

COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS EM BIM: Estudo de caso de unidade residencial unifamiliar em Patos de Minas-MG

COMPATIBILIZATION OF PROJECTS IN BIM: Case study of single-family residential unit in Patos de Minas-MG

SANTOS, Luíza Vieira¹
AMARAL, Diego Roger Borba²

RESUMO: Atualmente, um dos principais empecilhos da construção civil brasileira diz respeito à falta de qualidade dos projetos, o qual está associado a outro grave problema: o longo ciclo temporal para realização de obras no país. Tais problemas de obra, que na maioria das vezes, retornam ao projeto inadequado. Este trabalho, trata principalmente sobre o uso da metodologia BIM na compatibilização de um projeto de uma residência unifamiliar de dois pavimentos, localizada na cidade de Patos de Minas- MG. Os projetos foram desenvolvidos por outro profissional, e os desenhos encontram-se em CAD. O desenvolvimento destes projetos em BIM, proporcionou um comparativo para análise de visualização de desenhos entre os softwares, o que gera automaticamente vistas e cortes conforme qualquer alteração nos projetos. Além disto, vistas 3D, que facilitam a visualização, tornam o entendimento mais simples. Como finalização, obtém-se uma clara compreensão geral do projeto, mostrando como se consegue antecipada e principalmente com vistas 3D, identificar possíveis conflitos entre diferentes projetos e realizar uma comparação à visualização destes. Assim, é possível observar os benefícios do uso das ferramentas BIM em relação ao planejamento, uma vez que esse processo está voltado para identificar graves irregularidades nas obras, como por exemplo: a não adequação ao que foi estabelecido no projeto inicial, a ineficiência do planejamento e a deficiência do projeto básico. Dessa forma, neste estudo notou-se pequenas incompatibilidades entre os projetos arquitetônico e complementares, verificando assim a necessidade do uso da metodologia BIM durante o desenvolvimento de projetos.

Palavras-chave: BIM. Projeto. Compatibilização.

ABSTRACT: Currently, one of the main impediments to Brazilian civil construction concerns the lack of quality of the projects, which is associated with another serious problem: the long time cycle for works in the country. Such work problems, which most of the time, return to the inadequate project. This work deals mainly with the use of the BIM methodology in the compatibilization of a two-story single-family residential project, located in the city of Patos de Minas, MG. The projects were developed by another professional, and the drawings are in CAD. The development of these projects in BIM, provided a comparative analysis of the visualization of drawings between the software, which automatically generates views and cuts according to any change in the projects. In addition, 3D views, which make it easier to see, make understanding simpler. As a conclusion, we obtain a clear general understanding of the project, showing how to get ahead and mainly with 3D views, to identify possible conflicts between different projects and to make a comparison to their visualization. Thus, it is possible to observe the benefits of using BIM tools in relation to planning, since this process is aimed at identifying serious irregularities in the works, such as: not being adequate to what was established in the initial project, planning inefficiency and the deficiency of the basic design. Thus, in this study we noticed small incompatibilities between architectural and complementary projects, thus verifying the need to use the BIM methodology during project development.

Key words: BIM. Project. Compatibilization.

¹ Engenheira Civil pela Faculdade FINOM de Patos de Minas.

² Engenheiro Civil pela Universidade de Uberaba, Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Uberlândia, Professor e Coordenador do Curso de Engenharia Civil pela Faculdade FINOM de Patos de Minas.

1 INTRODUÇÃO

Em seu sentido etimológico, o termo projeto vem do latim *projectu*, que significa lançar para diante (VEIGA, 1995). Assim, entende-se que projeto é toda a intenção de planejar o que será feito posteriormente. Esse é usado para analisar possíveis erros e quais suas soluções, antes que, de fato, algo seja efetivado. Na construção civil é uma descrição gráfica e escrita dos elementos a serem executados.

Graziano (2003) alega que, em função da alta do setor imobiliário há 50 anos, tornou-se inviável ao profissional do ramo da construção civil executar obras e desenvolver projetos ao mesmo tempo, haja vista que existem inúmeras especificidades de projetos. Ao passar dos anos, foram necessárias subdivisões de todas as etapas; profissionais como arquitetos e engenheiros já não possuíam conhecimentos multidisciplinares e gerais de todo o conjunto, mas sim específicos e aprofundados de elementos isolados. Assim, a necessidade de que esses projetos fossem coordenados era indispensável.

