



Trabalho de Graduação

ENGENHARIAS 2020

MODELAGEM E COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS DE ARQUITETURA, ESTRUTURA E HIDRÁULICA APLICADOS A PLATAFORMA BIM

VIALLE, Caroline Bertelli; FERREIRA, Renan Donizeti ¹

Prof^a M.a Cândida Maria Costa Baptista²

Universidade São Francisco

carolbertelli.1@gmail.com; renandf97@hotmail.com

¹Alunos do Curso de Engenharia Civil, Universidade São Francisco; Campus Bragança Paulista

²Professor Orientador Cândida Maria Costa Baptista, Curso de Engenharia Civil, Universidade São Francisco; Campus Bragança Paulista.

Resumo. O BIM, Building Information Modeling, surge diante da necessidade de otimizar e agilizar a eficiência dos processos nos principais setores da construção civil. O presente trabalho tem por objetivo estudar um dos principais recursos dos softwares da plataforma BIM, a compatibilização de projetos, recurso este que já existia antes da tecnologia dominar a setor da construção civil, mas com o desenvolvimento tecnológico permitiu que este recurso se aprimorasse ainda mais. Esta monografia busca mostrar como se desenvolveu os princípios para se projetar e compatibilizar projetos com a introdução da tecnologia nesse setor, além de apresentar os softwares e as técnicas utilizadas para realizar tais procedimentos.

Palavras-chave: compatibilização, BIM, eficiência.

Introdução

Representar no desenho um espaço, ou como algo deve ser fabricado ou construído, é uma técnica milenar. Ao longo do tempo ela foi evoluindo, até culminar com a utilização de escalas de redução nas áreas de arquitetura e engenharia. Isto possibilitou projetar construções com maior assertividade e orientar os construtores na complexidade e dimensionamento das várias disciplinas de um projeto. (MARAFON, 2016). Desde então a geração de projetos cresceu de forma acelerada, ocasionando aos profissionais a necessidade de aprender e utilizar diferentes ferramentas, as quais desde suas invenções se tornaram essenciais e indispensáveis, e ao longo dos anos e vem sendo cada vez mais aprimoradas.

O passo inicial do processo de projeto é a identificação de uma necessidade, que pode surgir de muitas maneiras. O mais comum é que surja da insatisfação com a situação presente ou com a solução atual. (BAZZO; PEREIRA, 2014, P. 205). Muitas vezes é feita uma divisão de etapas antes de chegar a solução para tal necessidade, como por exemplo um projeto arquitetônico, de uma forma resumida, é feito uma coleta de dados topográficos, depois uma outra coleta dos recuos mínimos e normas do local onde o terreno se localiza, tendo isso em mão é feito um estudo da construção junto com o cliente para só depois fazer a entrega do projeto final.

Normalmente um projeto inicia-se com o Arquitetônico, também conhecido como projeto executivo, que nada mais é que uma união de informações sobre como será uma determinada construção expressado através de desenhos técnicos.

Em seguida o projeto estrutural é responsável por determinar como deve ser executado a estrutura do edifício para que o mesmo suporte as cargas que são solicitadas transferindo-as para as fundações.

No projeto de instalações elétricas é onde se dimensiona disjuntores, fios, cabos, dispositivos de proteção, separa e divide os circuitos, dimensiona circuitos para aparelhos específicos.

No projeto de instalações hidros sanitárias é realizado todo o dimensionamento hidráulico conforme o consumo diário, também se projeta os reservatórios, hidrômetro, tubulações de sucção e recalque, ramais e sub-ramais, alimentadores e bomba.

Cedida a integração de todos os projetos, manifesta-se uma necessidade de compatibilizar os projetos a fim de verificar se nenhum projeto está interferindo no outro. Dada essa integração de projetos para detalhar uma única edificação, surge a necessidade da compatibilização – uma atividade de verificar se um sistema não está interferindo no outro e propor a conexão harmoniosa entre eles. [...]. (TOGNETTI, 2016).

Entendendo o BIM

A indústria da construção vem se modernizando cada vez mais, hoje existem inúmeras ferramentas inovadoras e com grande potencial para o desenvolvimento de projetos, dentre elas, como já citado anteriormente, destaca-se o BIM. [...] o BIM é uma metodologia que veio para inovar os projetos de arquitetura e engenharia. A ferramenta é uma alternativa tecnológica mais avançada para a construção de edifícios virtualmente. (ARAÚJO, 2018).

Esse método consiste em construir edifícios virtuais onde é possível coletar todas as informações de um edifício na tela de um computador, com um nível de detalhamento alto, essa modernização trouxe mais agilidade no tempo de desenvolvimento do projeto, porém por causa da variedade de ferramentas existem muitas incompatibilidades na hora da execução desses projetos.

Implantação da plataforma na engenharia

A partir da busca por prazos cada vez menores e a constante procura pela excelência e eficiência nas obras de construção civil, evidencia-se a necessidade da adoção de novas tecnologias de apoio ao processo de projeto na indústria de AEC. (NUNES; LEÃO, 2013). O BIM, Building Information Modeling, é uma plataforma onde é permitido a realização de projetos criados virtualmente, em três dimensões ou mais, possibilitando um melhor entendimento sobre o projeto.

O mercado de softwares tem intensificado cada vez mais o investimento na plataforma, isso garante um avanço crescente nessa área da construção civil. Segundo Nunes e Leão (2013) está modelagem “Permite representar, de maneira consistente e coordenada, todas as informações e etapas de um edifício: do estudo preliminar à demolição”.

