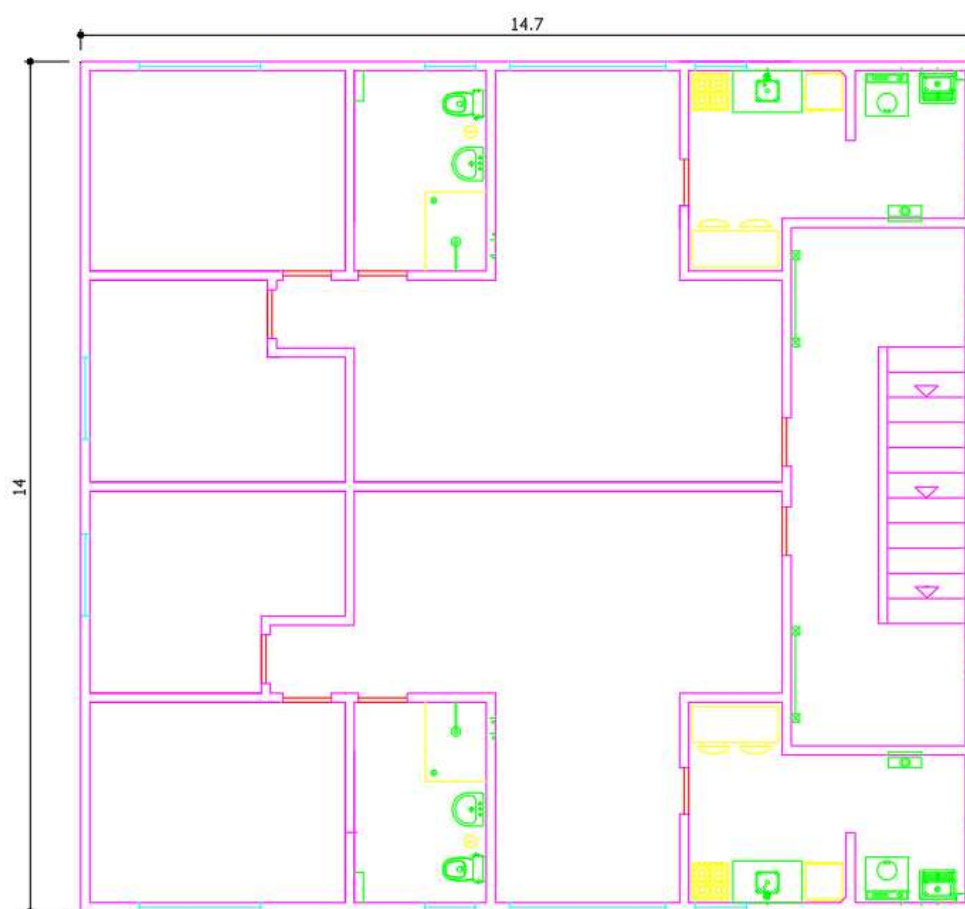


O objeto de estudo desse trabalho é um edifício multi familiar localizado na cidade de Caldas Novas – GO, possui 350m² de área construída sendo utilizado 205m² pelo prédio.

3.1 Projeto arquitetônico

O edifício possui 3 pavimentos sendo o térreo destinado a garagem e os outros dois pavimentos destinados a apartamento, onde cada pavimento possui dois apartamentos e um lance de escada. Os apartamentos são compostos por dois quartos um banheiro, sala de jantar, sala de estar, cozinha e lavanderia tudo isso em 85m².

Figura 6 – Planta baixa projeto arquitetônico.