A prancheta de desenho perdeu lugar para CAD (do inglês: *Computer Aided Design*) ou Desenho Assistido por Computador, que proporciona aos projetistas formularem os desenhos em menor tempo, usando este prazo compatibilizando-os, com o intuito de que fiquem adequados para a execução. Porém, ainda assim, o projeto feito em CAD é similar ao projeto feito à mão, apenas com a diferença de ser digital.

Diferente do CAD, a tecnologia BIM (*Building Information Modeling*) permite realizar modificações em um arquivo eletrônico do banco de dados da obra que ficará acessível para toda equipe envolvida em sua construção (FARIA, 2007). Além disso, em comparação com um programa computacional CAD, que é elaborado a partir de linhas sem significado que necessitam de uma legenda para detalhá-los, em programas BIM é atribuído modelo, dimensões, fabricante, preço, etc. Dessa forma agrega ao banco de dados legendas automáticas, podendo fornecer diversas informações em diferentes formatos.

O BIM representa mais que desenhos; ele confere um repositório de dados ao projeto de construção e manutenção, para partilha de todos interessados (MCNELL, 2011). A adoção desta metodologia faz-se um passo indispensável para o futuro, visto que possui uma importância significativa no setor da construção, permitindo visualizar e prevenir erros que possam ocorrer durante a elaboração de um projeto ou a execução de uma obra.

Este trabalho, ao propor reformular um projeto CAD usando o BIM, mostrará como a tecnologia pode ser útil para concatenar todos os projetos da edificação, além de tornar o profissional mais apto ao competitivo mercado da construção civil, ante às constantes inovações

tecnológicas que tornam algumas ferramentas de uso comum rapidamente arcaicas. O BIM oferece uma nova dinâmica na formulação de um projeto, resultando em extremo detalhamento a fim de minorar futuros erros, tanto na execução quanto em toda vida útil de uma edificação.

Dessa forma, o objetivo geral desta pesquisa é remodelar, através de compatibilização, os projetos de uma unidade residencial unifamiliar em Patos de Minas-MG, feitos na forma tradicional CAD, para o conceito BIM, a fim de constatar sua eficácia em comunicação dos diversos projetos existentes em uma edificação. Os objetivos específicos deste estudo são: explorar as possibilidades dos programas computacionais paramétricos disponíveis no mercado; eleger o (s) programa (s) computacional (is) necessário (s) para projetar em BIM; agrupar todos os projetos da unidade residencial estudada; mostrar a evolução tecnológica dos programas computacionais relacionando CAD e BIM.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A produção de projetos em computador deve ser solicitada como apetrecho de melhoria da produtividade e das condições de compatibilização. Em conformidade com o proposto, surge no mercado o BIM, que, em sua essência, não é um programa computacional, nem uma tecnologia, mas um conceito e uma metodologia baseada em sistemas informatizados.

2.1 Definição

O BIM é uma ferramenta de compatibilização de projetos, permitindo ao usuário maior controle sobre as alterações efetuadas e reduzindo a possibilidade de gerar conflitos durante a execução de um projeto.

Para Eastman et al. (2011), o BIM não é um tipo ferramenta, mas uma atividade humana que, em última instância, envolve amplas mudanças de processos na construção.

Ressalte-se que o BIM, por si só, não é um conceito de vanguarda. Entretanto, a evolução da informática possibilitou o desenvolvimento de sistemas que incorporaram seus preceitos, fazendo surgir novas opções de gestão para empreendimentos relacionados à construção civil (SOUSA E MEIRIÑO, 2013, p. 4).

O BIM relaciona projetos, interações humanas, tecnologia e informações. Com isso, é indiscutível que seja uma ferramenta focada em melhorar resultados em todas as etapas e procedimentos relacionados à construção.

2.2 Programas BIM

No entanto, não basta que o programa computacional seja 3D³, para que se possa realizar um projeto em BIM. Estes programas têm que ser paramétricos, ou seja, possuir elementos, e não linhas.

Os programas compatíveis ao BIM mais conhecidos no mercado atualmente são: o Revit, da Autodesk; o Navisworks da Autodesk; o ArchiCad da Graphisoft; o Bentley Architecture, da Bentley; o Digital Project, da Gehry Technologies; o Tekla Structures, da Tekla Corp; o DProfiler, da Beck Technologies. Porém, os dois sistemas mais usados no mercado brasileiro são o Revit e o ArchiCad (BAIA, 2014).