A ferramenta BIM apresenta objetos, usualmente, caracterizados como famílias, que armazenam informações técnicas particulares dos materiais da construção. A partir disto, a ferramenta tem capacidade de não somente fornecer cortes e elevações, tabelas de esquadrias, acabamentos, áreas, mas também estimativas de cálculo e custos da obra.

Esse novo método tecnológico de realizar projetos, ampliou muito o nível de detalhamento e desenvolvimento de projetos, com a finalidade de todos os possíveis problemas sejam resolvidos ainda na fase de projetos, evitando que os mesmos sejam resolvidos in-loco, desta maneira surge dentro da plataforma BIM a compatibilização de projetos.

BIM no cenário brasileiro

O avanço do uso do Bim no Brasil tem ocorrido de maneira lenta, vários fatores podem ter influência nesse processo. No Brasil, um dos primeiros casos de utilização do BIM ocorreu em 2002, pelo escritório do arquiteto Luiz Augusto Contier [...] (MIRANDA; SALVI, 2019).

Um dos obstáculos é o custo da implantação do BIM, além de investir na aquisição softwares, a empresa tem também que investir no treinamento de seus profissionais, que muitas das vezes não têm um conhecimento básico da ferramenta.

A falta de profissionais qualificados em BIM dentro do cenário brasileiro pode estar relacionada com os cursos que compõe a área da AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção) principalmente os cursos de engenharia e arquitetura. O ensino da plataforma ainda não consta na grade da maioria das universidades brasileiras, o que implica em profissionais, que saem das faculdades para entrar no mercado de trabalho, sem ter o mínimo de conhecimento da plataforma, aumentando cada vez mais o número de profissionais sem domínio nenhum em BIM.

A compatibilização está integrada dentro do BIM. Projetos que não são desenvolvidos em BIM provavelmente não são compatibilizados, pois no método convencional, onde são desenvolvidos apenas em 2D a compatibilização se torna um processo trabalhoso e com altas chances de erros, concluindo assim que a compatibilização é um método pouco usado no Brasil.

Aplicação do BIM na compatibilização

No período de execução de uma obra podem ocorrer diversos problemas e a maioria é originada na fase de produção de projetos. Segundo Baldo (2017) apud Colpo (2017) os conflitos entre os diversos projetos estão em alta devido ao processo de produção ocorrer de forma separada, não havendo nenhuma interação entre os projetistas. Dessa maneira a identificação das interferências é realizada durante a realização obra, isso pode gerar alterações de última hora, ocasionando em alguns casos até mesmo quebras de elementos já edificados e o retrabalho. Isso tudo torna a compatibilização um procedimento essencial para que tudo aquilo que está no projeto seja executado sem qualquer tipo de interferência.

O principal objetivo da compatibilização é executar o projeto de forma virtual, e dentro do escritório conseguir resolver possíveis erros que seriam encontrados na obra durante a execução. [...] é possível redimensionar um projeto que apresente um desempenho insatisfatório antes mesmo de sua execução. Assim, reduzem-se os custos com alterações no projeto durante o andamento das obras, garantindo a eficiência na distribuição de recursos e o alinhamento com o cronograma da obra. (MIRANDA; SALVI, 2019).

Vantagens da aplicação da compatibilização em projetos

A compatibilização de projetos surge diante da necessidade de apuração das interferências que podem surgir na produção de uma residência ou edifício. Para os profissionais envolvidos com a construção civil a compatibilização de projetos oferece apenas benefícios, pois os problemas são encontrados e definidas as soluções para tais antes mesmo do início das atividades no canteiro de obras. É um método que permite um melhor aproveitamento do tempo e recursos, serve como uma prevenção contra possíveis obstáculos na obra.

Torna-se fundamental gerir adequadamente o desenvolvimento de projetos para os setores AEC, sendo importante avaliar que o ciclo de vida dos projetos, através dos sistemas construtivos empregados permitindo analisar e validar critérios definidos na fase de

concepção, juntamente com os impactos econômicos, ambiental e social dos empreendimentos. (BARRO; MELO, 2020).

Um bom exemplo comum em obras, é quando uma tubulação de água ou esgoto passa dentro de um elemento estrutural, tal caso necessita de uma atenção e um cálculo específico para que esse tubo não interfira na integridade da estrutura ocasionando em futuras patologias que podem comprometer o empreendimento. Porém a verificação de forma manual onde o profissional precisa sobrepor os projetos, se torna muito trabalhosa e lenta quando se comparada com a utilização do BIM, com essa plataforma o procedimento deixa de ser manual e se torna automático, onde é feita uma apresentação dos possíveis problemas e interferências pelo software.

Em um projeto realizado de modo tradicional, é comum que o profissional deixe de ver alguns objetos que estão passando dentro de outros, por exemplo um tubo dentro de um pilar. Com isso, esse problema acaba sendo resolvido dentro da obra e quanto maior o empreendimento, mais chances de isso acontecer. (ARAÚJO, 2018)

A principal vantagem que a compatibilização de projetos aplicadas a plataforma BIM traz para a obra é a otimização do tempo, tanto in loco como nos escritórios responsáveis pela aplicação do método. Para que a compatibilização de um projeto seja possível de ser realizada por meios virtuais, é indispensável verificar que todos os projetistas envolvidos façam uso de ferramentas que consigam compartilhar informações entre si sem perder dados nesse processo.