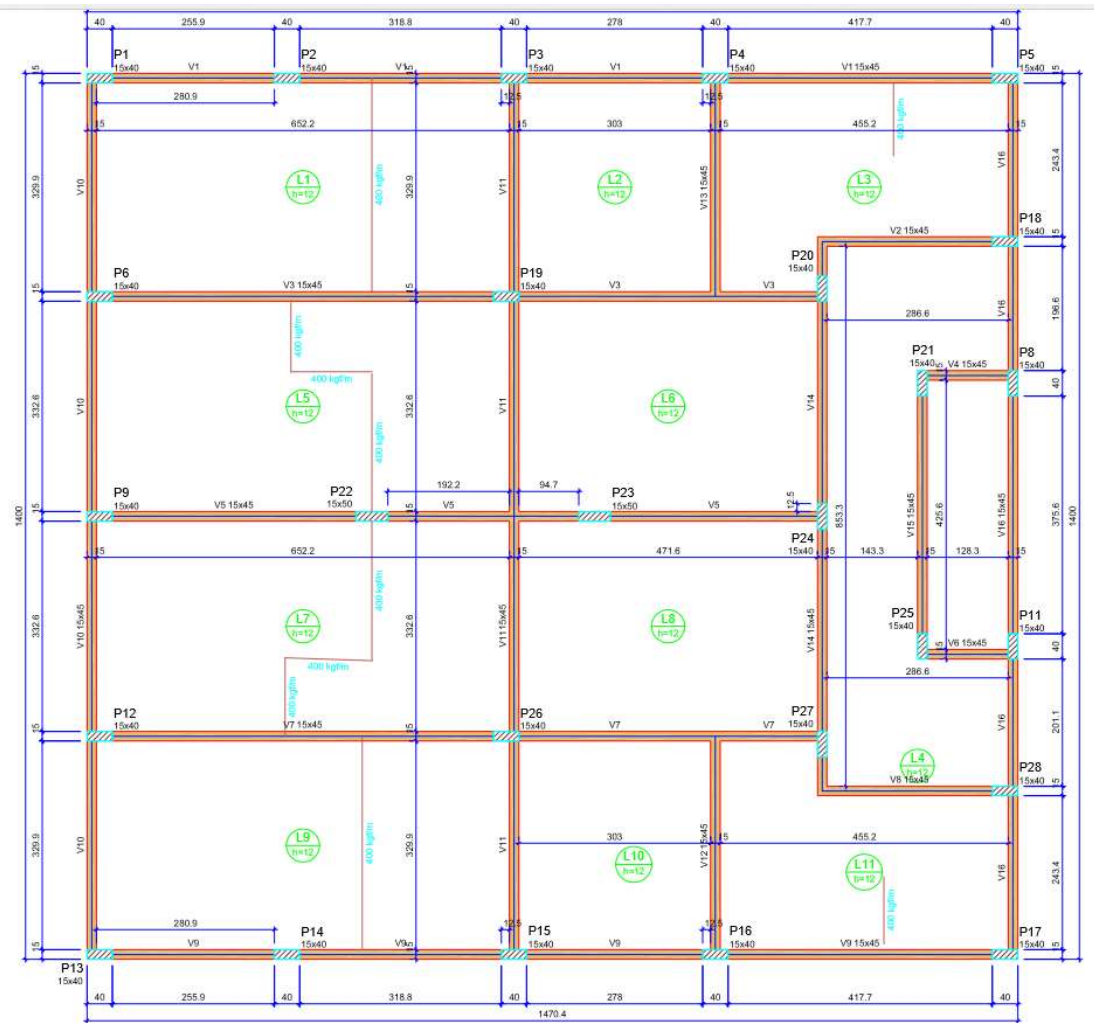


Fonte: Próprio autor, 2019.

3.2 Projeto estrutural

A estrutura do edifício está formada por pilares e vigas de concreto armado. A maioria dos pilares possui dimensões de 15x40 e 15x50cm, as vigas são de dimensões variadas. As lajes são maciças de concreto armado com espessura de 12 cm.

Figura 7 - Projeto estrutural

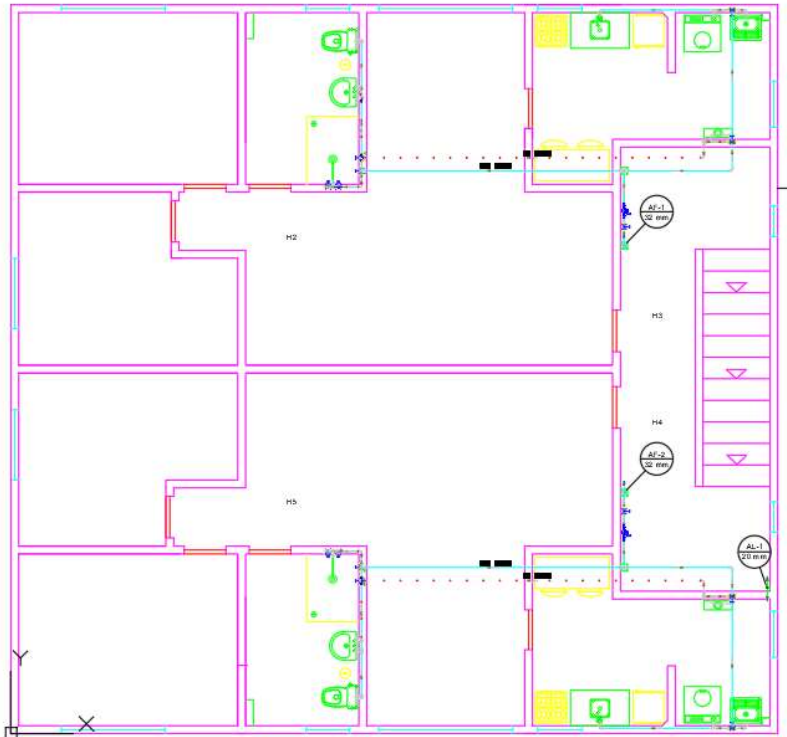


Fonte: Próprio autor, 2019.

3.3 Projeto hidráulico e sanitário

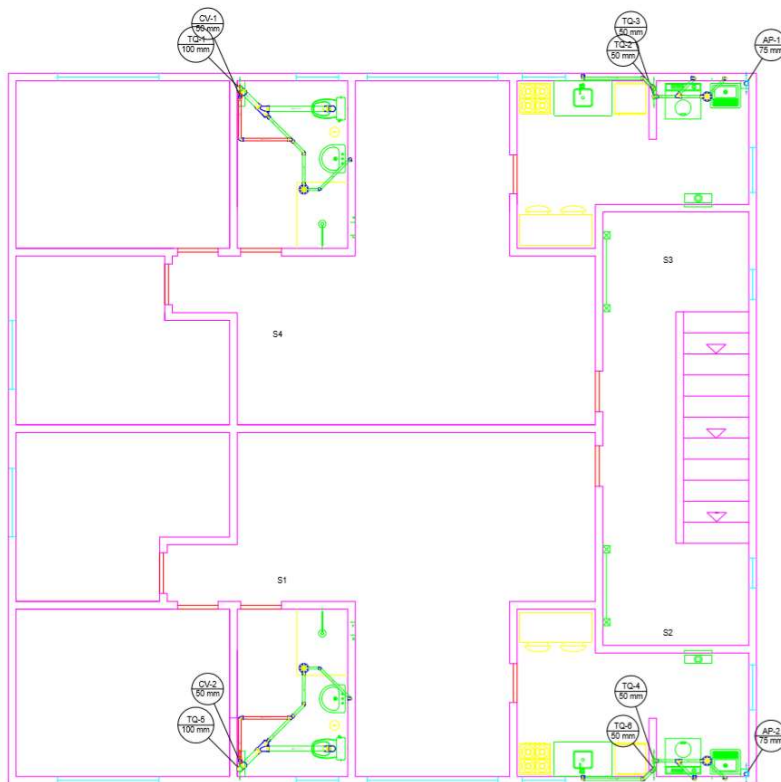
O edifício possui um reservatório de água de 20m³ e uma cisterna enterrada na parte superior do terreno com capacidade de 60m³ para abastecimento de água. Existem uma prumada de abastecimento de água, com hidrômetros individuais para cada apartamento. Parte da tubulação horizontal está localizada no piso e nas áreas com forro de gesso, localizadas no entre forró. O material usado para o abastecimento de água fria e quente foi o tubo flexível de polietileno reticulado.

Figura 8 - Projeto Hidráulico



Fonte: Próprio autor, 2019.