2.3 A compatibilização e o uso do BIM na construção civil

Chaves et al. (2015), afirmam que as pessoas utilizam da comunicação para compreender mutuamente a forma como cada tarefa tem de ser cumprida para que possam alcançar seus objetivos, mas no processo de realização de um projeto, vários profissionais comunicam entre si, e existem inúmeras barreiras de comunicação que podem comprometer esse processo.

Para Graziano (2013), a compatibilização de projetos acontece quando os componentes deste não conflitam entre si em um dado espaço. Esta ferramenta é de extrema importância para que o empreendimento seja factível, determinando que não se devem ter interferências entre projetos. Tais intervenções podem não ser somente físicas, pois existem em uma edificação várias informações interligadas.

Na construção de edifícios, os projetos são geralmente desenvolvidos paralelamente pelos diversos projetistas, sendo reunidos, muitas vezes, somente na hora de execução dos serviços, na obra. Este procedimento gera uma série de incompatibilidades, que comprometem a qualidade do produto e causam enormes perdas de materiais e produtividade. É fundamental que exista uma Coordenação de projetos, que compatibilize todos os projetos, desde os estudos preliminares (PICCHI, 1993, p. 462).

É importante a compatibilização de projetos, que visa minorar perdas de tempo e materiais, e, indica a dificuldade que ocorre pós-erro e que necessita de um projeto de modificação “as built⁴” que retorna para o projetista e só assim poderá ser posteriormente executado com tal alteração (PICCHI, 1993). O autor ainda discorre que, além de atrasos

³ O programa computacional em 3D implica que a imagem seja reproduzida de forma tridimensional, ou seja, considera-se também a profundidade.

⁴ As Built é uma expressão inglesa que significa “como construído”, é um projeto no qual cria-se um registro das alterações ocorridas durante a obra, facilitando a manutenção de futuras intervenções.

recorrentes em obras em função de alterações, é de extrema importância que a informação esteja minuciosamente detalhada e de fácil acesso para os executores.

O BIM trabalha para que sejam rapidamente perceptíveis erros de interferências, como pode ser observado na Figura 1, onde um elemento da superestrutura sobrepõe uma esquadria. A ferramenta computacional permite que os projetistas usem o arquivo do projeto arquitetônico para vincular aos outros tipos de projeto. Além disso, em benefício também de fabricantes e subcontratados, o BIM apoia todo o processo colaborativo de desenvolvimento do projeto, detalhamento e integração. Em muitos casos registrados, o BIM foi levado a permitir maior pré-fabricação do que era possível sem ele, reduzindo prazos e aprofundando a integração do projeto (EASTMAN, 2011).

Ao usar o BIM para a armazenagem de dados, as informações que o dono, engenheiro, mestre de obras e todos os demais envolvidos no projeto precisam obter sobre a construção, podem ser disponibilizadas eletronicamente, não somente em seus primórdios, mas ao longo de toda a vida útil da edificação (MCNELL, 2011).

Figura 1: Incompatibilidade de projetos.



Fonte: MOLLE (2017).

2.4 Custo de implantação do BIM

O valor total que pode vir a custar realmente a implantação do BIM depende de inúmeros fatores. Como por exemplo, pode-se citar a variação do tempo de adaptação dos funcionários da instituição a qual pretende-se implantar. Então os aspectos considerados neste tópico serão: treinamento, compra de programas computacionais e equipamentos.

No quesito treinamento dos funcionários, para o correto desenvolvimento dos projetos, tem-se que cada módulo (básico, intermediário e avançado), com duração média de 40 horas custaria aproximadamente 2 mil reais por pessoa, de acordo com Manzione (2015).

A compra de programas dependerá da escolha do consumidor. Como já citado neste trabalho, existe uma grande variedade de programas atualmente. Então cabe ao comprador optar pelos pacotes, que variam entre tempo e ferramentas.

O Revit custa em média 10 mil reais. A licença adicional custa 9,8 mil reais. Já o chamado contrato de assinatura anual, que dá direito a atualizações de versão anuais e mais algumas vantagens como plug ins custa 1,1 mil. Além da licença, o escritório deve adquirir essa assinatura para ter acesso às melhorias constantes que os fabricantes fazem nos softwares.