Vinculação do REVIT na compatibilização

Dentro do mercado hoje existem diversas ferramentas úteis que auxiliam no processo de compatibilização em BIM, como os que foram citados acima, o software escolhido para o processo da presente metodologia foi o Revit.

O Revit é uma plataforma de projeto e documentação que suporta projetos, desenhos e tabelas necessários para a Modelagem de Informação da Construção (BIM). A modelagem de informações de construção (Building Information Modeling - BIM) oferece informações sobre projeto, o escopo, as quantidades e as fases do projeto quando forem necessárias. (AUTODESK, 2019)

Sendo uma das ferramentas que pode ser utilizadas para o processo de compatibilização, por gerir muito bem diversos tipos de projetos e fazer uso do IFC. A ferramenta contém múltiplas funcionalidades já apresentadas acima e já se faz presente na maioria dos escritórios brasileiros e com a obrigatoriedade do BIM várias empresas vem substituindo antigos softwares pelo Revit, assim este software apresenta maior praticidade na implementação do método da compatibilização.

Outros softwares disponíveis para compatibilização

Dentre os softwares que fazem parte da plataforma BIM o Navisworks, também desenvolvido pela Autodesk, é considerado um dos mais avançados para a realização de compatibilização de projetos, esse software foi desenvolvido pela empresa Autodesk, conhecida no mercado por possuir diversos programas voltados para a área da construção Civil. Segundo Rigo e Prenha (2015) o Navisworks possibilita a identificação de interferências com base nos critérios e normas que deixam definidas quais as medidas necessárias entre os objetos.

O Naviswork possui recursos mais avançados e com um nível de detalhamento maior se comparado ao REVIT por exemplo, além disso ele possui uma ferramenta que permite que os dois softwares criem um vínculo, dessa maneira toda alteração realizada em um projeto desenvolvido no REVIT atualizará dentro do Naviswork automaticamente.

Desenvolvido pela empresa Tekla Corp, o software inicialmente levava o nome de Xsteel por se tratar de um programa de detalhamento de aço, onde acabou se tornando um dos mais utilizados no mundo. Porém com os avanços no mercado e nos setores da construção civil, o software sofreu algumas atualizações com o intuito de atender as necessidades devido a demanda na produção de concreto armado, pré-moldados e estruturas em aço. Em 2004 o aplicativo foi renomeado para Tekla Structures.

Padronização

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) desde 2010 vem realizando publicações sobre BIM. A ABNT NBR 15965 intitulada “Modelagem da Informação da Construção (BIM)” consiste em um sistema que classifica as informações relacionadas à padronização do BIM, atividades simples como nomenclatura de componentes, processos e funções podem gerar retrabalhos e mal entendidos, por isso surge a necessidade de estabelecer um sistema que uniformize os parâmetros a serem utilizados como um modelo em todo país.

A normativa busca padronizar e codificar os elementos e bibliotecas a serem utilizados em projetos e, assim como nos estudos de viabilidade para a construção, de modo que ao ser implementado, através do uso do BIM, seja feito de modo seguro e sem perda de informações durante as fases que envolvem o planejamento até a execução. (BARRO; MELO, 2020).

O Governo Federal tem por objetivo alavancar o uso da plataforma BIM no país, em 22 de agosto de 2019 lançou o decreto nº 9.983 que foi revogado em 2 de abril de 2020 com o decreto nº 10.306 que aperfeiçoou a implementação do BIM no país.

Basicamente o decreto têm como finalidade promover a difusão da plataforma no país através do Comitê Gestor da Estratégia BIM-BR e estabelecer que a partir de 2021 o BIM no desenvolvimento de projetos se torne obrigatório. A estratégia é que a implantação do BIM seja feita em etapas e aos poucos a plataforma se torne parte do cotidiano dentro da construção civil.

A Agência brasileira de desenvolvimento Industrial (ABDI) junto ao Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC) são responsáveis pelo lançamento da plataforma BIM BR com acesso via internet e gratuitamente em (plataformabimbr.abdi.com.br), no site é possível pesquisar por objetos e componentes em BIM, encontrar profissionais de diferentes esferas, acessar normas, manuais. As organizações também vêm desenvolvendo guias a fim de disponibilizar informações orientadoras para as práticas de planejar, projetar (especificar-quantificar-orçar), contratar, fiscalizar e aceitar obras públicas ou privadas, a coletânea atualmente é composta por 6 volumes. (BRASIL, 2017).

Interoperabilidade

Os projetos são formados por processos que envolvem diversas fases e profissionais diferentes, durante a realização destes processos é necessário que haja uma troca de informações muito grande. Um dos fundamentos do emprego BIM em projetos da AEC consiste na utilização ideal de modelo de projeto único para uma maior segurança e continuidade das informações, evitando redundância no processo (BARROS; MELO, 2020). A principal crítica para o sucesso do uso da plataforma BIM está relacionada a interoperabilidade, diferentes ferramentas como Revit, ArchiCAD, TQS, Eberick, que estão dentro do conceito BIM, utilizam uma linguagem nativa que não possibilita o compartilhamento de informações entre si, para que isso aconteça é necessário que haja um tradutor.

A interoperabilidade em projetos é a capacidade de transmitir dados de um software para outro, possibilitando que projetistas possam fazer uso de ferramentas diferentes durante o

desenvolvimento do empreendimento, facilitando o fluxo de trabalho entre os profissionais. A interoperabilidade surge diante da necessidade de um formato padrão de arquivo que independente qual seja o software em que o arquivo foi criado haja a possibilidade de outras ferramentas conseguirem realizar uma leitura precisa.