Figura 9 - Projeto sanitário

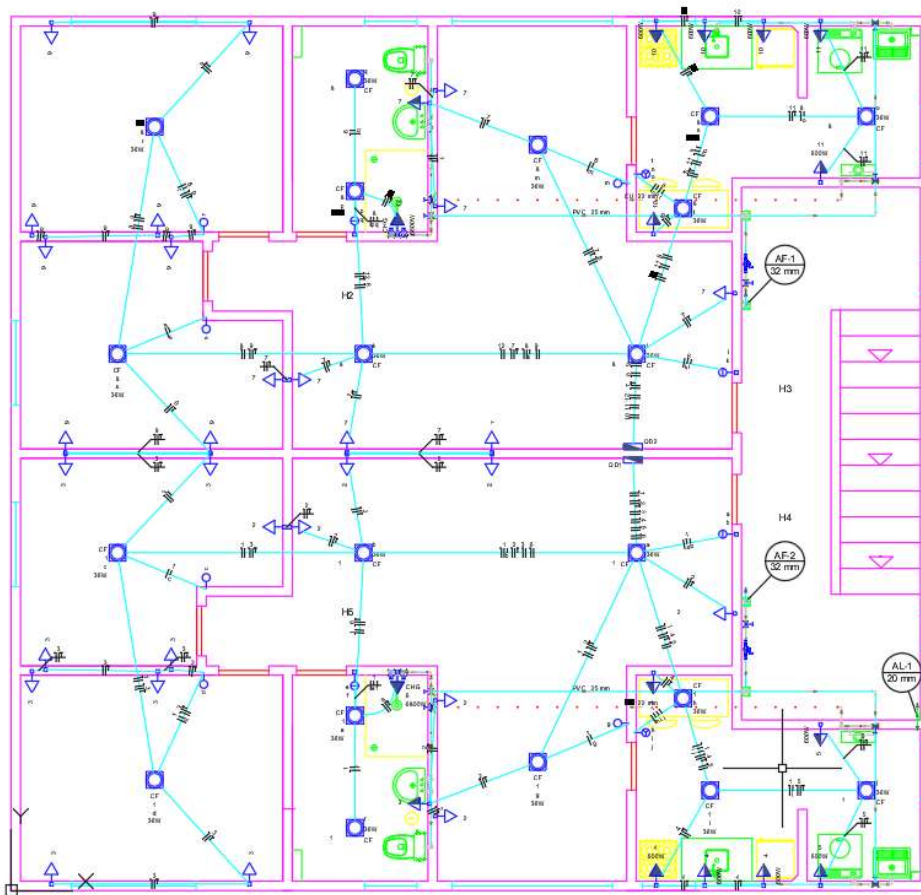


Fonte: Próprio autor, 2019.

3.4 Projeto elétrico

A alimentação do bloco exigiu o uso de cabeamento subterrâneo, de modo evitar postes e fiação aérea que causariam grande impacto visual no conjunto. Nos apartamentos foram utilizados eletrodutos flexíveis, de acordo com o projeto luminotécnico.

Figura 10 - Projeto Elétrico.



Fonte: Próprio autor, 2019.

4 RESULTADOS E DISCUÇÕES

4.1 ESTUDO DAS INCOMPATIBILIDADES

Este método busca analisar as incompatibilidades físicas e funcionais entre os projetos, de modo a verificar os elementos conflitantes entre o projeto arquitetônico e os projetos complementares. A verificação de incompatibilidades no estudo de caso foi realizada a partir do agrupamento entre os projetos utilizando o Revit como ferramenta BIM. Os projetos complementares foram atualizados em softwares da AltoQi e exportados no formato IFC, posteriormente foram importados no Revit para que por meio da projeção 3D fosse verificado os conflitos existentes entre os projetos.

A Tabela 2 possibilita detectar conflitos entre os projetos hidráulico e estrutural além contabilizar quantas vezes os mesmos ocorrem. Apresentam-se ainda, na última coluna desta tabela, propostas para solucionar ou tornar compatíveis os respectivos itens de projeto analisados.

Tabela 2 - Verificação de incompatibilidades os projetos complementares estrutural e hidráulico.

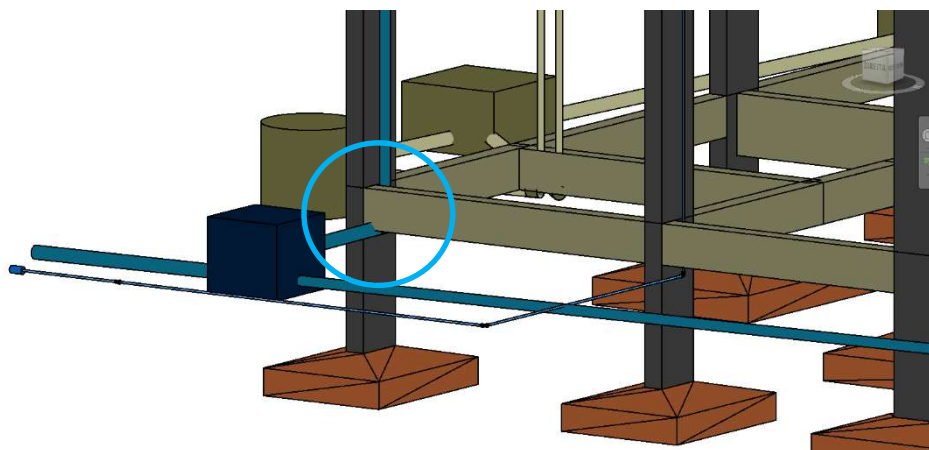
Item	Projetos	Inconformidade	Número de Repetições	Possível Solução
1	Estrutural / Hidráulico	Viga baldrame – 4 e 2 com tubo de queda de esgoto	2	Prolongar o tubo de queda 20 cm para baixo
2	Estrutural / Hidráulico	Viga baldrame – 4 e 2 com tubo de queda para caixa de esgoto	2	Prolongar o tubo de queda 20 cm para baixo
3	Estrutural / Hidráulico	Viga 7, com os tubos de queda de água e gordura	2	Alocar as tubulações em um chafit próximo ao pilar do banheiro
4	Estrutural / Hidráulico	Viga baldrame – 4 e 2 com tubo de	2	Alongar o tubo de queda 20 cm para baixo

		queda de esgoto do banheiro		
5	Estrutural / Hidráulico	Viga baldrame – 1 com tubo de queda de águas pluviais	1	Prolongar o tubo de queda 20 cm para baixo
6	Estrutural / Hidráulico	Coletor de esgoto do banheiro e da cozinha com vigas	8	Mover o coletor de esgoto para frente da viga, furando a laje.