O Archicad start edition, voltado para profissionais autônomos e escritórios de pequeno porte custa 3,5 mil reais, enquanto o Archicad versão comercial, indicado para empresas de construção civil, custa 7,8 mil reais. A licença adicional para qualquer sai por 7 mil reais, e a assinatura, 1,4 mil reais por ano. A Bentley oferece um pacote que custa 13,3 mil reais e inclui assinatura select por dois anos. O Vectorworks sai 4,8 mil reais a primeira licença e 3 mil reais as licenças adicionais com o Renderworks, módulo de render em foto-realismo, o preço vai para 5,3 mil reais, sendo 3,7 mil as licenças adicionais. (LOURENÇON, 2011, p. 1).

As máquinas capazes de suportar tais programas necessitam ser de uso profissional. Soethe (2015) estimou que, para o computador executá-los com boa performance, é necessário que tenha processador de no mínimo i7 terceira geração, um HD de 1TB, memória ram de pelo menos 16GB, Placa de Vídeo NVIDIA Quadro 2000 ou similar. Além disso, carece de uma placa mãe compatível com essas peças.

2.5 Revit

Segundo Eastman et al. (2011), o programa Autodesk Revit é considerado o mais conhecido de mercado para projetos de arquitetura e foi introduzido pela Autodesk em 2002.

O Revit é um programa computacional de concepção de projetos que suporta todas as fases do processo, pois ele é uma família de produtos integrados. Em 2018 a assinatura mensal do Revit possui o preço de R\$ 761,26, já o custo anual, será de R\$ 6000,52, a assinatura também pode ser de três anos, que custará: R\$ 18.001,56, segundo o site da AutoDesk.

O uso do formato IFC⁵, que para Fu et al. (2006), tem permitido, paulatinamente, a exploração dentro do BIM de ferramentas capazes de abordar questões múltiplas de informação do projeto. Está presente também no Revit, tornando assim facilitada a capacidade de compartilhamento e interoperabilidade de projetos.

⁵ O IFC é um formato que permite a troca de dados e informações entre aplicativos diferentes para o BIM.

3 METODOLOGIA

A presente pesquisa configura um estudo de caso sobre a compatibilização de projetos de uma unidade residencial unifamiliar em Patos de Minas-MG. O estudo de caso é a análise detalhada sobre um determinado assunto.

Na fonte das figuras relativas ao projeto, estará indicado como anônimo, pois o(a) autor(a) solicitou que sua identidade fosse preservada.

Esta pesquisa consiste em aplicar a metodologia BIM para transpor os projetos arquitetônico e de engenharia da edificação de um determinado bairro na cidade estudada.

Para isso, o estudo foi subdividido em etapas que ocorreram simultaneamente à pesquisa bibliográfica. Uma delas, a priori, foi a busca e a eleição do(s) programa(s) que auxiliaram na transferência e transposição desses projetos para BIM.

O primeiro projeto a ser transposto foi o projeto arquitetônico, que serviu de base para que todos os demais fossem feitos. O template arquitetônico utilizado foi cedido por docente da Faculdade Finom de Patos de Minas.

A unidade residencial unifamiliar analisada contém uma área total de 238,69 metros quadrados. Possui dois quartos, sala, cozinha, banheiro, lavabo e depósito em seu primeiro pavimento. O segundo pavimento conta com dois quartos, sendo um deles suíte com closet, academia e sacada, conforme verifica-se na Figura 2.

Após subir todas as paredes, foram adicionadas as esquadrias e iniciado o projeto estrutural onde foram inseridos; pilares, vigas e lajes.

Em seguida, foi feita a transposição do projeto estrutural (Figura 3) onde foram conferidos lajes, vigas e pilares. As famílias dos elementos estruturais foram distribuídas por uma empresa que oferece treinamentos online.

No que tange ao terceiro, o hidráulico, não havia projeto e o mesmo foi desenvolvido pela autora, ou seja, atribuiu-se os pontos de abastecimento de água.

A única informação apresentada referente ao hidrossanitário no projeto arquitetônico é um reservatório retangular de 1000 litros com dimensões 2,45mx2,00m e uma altura de 3,20m. Também haviam indicações de calhas, caimento da cobertura do telhado, porém o projeto de águas pluviais não é objeto de estudo da presente pesquisa.