IFC

Dentro do conceito de interoperabilidade surge o formato em .ifc, IFC, Industry Foundation Classes, sendo um padrão de arquivo com código aberto, responsável por realizar o intercâmbio de um modelo para outro, com o objetivo de compartilhar dados em BIM entre softwares distintos.

Com forma de proporcionar a interoperabilidade de projetos desenvolvidos em diversas plataformas que adotam o conceito BIM, a organização sem fins lucrativos Building Smart desenvolveu um padrão a extensão de arquivos denominada Industry Foundation Class (IFC). (BARRO; MELO, 2020). Ainda em Barros; Melo, 2020 o arquivo IFC permite que múltiplos projetistas se utilizem de diferentes plataformas de projetos sem que isso impeça o desenvolvimento do trabalho, seja em conjunto ou integrado. A interoperabilidade trata-se de uma linguagem universal para projetos realizados em conjunto, sendo gerenciados e elaborados por fluxos de trabalhos abertos. Já o IFC, nada mais é que uma extensão de arquivo que permite essa interoperabilidade.

Processo de produção

Inicialmente, existiam escritórios técnicos onde eram produzidos todos os projetos necessários para uma edificação, isso ocorreu por volta da década de 60. Como os profissionais envolvidos faziam parte de uma mesma equipe, o processo de produção dos projetos ocorria de forma coordenada e conjunta. Além disso, os mesmos profissionais eram responsáveis pela fiscalização em campo, o que gerava bons resultados pois os mesmos estavam cientes das especialidades e aquisições envolvidas no projeto.

Com o decorrer do tempo os profissionais da construção civil passaram a ter foco em áreas específicas, desta maneira os projetistas acabaram se distanciando do trabalho em campo e os profissionais que acompanhavam a execução acabaram ficando mais afastados das ocupações de projetos. A perda desse vínculo ocasionou em um aumento nos índices de desperdícios na construção civil.

A produção dos projetos se tornou um processo fragmentado, ou seja, existe um projetista para arquitetura, outro para estruturas, outro para hidráulico, se cada um fizer pequenas alterações sem comunicar ao outro na hora da execução essas pequenas alterações acabam se tornam grandes problemas.

Essa comunicação entre projetista não ocorre de maneira satisfatória gerando diversos problemas para o empreendimento. Um bom exemplo comum em obras, é quando uma tubulação de água ou esgoto passa dentro de um elemento estrutural, furos em vigas não previsto no cálculo estrutura, tal caso necessita de uma atenção e um cálculo específico para que esse tubo não interfira na integridade da estrutura, ao realizar a compatibilização através do software ele irá apresentar o resultado alertando sobre a interferência, o que manualmente seria uma tarefa mais difícil e que levaria mais tempo para ser identificado.

A principal vantagem que a compatibilização de projetos aplicadas a plataforma BIM traz para a obra é a otimização do tempo, tanto in loco como nos escritórios responsáveis pela aplicação do método. A melhoria do processo neste sentido, será alcançada apenas com ações que estimulem a formação de equipes cooperativas de trabalho e a integração entre o projeto e a produção, sendo as relações contratuais, ferramentas que devem consolidar esta forma de atuação. (RODRIGUEZ,2005 apud JORGE MIKALDO JR, 2006).

Objetivos

A pesquisa tem por objetivo sanar as dúvidas referentes a compatibilização de projetos e apresentar a sua importância, além de demonstrar as vantagens de se utilizar a metodologia BIM. Para se obter os resultados desejados será utilizada a pesquisa aprofundada, através de fontes confiáveis, para que seja capaz de averiguar os temas técnicos estudados. Para Lakatos e Marconi (1991) apud. Balem (2015), o método dedutivo consiste em partir de um raciocínio geral sobre determinado assunto e atingir um resultado particular, através de um raciocínio dedutivo, que busca explicar o conteúdo das premissas.

É importante destacar que a presente proposta se situa em torno da análise e vinculação dos projetos que compõem uma edificação, mais especificamente os projetos arquitetônico, estrutural e hidrossanitário, realizando o processo de compatibilização dentro da plataforma BIM. Basicamente os projetos são modelados no software, que no caso será utilizado o Revit pelo fato do mesmo ser um dos mais difundidos atualmente, vinculados e dessa maneira espera-se obter os resultados das possíveis interferências. Além disso, espera-se realizar um estudo de caso em cima de projetos residenciais com o intuito de demonstrar a diferença que a compatibilização traz para o setor de projetos e no possível resultado final da obra.

Material e Métodos

Muitos escritórios de Engenharia no Brasil ainda não utilizam a plataforma BIM para produção de projetos, a maioria deles utilizam a tecnologia CAD (Computer Aided Design) que oferece projetos em 2D, nesses casos é necessário vincular os projetos com o REVIT para torna-los compatíveis com a plataforma. Após os projetos estarem devidamente dentro da plataforma inicia-se o processo de modelagem dos mesmos, o que fará com que o projeto se torne um modelo 3D.

A aquisição de projetos foi feita através do escritório de engenharia Projecta Serviços de Engenharia, localizado na rua Treze de Maio, 283, Socorro-SP, onde a empresa concordou em disponibilizar os arquivos para fins acadêmicos. O escritório tem como objetivo a prestação de serviços na área da construção civil, tais como gerenciamento de obra, cálculo estrutural, regularização de imóvel, desenvolvimento de projeto arquitetônico. As obras podem ser localizadas ou não no município onde o escritório está localizado. Atualmente a empresa é especializada em obras residenciais, comerciais e reformas.