Busca-se analisar na tabela 1 interferências geométricas e físicas entre os itens que constituem o projeto estrutural e hidráulico.

Nas Figuras 11, Figura 12 e Figura 13 é possível ver as interferências existentes entre o projeto estrutural e o hidráulico, nota-se facilmente que os tubos de queda de esgoto provenientes da área de serviço, cozinha, banheiro e também o tubo de queda para água de chuva do telhado estão colidindo com a as vigas baldrame 1,2, 4 e 7.

Figura 11 – Tubo de queda de águas pluvial x Viga baldrame.



Fonte: Próprio autor.

A interseção da tubulação de água pluvial na viga de concreto armado pode ter sido ocasionada pela falta de comunicação entre os projetistas, é muito comum que isso aconteça já que cada disciplina do projeto é feita por profissionais distintos.

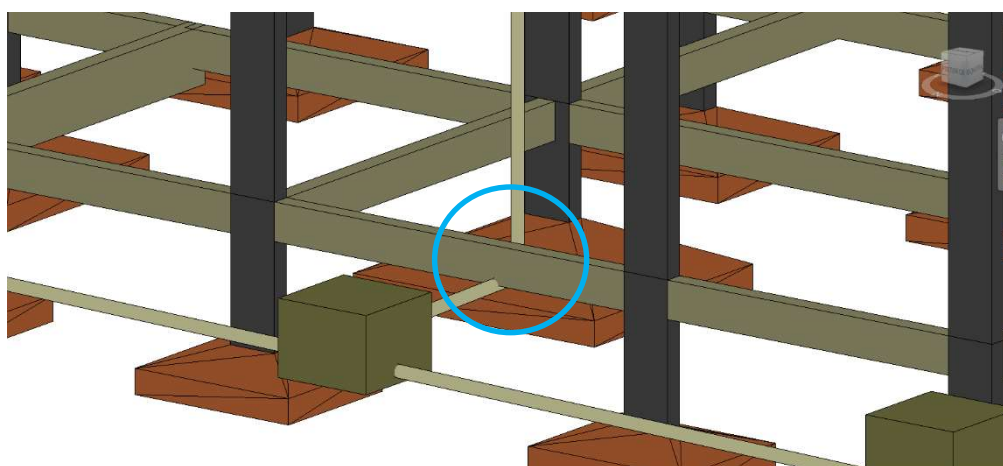
As Figuras 11, Figura 12 e Figura 13 são exemplos da falta de compatibilização entre os projetos ou a má gestão do mesmo, com o BIM erros como esses tem fácil visualização e a

correção ainda na fase de projeto economizaria tempo e dinheiro, já a correção dessas inconformidades na fase de construção ou com o serviço já concluído, implicaria em uma manutenção mais cara e de maior dificuldade.

Uma das possíveis soluções para a incompatibilidade ainda na fase de projeto, seria o relaxamento da tubulação de águas pluviais, já que a interferência está localizada na viga baldrame no edifício, o aprofundamento na tabulação para que a mesma não venha entrar em contato com a viga, não implicaria em um grande aumento dos gastos.

Caso o erro não se tenha resolvido o problema ainda na fase de construção, a tubulação provocara reforço mecânico na estrutura, que por sua vez poderá vir a fissurar e comprometer a vida útil de projeto. Será necessário que um profissional em recuperações de estrutura faça um diagnostico afim definir qual a gravidade do problema e elaborar um plano de recuperação.

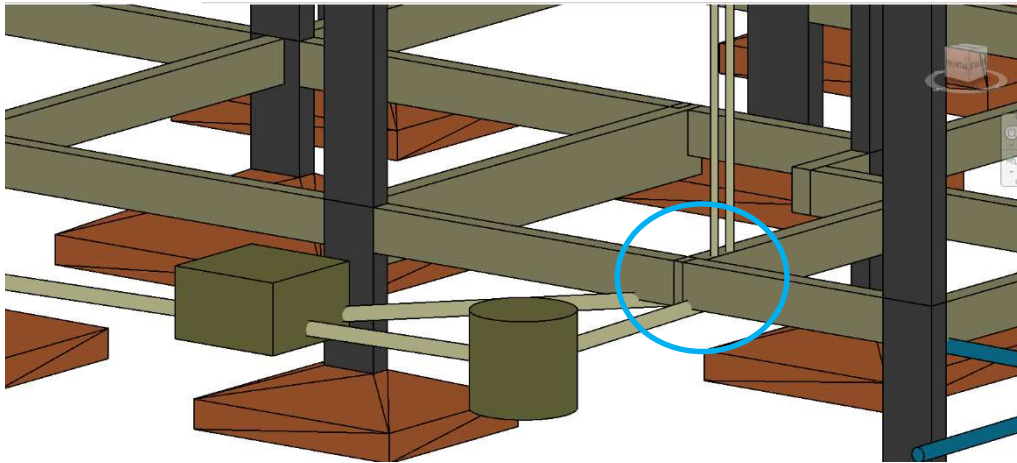
Figura 12 – Tubo de queda de esgoto x Viga baldrame



Fonte: Próprio autor.

Na Figura 12, como citado anteriormente temos o mesmo problema da figura 11, mas para esse caso a interferência com a viga baldrame é causado pelo tubo de queda de esgoto, e poderia ser resolvido da mesma forma na fase de projeto.

Figura 13 – Tubo de queda de esgoto x Viga baldrame

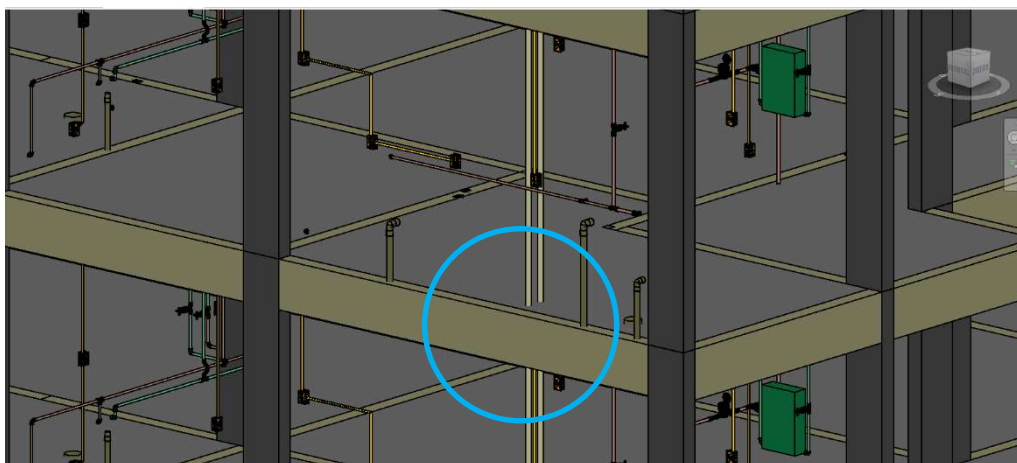


Fonte: Próprio autor.

Já a Figura 14, além do que foi citado a cima, possui dois tubos de queda passando por dentro da viga baldrame, nesse caso a solução para a fase de projeto seria a realocação das tubulações, movendo as mesmas 10 cm para o lado.

Como podemos ver, na Figura 14 temos uma diferença das demais figuras anteriores, nesse caso os tubos de queda não interceptam a vida e sim a laje, os problemas relacionados com esse conflito são os mesmos citados para os casos anteriores. A implantação de um shaft no projeto seria o suficiente para resolver as possíveis patologias que essa interferência causara na laje de concreto armado

Figura 14 – Tubos de queda em interseção com a laje.



Fonte: Próprio autor.

A Tabela 3 possibilita detectar conflitos entre os projetos estrutural e de instalações elétricas além de contabilizar quantas vezes os mesmos ocorrem. Busca-se analisar interferências geométricas e físicas entre os itens que constituem o projeto estrutural e elétrico.

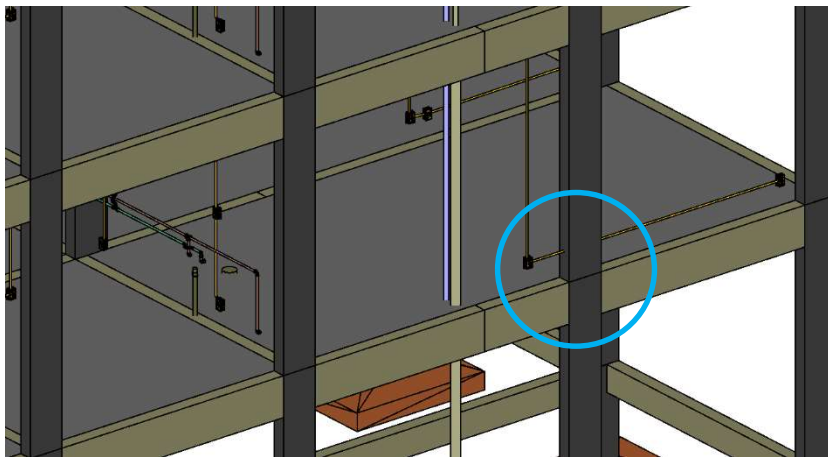
Tabela 3 - Verificação de incompatibilidades os projetos complementares estrutural e elétrico.

Item	Projetos	Inconformidade	Número de Repetições	Possível Solução
1	Estrutural / Elétrico	Pilar 9 e 13 com tubulação elétrica	4	Alongar o eletroduto através do forro

A Figura 15 nos mostra dois erros de projeto, um deles é a interferência entre os tubos de queda (esgoto e água pluvial) com a laje, por se tratar do mesmo problema da figura 14, poderia também ser tomada a mesma solução na fase de projeto.

Já a segunda interferência é a interseção de um eletroduto em um pilar que poderia ser resolvida com facilidade apenas mudando o ponto de distribuição de energia dentro o cômodo para que o eletroduto fosse lançado a partir do forro na fase de projeto, e também nesse caso o engenheiro estrutural que realizou o projeto poderia ser consultado afim de saber se seria possível que o eletroduto passasse por dentro do pilar.

Figura 15 - Incompatibilidades estrutural x elétrico



Fonte: Próprio autor.

A Tabela 4 possibilita detectar conflitos entre o projeto arquitetônico e os projetos complementares além contabilizar quantas vezes os mesmos ocorrem. Apresentam-se ainda, na

última coluna desta tabela, propostas para solucionar ou tornar compatíveis os respectivos itens de projeto analisados.

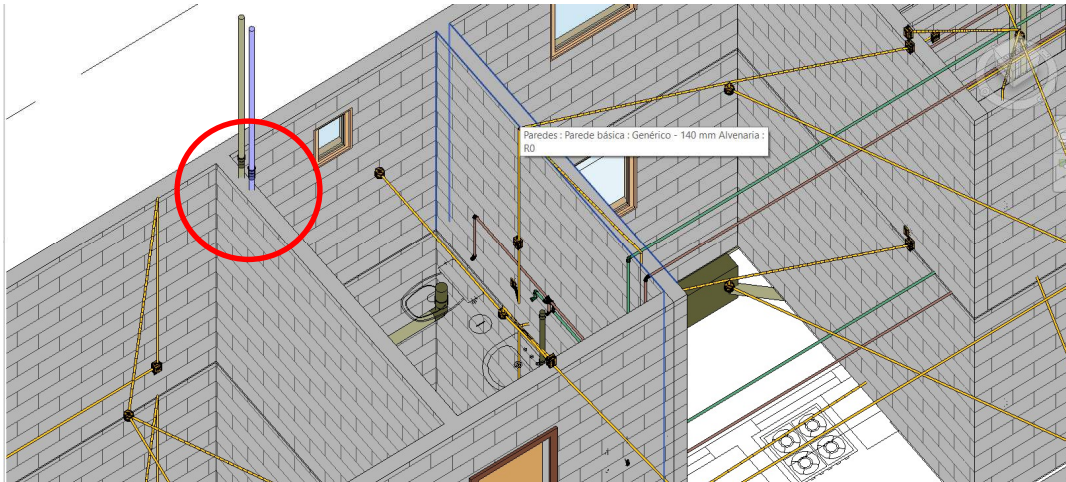
A Tabela 4 mostra as ocorrências de interferências nos projetos como também quais disciplinas estão em inconformidade além da quantidade de vezes que tal erro se repete, o ultimo quadro trata-se de uma possível solução a ser adotada, no caso, a possível solução a ser adotada. As Figuras 16 e Figura 17 mostram uma visualização em 3D das interferências.