Recentemente a mesma começou a fazer uso da plataforma BIM, porém os projetos realizados na plataforma ainda se encontram em fase de desenvolvimento, por esse motivo foram selecionados projetos em arquivos DWG e PDF de um sobrado residencial que será a base para a metodologia, onde todos os projetos já estão finalizados e disponíveis para o estudo. A empresa forneceu os projetos arquitetônico, estrutural e hidro sanitário.

No projeto escolhido apenas o projeto estrutural foi desenvolvido em BIM, porém este foi disponibilizado somente em dwg, logo houve a necessidade de realizar o processo de modelagem de todos os projetos para só depois compatibilizar os mesmos.

O projeto consiste em uma residência localizada em um condomínio de padrão médio-alto, com 3 pavimentos: térreo, superior e inferior, que tem como particularidade um elevador para fins de acessibilidade interligando-os, além disso o projeto apresenta pé direito alto, vãos consideravelmente grandes, área gourmet e alguns pontos a serem observados com cuidado no processo de modelagem. Em seguida, foram realizadas revisões nas plantas e coletadas anotações referentes a algumas dúvidas que surgiram sobre a infraestrutura do projeto. Após sanar as dúvidas com os engenheiros responsáveis, foi iniciado o processo de modelagem das plantas no software REVIT.

O Revit é um software que trabalha com templates, que nada mais é que um modelo já possui pré-configurações, desta maneira o processo de modelagem se torna mais prático e preciso. Após a aquisição deste modelo, foi dado início ao processo de modelagem, começando pelas plantas arquitetônicas.

O desenvolvimento da modelagem ocorreu a partir do projeto arquitetônico disponibilizado. O projeto arquitetônico, também conhecido como projeto executivo, nada mais é que uma união de informações sobre como será uma determinada construção expressado através de desenhos técnicos. Os projetos disponibilizados contem plantas baixas de todos os pavimentos (inferior, térreo e superior), cortes longitudinais e transversais, fachada e tabela de ventilação e iluminação. Todas estas informações se fazem necessárias para a modelagem correta.

O procedimento essencialmente deve ser realizado com cautela e atenção, principalmente relacionados as medidas, cotas, níveis, posicionamento de esquadrias, entre outros detalhes que requerem o máximo de cuidado. Um ponto que chamou bastante atenção foi o fato da presença do elevador de acessibilidade, dando acesso em todos os níveis da residência exigindo ainda mais moderação relacionada ao presente processo.

Encerrado a modelagem do projeto arquitetônico deu-se início a modelagem do projeto estrutural, o qual é responsável por determinar como deve ser executado a estrutura do edifício para que o mesmo suporte as cargas que são solicitadas transferindo-as para as fundações. O projeto de fundações analisa as cargas que foram dadas pelo projeto estrutural, avalia o solo e define o tipo de sistema que deve ser utilizado para a realização da fundação. Em relação ao projeto estrutural, o mesmo foi elaborado no Eberick, software de dimensionamento de estruturas. Esse programa também com a plataforma BIM, mas como já mencionado anteriormente, o projeto foi disponibilizado apenas em dwg, havendo também a necessidade de modelagem das estruturas. Foi utilizado ferramentas do próprio REVIT para modelagem de estruturas.

Na sequência das modelagens, foi iniciado os trabalhos em cima das instalações elétricas e hidros sanitárias, que são em muitos casos os motivos de diversas interferências encontradas no processo de compatibilização. Para elaboração destes, surgiram dificuldades em relação ao projeto base fornecido, pois o mesmo foi entregue em arquivos PDF (arquivos de documentos) o que impediu a importação para a plataforma do REVIT, sendo assim foi optado por realizar a o desenho do sistema no AutoCAD e em seguida pretende-se importar o arquivo para o software em estudo.

A decisão de realização do projeto primeiramente na plataforma CAD foi devida ao fato ao arquivo PDF ser dimensionado em 2D, desta forma a margem de erro para se obter um bom resultado é melhor, pois para se realizar a modelagem diretamente no REVIT exige muito conhecimento sobre o Software e um grande domínio das técnicas de instalações.

A grande dificuldade em relação a tais projetos são justamente as famílias, ou seja, as famílias de matérias que serão utilizados para realização dos mesmos. Por se tratar de diversos tipos de tubulações e outros elementos que compõe esses sistemas, é requisitado um template específico para cada instalação, o que atualmente não é simples de se obter ou até mesmo produzir, diferentemente de templates de arquitetura que são mais comuns e fáceis de se adquirir, pelo fato do REVIT atualmente estar mais inserido nesse ramo dentro do mercado.

Com os modelos 3D prontos é iniciada a fase da compatibilização e é realizada a análise de interferências. Para que isso seja possível e necessário que os projetos sejam vinculados e aplicado o comando “verificar interferências”. Após isso o software irá analisar todas as possíveis interferências de acordo com o que foi selecionado na aba de seleção de checagem.

Dadas as interferências detectadas pelo software é necessário realizar relatórios especificando sobre elas e acionar os responsáveis por seus respectivos projetos, para que

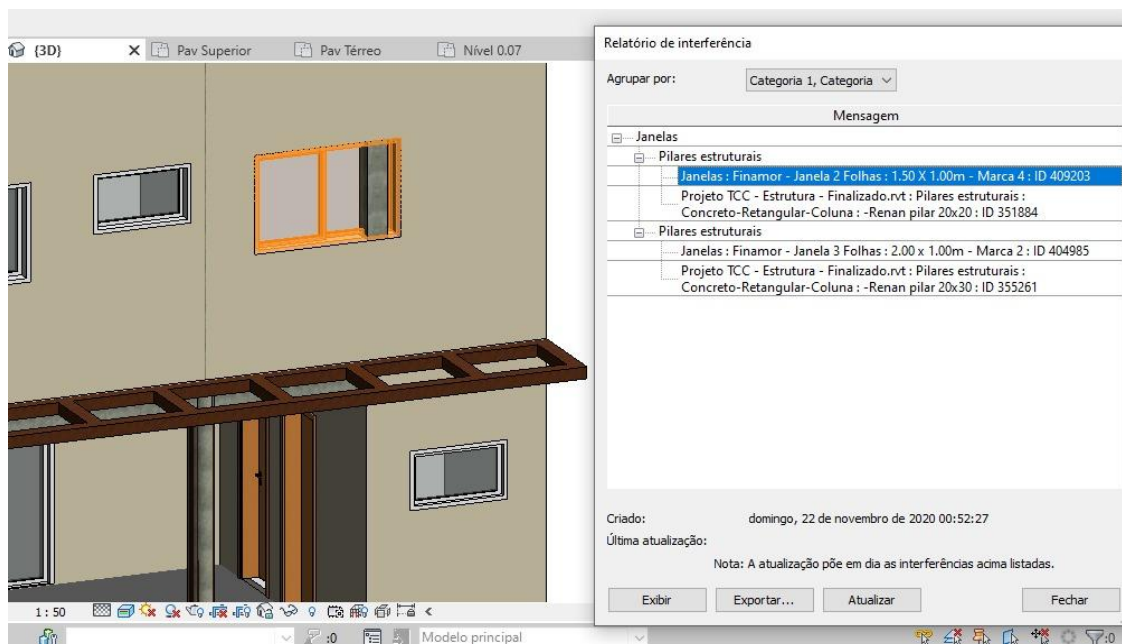


Figura 2 – Foto da interferência encontrada entre pilar com janela (Fonte: Próprio autor).

Outro fato que ficou bem evidenciado foi relacionado as tubulações hidráulicas, onde em diversos pontos foram identificadas interferências relacionadas a estrutura, em alguns casos adentrando em blocos de fundação, vigas e pilares, sem o conhecimento do profissional responsável pelo projeto estrutural. A imagem abaixo demonstra tais evidencias:

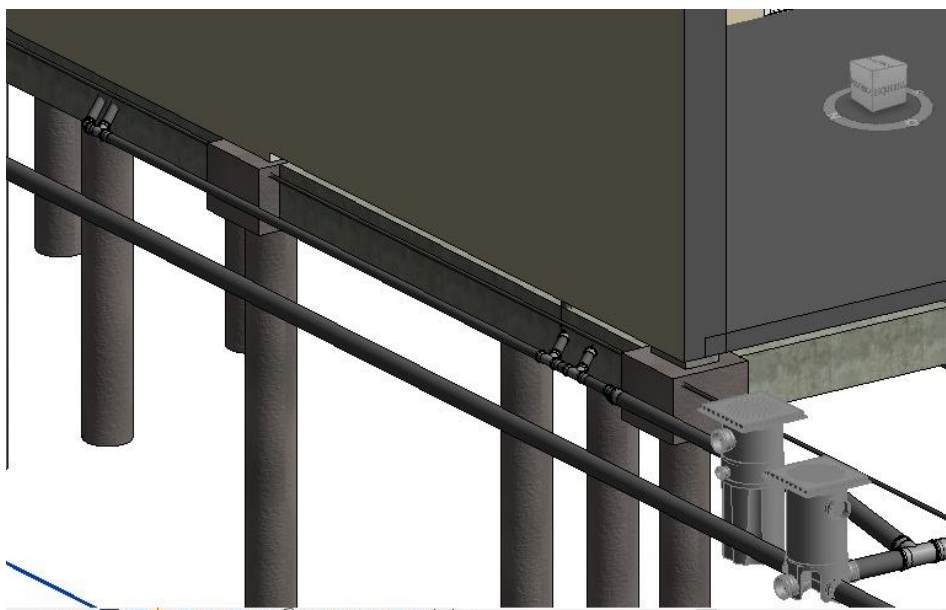


Figura 3 – Foto da interferência encontrada entre estrutura e as instalações hidro sanitárias (Fonte: Próprio autor).

Os projetos entre si tiveram diversas interferências, o REVIT demonstra isso através de um relatório abortando todos os problemas construtivos identificado pelo mesmo. Abaixo se encontra esse relatório:

Tabela 1 – Relatório de Interferências.