Tabela 4 – Verificação de incompatibilidades o projeto arquitetônico e hidráulico.

Item	Projetos	Inconformidade	Número de Repetições	Possível Solução
1	Arquitetônico / hidráulico	Tubo de queda de esgoto alocado dentro da parede	4	Criar um shaft no canto da parede
2	Arquitetônico / hidráulico	Tubo de queda de esgoto no meio do ambiente	4	Criar um shaft no canto da parede

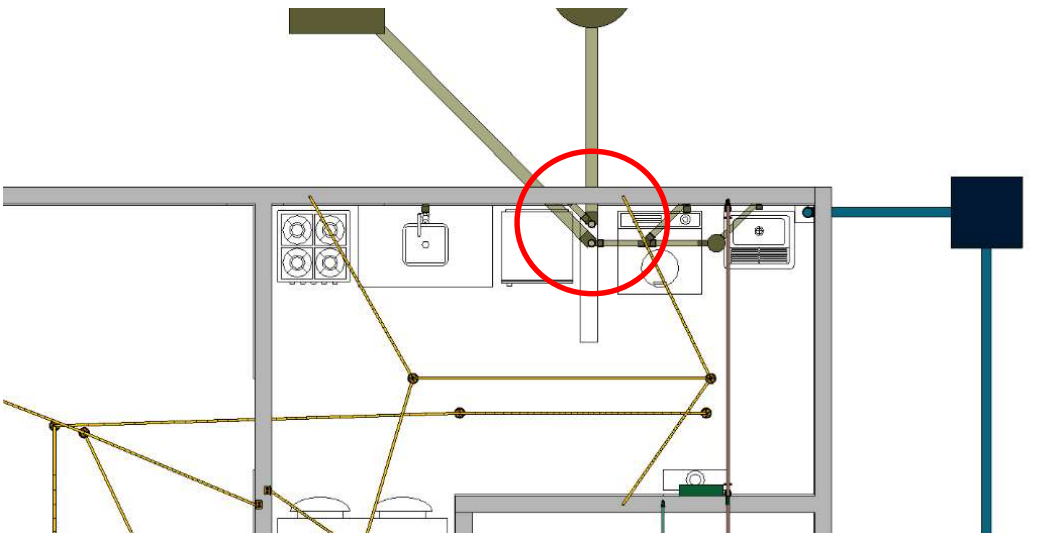
Nas Figuras 16 e Figura 17 pode-se visualizar a tubulação de queda de esgoto proveniente da cozinha e área de serviço, que está no meio de uma parede de alvenaria. Essa interferência pode ocasionar o aparecimento de trincas e rachaduras na parede, já que as tubulações iriam transmitir esforços mecânicos para a mesma. A possível solução a ser adotada é a criação de um shaft entre a cozinha e a área de lavar, para comportar os dois tubos de queda.

Figura 16 - Ausência de shaft no banheiro.



Fonte: Próprio autor.

Figura 17 - ausência de shaft na cozinha /área de lavar.

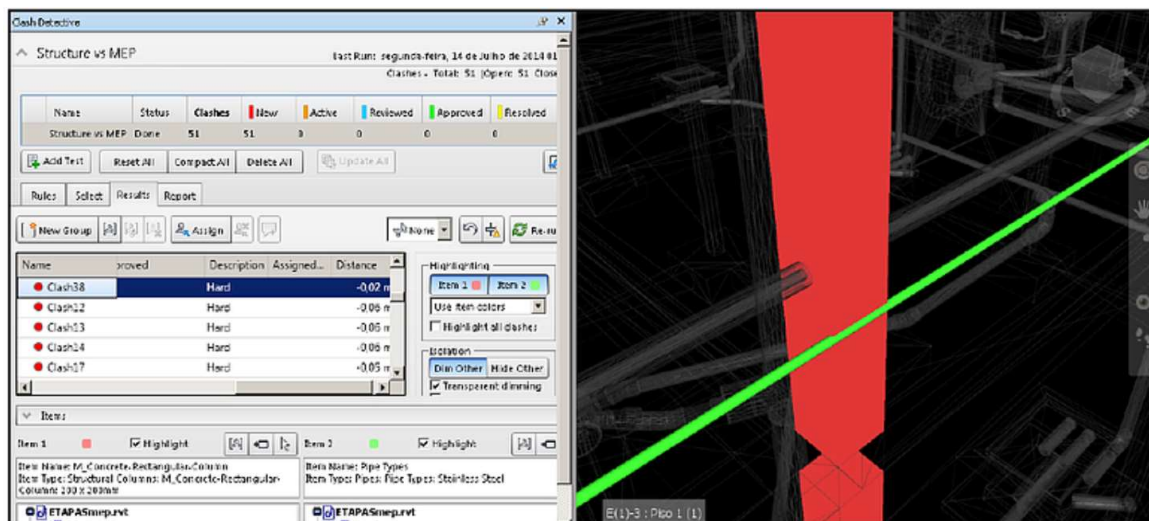


Fonte: Próprio autor.

4.2 FERRAMENTAS BIM PARA A DETECÇÃO DE INTERFERÊNCIAS

A ferramenta de detecção de choques e interferências entre projetos baseada em BIM durante a realização da compatibilização das disciplinas oferece muitas vantagens quando comparada aos métodos tradicionais, ferramentas e programas informacionais de identificação de conflitos como o Navisworks, permitem que a detecção automática de interferências geométricas seja combinada com análises baseadas em regras e semânticas, e assim, a detecção de conflitos ocorre de forma qualificada e estruturada (Fig. 13). Pinto (2019).

Figura 18 - Exemplo de detecção de conflitos utilizando Navisworks



Fonte: BIMExperts (2015)

Essas ferramentas BIM possibilitam que seja checado os conflitos entre as diversas disciplinas de maneira seletiva, como chegar se a interferências entre o projeto arquitetônico e estrutural.