A	B
1 Escadas : Escada moldada no local : Escada : ID 453465	Projeto TCC - Estrutura - Finalizado.rvt : Pilares estruturais : Concreto-Retangular-Coluna : -Renan pilar 45x20 : ID 349270
2 Janelas : Finamor - Janela 2 Folhas : 1.50 X 1.00m - Marca 4 : ID 409203	Projeto TCC - Estrutura - Finalizado.rvt : Pilares estruturais : Concreto-Retangular-Coluna : -Renan pilar 20x20 : ID 351884
3 Janelas : Finamor - Janela 3 Folhas : 2.00 x 1.00m - Marca 2 : ID 404985	Projeto TCC - Estrutura - Finalizado.rvt : Pilares estruturais : Concreto-Retangular-Coluna : -Renan pilar 20x30 : ID 355261
4 Guarda-corpos : Guarda-corpo : Commercial - Glass w Fixings : ID 447616	Projeto TCC - Estrutura - Finalizado.rvt : Pilares estruturais : Concreto-Redondo-Coluna : 300mm : ID 357813
5 Portas : Finamor - Porta Abrir Lisa : Folha - 82cm - Marca 12 : ID 408625	Projeto TCC - Estrutura - Finalizado.rvt : Pilares estruturais : Concreto-Retangular-Coluna : -Renan pilar 50x20 : ID 358153
6 Portas : Finamor - Porta Abrir Lisa : Folha - 72cm - Marca 13 : ID 408762	Projeto TCC - Estrutura - Finalizado.rvt : Pilares estruturais : Concreto-Retangular-Coluna : -Renan pilar 30x14 : ID 360557
7 Escadas : Escada moldada no local : Escada : ID 453465	Projeto TCC - Estrutura - Finalizado.rvt : Pilares estruturais : Concreto-Retangular-Coluna : -Renan pilar 70x14 : ID 361963
8 Escadas : Escada moldada no local : Escada : ID 453465	Projeto TCC - Estrutura - Finalizado.rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : -Renan viga 14x40 : ID 375681
9 Escadas : Escada moldada no local : Escada : ID 453465	Projeto TCC - Estrutura - Finalizado.rvt : Pisos : Piso : Laje pav superior 15 cm : ID 377020
10 Guarda-corpos : Guarda-corpo : Commercial - Glass w Fixings : ID 453694	Projeto TCC - Estrutura - Finalizado.rvt : Pisos : Piso : Laje pav superior 15 cm : ID 377020
11 Escadas : Escada moldada no local : Escada : ID 453465	Projeto TCC - Estrutura - Finalizado.rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : -Renan viga 14x40 : ID 378048
12 Portas : Finamor - Porta Entrada Lisa : Finamor - Porta Entrada 1,20X2,70 - Marca 9 : ID 476642	Projeto TCC - Estrutura - Finalizado.rvt : Quadro estrutural : Concreto-Viga retangular : -Renan viga 20x30 : ID 383056
13 Portas : Finamor - Porta Entrada Lisa : Finamor - Porta Entrada 1,20X2,70 - Marca 9 : ID 476642	Projeto TCC - Estrutura - Finalizado.rvt : Pisos : Piso : Laje pav superior 15 cm : ID 383738

Fim do relatório de interferência

Fonte: Próprio autor.

Analizados tais interferências, é correto afirmar que dentro do processo construtivo do imóvel estudado houveram diversas perdas de materiais, tempo, mão de obra e retrabalhos, o que tem como consequência o aumento dos gastos relacionado a tal obra e talvez uma solução não tão satisfatória para resolver os problemas detectados. A grande vantagem da compatibilização dos projetos se encontra justamente nesse ponto, onde tais interferências jamais iriam para o canteiro de obra e executadas se os projetos tivessem sido compatibilizados. Além disso, o processo dentro do REVIT é simples e bem didático, o que deixa tal método ainda mais vantajoso.

Porém, é importante destacar que o REVIT possui algumas limitações como: o software não realiza dimensionamento de estruturas ou sistemas, apenas modelagem, o REVIT realiza um trabalho excelente em relação a compatibilização, porém existem outros softwares mais completos que tem seu desenvolvimento totalmente focado para a compatibilização. É apropriado dizer que o REVIT realiza o processo integralmente e os demais softwares realizam o mesmo processo de maneira mais refinada e complexa.

Conclusões

O BIM é avanço tecnológico que trouxe para o setor da construção civil uma enorme evolução, o diferencial da plataforma não é modelar somente geometrias, mas também as informações do modelo, permitindo assim que os projetos tenham um alto nível de detalhamento. Já compatibilização é a sobreposição dos projetos que compõem uma edificação com o intuito de verificar possíveis interferências. O principal objetivo é executar os projetos de forma virtual, e dentro do próprio escritório conseguir resolver possíveis erros que só seriam encontrados na obra, permitindo assim um melhor aproveitamento financeiro e de tempo.

No Brasil a utilização de Bim tem ocorrido de maneira lenta e conseqüentemente a compatibilização também ocorre no mesmo ritmo, projetos que não são desenvolvidos em BIM a maioria não são compatibilizados, pois tal processo se mostra demorado e suscetível a erros. A tecnologia já apresentou ganhos expressivos em outros países e o governo brasileiro espera que após a vigência da legislação esse cenário mude, tornando o BIM cada vez mais utilizado e conseqüentemente o número de projetos compatibilizados também tenha um aumento significativo.

O estudo em questão abortou as interferências ocorridas ainda no processo de produção dos projetos, onde provavelmente nesse caso os responsáveis realizaram a elaboração dos mesmos paralelamente sem qualquer comunicação entre as partes envolvidas, o que gerou inúmeras interferências em ambas as partes. Além disso, os projetos foram efetuados em plataformas que utilizam tecnologia 2D apenas, o que dificulta ainda mais a identificação de anormalidades.

Com a modelagem dos projetos no REVIT, foi possível identificar de forma mais clara os problemas construtivos que poderiam gerar transtornos dentro do canteiro de obras, uma das principais propostas da pesquisa em questão. A compatibilização de tais modelos 3D nos

apresentou grande parte das interferências entre a arquitetura, a estrutura e o sistema hidro sanitário da residência, gerando um arquivo de relatório listando todas essas incompatibilidades.

A finalidade almejada por essa metodologia é de apresentar o grande problema gerado pela baixa comunicação e a falta de informação entre os profissionais envolvidos na composição dos projetos, ocasionando divergências. Notou-se que consideráveis práticas provavelmente tiveram que ser adaptadas *in loco*, gerando eventuais retrabalhos que possivelmente impactaram diretamente no cronograma da obra.

Como proposta de solução é necessário que todos os envolvidos na produção e execução dos projetos tenham uma comunicação contínua e efetiva, para a discussão dos conflitos identificados pela compatibilização e elaboração de uma proposta eficiente e plausível para todos os relacionados.

Referências Bibliográficas

ARAUJO, Alan. **BIM e a compatibilização de projetos: você já sabe tudo sobre essa ferramenta?**. [S. l.]: Blog IPOG, 18 abr. 2018. Disponível em: <https://blog.ipog.edu.br/engenharia-e-arquitetura/bim-e-a-compatibilizacao-de-projetos-voce-ja-sabe-tudo-sobre-essa-ferramenta/>. Acesso em: 14 abr. 2020.

AUTODESK. **Sobre o Revit**. [S. l.]: Autodesk, 22 jan. 2019. Disponível em: <https://knowledge.autodesk.com/pt-br/support/revit-products/getting-started/caas/CloudHelp/cloudhelp/2018/PTB/Revit-GetStarted/files/GUID-D8835F8E-1330-4DBC-8A55-AF5941056C58-htm.html>. Acesso em: 26 jun. 2020.

BARROS, Fernando da Costa. MELO, Humberto Coelho de. **Estudo sobre os benefícios do BIM na interoperabilidade de projetos**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 05, Ed. 01, Vol. 08, pp. 74-91. Janeiro de 2020. ISSN: 2448-0959

BRASIL (2017) **Guias BIM**. 29 dez. 2017. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/index.php/competitividade-industrial/ce-bim/guias-bim#:~:text=Desenvolvida%20por%20meio%20da%20parceria,aplica%C3%A7%C3%B5es%20BIM%2C%20bem%20como%20outras>> Acesso em: 03 jul. 2020.

BRASIL. DECRETO Nº 10.306, DE 02 DE ABRIL DE 2020. Estabelece a utilização do **Building Information Modelling** na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, no âmbito da Estratégia Nacional de Disseminação do **Building Information Modelling** - Estratégia BIM BR, instituída pelo Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019.. Brasília, DF, abril 2020. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/Decreto/D10306.htm>. Acesso em: 12 junho de 2020.

BAZZO, Walter Antonio; PEREIRA, Luiz Teixeira do Vale. **Introdução à engenharia: Conceitos, ferramentas e comportamentos**. 4. ed.rev-Florianópolis: Editora UFSC, 2014. 296 p. ISBN 978.85.328.642-0/ 978.85.328.644-4.

COLPO, Victoria Moro. **A importância e as vantagens da compatibilização de projetos por meio de ferramentas utilizadas para o seu desenvolvimento**. Orientador: Prof^a. Dr^a. Bernardete Trindade. 2017. 56 p. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria, [S. l.], 2017. Disponível em:

http://www.ct.ufsm.br/engcivil/images/PDF/2_2017/TCC_VICTORIA%20MORO%20COLPO.pdf. Acesso em: 27 jun. 2020.

JR, Jorge Mikaldo. **Estudo comparativo do processo de compatibilização de projetos em 2d e 3d com uso de ti**. Orientador: Dr. Sergio Scheer. 2006. 150 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Paraná, [S. l.], 2006. Disponível em: <file:///C:/Users/adm/Desktop/Material%20MTC/DISSERTA%C3%87%C3%83O-JORGE%20MIKALDO%20JR.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2020.

MARAFON, Anauri; RAMOS, Fernando. **BIM: Além do 3D e da compatibilização de projetos**. [S. l.]: AECweb, 21 jul. 2016. Disponível em: https://www.aecweb.com.br/cont/a/bim-alem-do-3d-e-da-compatibilizacao-de-projetos_13930. Acesso em: 17 mar. 2020.

MIRANDA, Rian das Dores de. SALVI, Levi. **Análise da tecnologia Bim no contexto da indústria da construção civil brasileira**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 04, Ed. 05, Vol. 07, pp. 79-98 Maio de 2019. ISSN: 2448-0959

NUNES, G.H.; LEÃO, M. **Estudo comparativo de ferramentas de projetos entre o CAD tradicional e a modelagem BIM**. Mato Grosso, n. 55, p. 47-61, 3 jul. 2018. Disponível em: <http://www.civil.uminho.pt/revista/artigos/n55/Pag.47-61.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2020

RIGO, Luis Felipe; PENHA, Saulo Rodrigues Lima Neuenschwander. **Aplicação de plataforma bim para verificação de interferências de projeto em edificações no setor de engenharia, arquitetura e construção**. Orientador: Prof Armando Luis Yoshio Ito. 2015. 46 p. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, [S. l.], 2015. Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/10044/1/CT_EC_2015_2_10.pdf. Acesso em: 25 jun. 2020.

TOGNETTI, Giuliano. **Quais são os projetos necessários para construção de uma obra?**. [S. l.]: RExperts, 1 set. 2016. Disponível em: <https://rexperts.com.br/projetos-necessarios-para-construcao-de-uma-obra/>. Acesso em: 31 mar. 2020.