A compatibilização dentro da metodologia BIM pode ser feita de modo integrado, realizando a compatibilização em cada etapa de projeto, bem como de forma separada, gerando arquivos IFC para que os softwares que utilização BIM possa fazer a leitura do projeto.

Softwares como o QiBuilder e Revit possibilitam a criação de projetos integrados, pois permitem que seja feita diversas disciplinas de projeto como, arquitetônico, estrutural, elétrico e hidráulico de forma simultânea, e com isso, podem trabalhar a compatibilização a cada etapa de projeto.

Elaborar os projetos dentro de ferramentas BIM possibilita que o projetista faça a compatibilização dos projetos entre as diversas disciplinas, mesmo que os demais projetos sejam feitos em softwares de outras empresas, para que isso seja possível é necessário que todos os projetos sejam salvos no tipo de arquivo IFC que permite aos diversos softwares BIM partilharem modelos sem perdas de informação. Ou seja, o BIM atua no conceito de interoperabilidade, que é a capacidade de se comunicar com outros sistemas.

Os softwares, que funciona dentro da metodologia BIM, permitem a personalização das regras de compatibilização (como normas de acessibilidade do Corpo de Bombeiros, por exemplo), criar filtros de análise de interferências e gerar relatórios com imagens.

Atualmente os dois principais softwares focados na análise de interferências são Solibri e o Naviswork, eles fazem a leitura dos projetos exportados em IFC e possibilitam que seja feita a verificação de interferências de forma automatizada.

Solibri é considerado um verificador de modelos. Ele possui funções mais sofisticadas, pois permite criar regras mais detalhadas e personalizar filtros para que o sistema faça diversas detecções. Podemos incluir nessas análises: rotas de fuga, acessibilidade, modelo contra os parâmetros do programa de necessidades, atendimento de normas (Prefeitura, Bombeiros e programas como Minha Casa Minha Vida). Além disso, o Solibri também importa modelos, faz checagens, gera relatórios e quantitativos, Gonçalves Jr (2017).

Com o Naviswo é possível importar arquivos e fazer a análise de interferências por meio de objetivos animados. A checagem é automática e o programa tem uma função de coordenação, que gerencia e controla as interferências até a solução desses conflitos. São gerados relatórios com os resultados de testes de conflitos e é possível compartilhar esses cenários com outros usuários e guardar as informações para utilizar em projetos semelhantes. Gonçalves Jr (2017).

5 CONCLUSÃO

Nos últimos anos houve um aumento no número de profissionais especializados em nas diversas áreas que envolve a elaboração de um empreendimento, fazendo com que seja comum a falta de compatibilidade entre os projetos. Nos dias atuais é corriqueiro que haja correções e adaptações nos projetos de um empreendimento já na fase de execução, o que interfere diretamente no cronograma da obra além de muitas vezes descumprir com o orçamento.

Tais fatores comprometem a boa execução do empreendimento, assim como também causa a insatisfação por parte do cliente, por gerar um produto final sem a qualidade esperada e com aumento no custo do mesmo. Isso faz com que abra espaço no mercado para que novas tecnologias sejam lançadas afim de suprir a demanda.

É possível afirmar que a tecnologia BIM é imprescindível para a melhora do cenário atual, por mais que ainda haja dificuldades para a implementação dessa tecnologia, em poucos anos ela estará presente na maioria dos escritórios de projeto do país.

A compatibilização de projetos otimiza o uso dos recursos e aumenta a confiabilidade do cronograma de execução, além das vantagens já citadas, vale ressaltar que a compatibilização também contribui com o meio ambiente, uma vez que evita retrabalhos na execução da obra.

Após a compatibilização dos projetos foram averiguadas varias inconformidades, a maioria dela entre o projeto estrutural e hidráulico, contendo um total de 17 conflitos, entre o projeto arquitetônico e hidráulico foram encontradas 8 inconformidades e nas disciplinas estrutural x elétrico 4 conflitos.

As ferramentas BIM aprimoram a forma de compatibilizar projetos, mostrando ser mais eficiente que os métodos convencionais mais utilizados, proporcionando maior agilidade e facilidade na hora de projetar e corrigir interferências de projeto.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESCRITÓRIO DE ARQUITETURA (ASBEA). Manual de Contratação de Serviços de Arquitetura e Urbanismo. Editora Pini: São Paulo, 1992.
- MELHADO, S. B.; AGOPYAN, V. O conceito de projeto na construção de edifícios: Diretrizes para sua elaboração e controle. São Paulo, 1995.
- SOUZA, A. L. R.; BARROS, M. M. S. B.; MELHADO, S. B. Qualidade, projeto e inovação na construção civil. In: ENCONTRO NACIONAL DA TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO. Rio de Janeiro, 1995.
- 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
- MELHADO, S. B. (coord.) Coordenação de projetos de edificações. São Paulo: O Nome da Rosa, 2005.
- CONSTRUCTION INDUSTRY INSTITUTE. Guidelines for implementing a constructability program. n. 2-3, 2 ed. Austin: University of Texas, 1987.
- HAMMARLUND, Y.; JOSEPHSON, P.E. Qualidade: cada erro tem seu preço. Trad. de Vera M. C. Fernandes Hachich. *Téchne*, n. 1, p.32-4, nov/dez 1992.
- SOUSA JUNIOR, Almir Mariano de; MAIA, Clivia Corina Lima Lobo; CORREIO, Prisciliane Roberta Paula de Azevedo. Compatibilização de projeto arquitetônico, estrutural e sanitário: uma abordagem teórica e estudo de caso. *Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas da Universidade Federal de Santa Maria – Revista Monografias Ambientais*. V 14, n. 2, março de 2014. Santa Maria, 2014.
- SOUZA, Roberto de; MEKBEKIAN, Geraldo; SILVA, Maria Angélica Covelo; LEITÃO, Ana Cristina Munia Tavares; SANTOS, Marcia Menezes dos. Sistema de Gestão da Qualidade para Empresas Construtoras. São Paulo, CTE / SINDUSCON-SP / SEBRAE-SP, 1994.
- TAVARES JÚNIOR, Wandemberg. Desenvolvimento de um modelo para compatibilização das interfaces entre especialidades do projeto de edificações em empresas construtoras de pequeno porte. Dissertação de mestrado em Engenharia. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.
- MIKALDO JR., J. Estudo comparativo do processo de compatibilização de projetos em 2D e 3D com uso de T.I. Dissertação de Mestrado. Curitiba: Universidade Federal do Paraná: Curitiba, 2006.

- MELHADO, S. B. (coord.) Coordenação de projetos de edificações. São Paulo: O Nome da Rosa, 2005.
- GRAZIANO, Francisco Paulo. Compatibilização de projetos. Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. Mestrado Profissionalizante. São Paulo, 2003.
- NOVAES, Celso Carlos. Ações para controle e garantia da qualidade de projetos na construção de edifícios. I Workshop Nacional de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifício, 1998. São Carlos, 1998.
- PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE – PMI. PMBOK: a guide to the project management body of knowledge. Pennsylvania: PMI, 2000.
- RODRÍGUEZ, Marco Antonio Arancibia. Coordenação Técnica de projetos: caracterização e subsídios para sua aplicação na gestão do processo de projeto de edificações. Tese de Doutorado em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2005.
- FETZ, Jonas. Compatibilização de Projetos na Construção Civil de Edificações. Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC. Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil. Joinville, 2009.
- SOUSA, F. J. Compatibilização de projetos em edifícios de múltiplos andares - estudo de caso. Dissertação de Mestrado. Universidade Católica de Pernambuco: Recife, 2010.
- DAMIAN, P.; YAN, H. Benefits and Barriers of Building Information Modelling. Department of Civil and Building Engineering, Loughborough University, UK, 200
- 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.
- YAN, Han; DAMIAN, Peter. Benefits and Barriers of Building Information Modeling. 12th International Conference on Computing in Civil and Building Engineering. Beijing, 2008.
- FERREIRA, Rita Cristina. Os diferentes conceitos adotados entre gerência, coordenação e compatibilização de projetos na construção de edifícios. Workshop Nacional de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifício. São Carlos, 2001
- COELHO, Sérgio Barbosa de Salles; NOVAES, C. C. Modelagem de Informações para Construção (BIM) e ambientes colaborativos para gestão de projetos na construção civil. In: VIII Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, 2008, São Paulo, SP. Anais do VIII Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, 2008.
- 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 Março de 2012.

ROMANO, Fabiane Vieira; BACK, Nelson; OLIVEIRA, Roberto de. A Importância da Modelagem do Processo de Projeto para o Desenvolvimento Integrado de Edificações. In: I Workshop Nacional: Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, 2001, São Carlos, SP. Anais do I Workshop Nacional: Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, 2001.

EASTMAN, Chuck; TEICHOLZ, Paul; SACKS, Rafael; LISTON, Kathleen. Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores. Tradução: Cervantes Gonçalves Ayres Filho et al. Porto Alegre: Bookman, 2014.

SMARTMARKET REPORT. Building Information Modeling (BIM): Transforming Design and Construction to Achieve Greater Industry Productivity. McGraw Hill, Nova Iorque, Estados <<http://www.aia.org/aiaucmp/groups/aia/documents/pdf/aia077483.pdf>>. Acesso em: 20 de abril de 2018.

VENDRAMINI, Roberta. Revit ou ArchiCAD: qual vencerá a batalha??? Plataforma BIM, outubro de 2012. Disponível em: <<http://www.plataformabim.com.br/2012/10/revit-ou-archicad-qual-vencerabatalha.html>>. Acesso em: 8 de maio de 2015.

NETTO, Claudia C. Autodesk Revit Architecture 2015, conceito e aplicações. 1ª edição. São Paulo: Érica, 2015

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

BALEM, Amanda F. Vantagens da compatibilização de projetos na engenharia civil aliada ao uso da metodologia bim. Santa Maria, RS 2015

COSTA, Eveline N. Avaliação da metodologia bim para a compatibilização de projetos. 2013 Ouro Preto.

ARTIA. Gerencia de projetos <https://artia.com/blog/gestao-de-projetos-o-que-e-para-que-serve/> Acesso: 22 de abril 2019

SOUSA, Francisco J. COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS EM EDÍFIOS DE MÚLTIPLOS ANDARES-ESTUDO DE CASO. Recife, 2010

COSTA, E. N. Avaliação Da Metodologia Bim Para A Compatibilização De Projetos. Universidade Federal De Ouro Preto. Ouro Preto. 2013.

GONÇALVES JUNIOR, F. Guia Para Compatibilização De Projetos Com BIM. [S.l.]: AltoQI, 2016.

COELHO, S. S.; NOVAES, C. C. Modelagem de Informações para Construção (BIM) e ambientes colaborativos para gestão de projetos na construção civil. VIII Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios. São Paulo, 2008.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13532 - Elaboração de projetos de edificações – Arquitetura. Rio de Janeiro: 1995.

BRITO, C. R.; TAKII, T. Modelagem de projetos elétricos usando a tecnologia BIM. 2015. TCC (Curso de Engenharia Industrial Elétrica) – Departamento Acadêmico de Eletrotécnica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba.

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

INSTITUTO BRAMANTE. Conheça o software Autodesk Revit Architecture. Disponível em: < <http://www.institutobramante.com.br/conheca-o-software-revit-architecture/>>. Acesso em: 29 Março. 2019.

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

ALGAYER, T. A. Compatibilização de projetos na construção civil: Um estudo do panorama atual e das interferências entre os principais tipos de projetos. 2014. 141 p. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

BALEM, Amanda. Vantagens da compatibilização de projetos na engenharia civil aliada ao uso da metodologia BIM. Monografia. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2015.

PINTO, D. F. P. A plataforma bim na compatibilização de projetos de arquitetura e estrutura: estudos de caso. Dissertação (Pós graduação em Arquitetura e Urbanismo). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília. Brasília, 2019.

Gonçalves Jr Softwares BIM para compatibilização de projetos. <http://maisengenharia.altoqi.com.br/bim/software-bim-para-compatibilizacao-de-projetos/> AutoQi 2017. Acessado em: 01/12/2019