Os demais detalhes de tubulações de água fria foram desenvolvidos pela autora, seguindo a norma da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 5626 – Instalação Predial. No que se refere ao template utilizado para esta etapa, foi fornecido gratuitamente por uma empresa fabricante de tubulações hidráulicas.

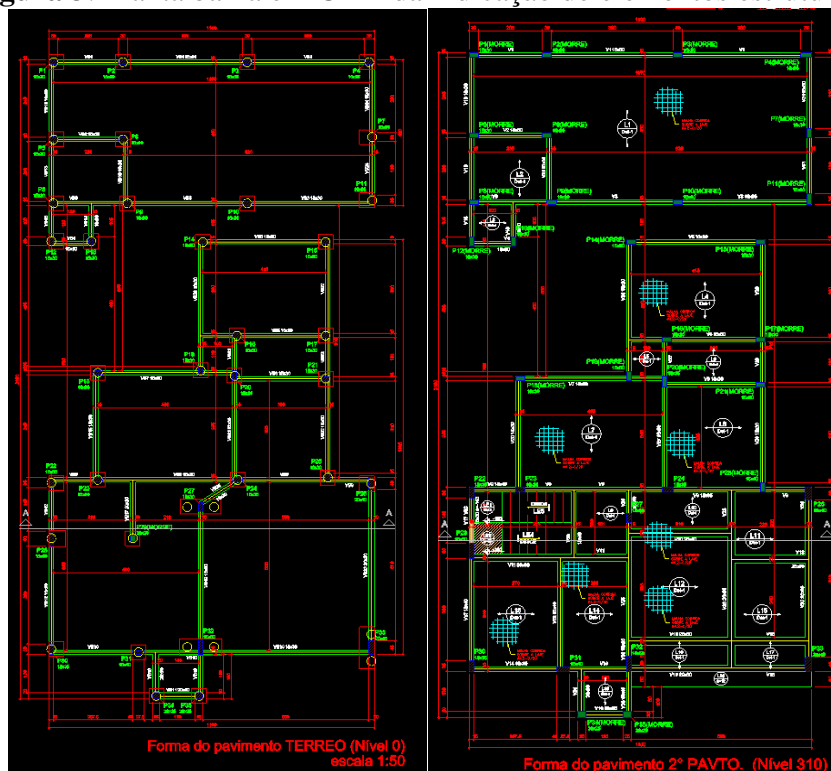
Figura 2: Planta baixa da unidade residencial estudada.



Fonte: Anônimo (2017).

Na confecção do projeto em BIM, os elementos estruturais foram inseridos em planta baixa podendo também ser utilizada a vista 3D para averiguar se as alturas e as posições dos elementos estão corretas.

Figura 3: Planta baixa em CAD da indicação de elementos estruturais.



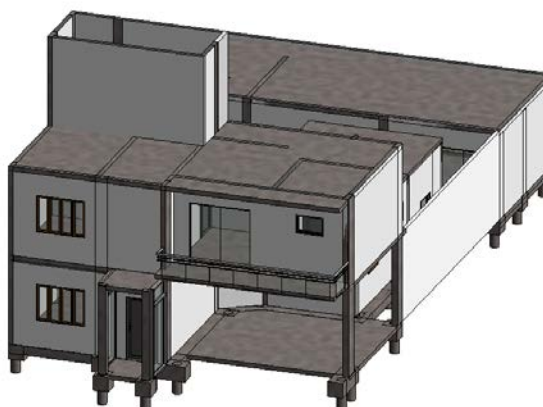
Fonte: Anônimo (2017).

Os projetos foram verificados individualmente, tomando por base o projeto arquitetônico e depois sobrepostos em três dimensões para verificar se suas informações eram compatíveis. Com o BIM efetivado, foi possível analisar se na construção houve pontos de incompatibilidades.

4 RESULTADOS

A perspectiva em três dimensões da edificação estudada é apresentada na Figura 4.

Figura 4: Representação em 3D.



Fonte: Autora (2018).

Inicialmente, o projeto arquitetônico original foi transposto para o Revit, sendo utilizado como rascunho para a locação correta dos cômodos. Na Figura 5, há a representação da edificação em planta baixa.

Na sequência, analisando o projeto estrutural, verifica-se que a edificação é composta por uma escada de dois lances, trinta e cinco pilares e blocos de coroamento, trinta e oito estacas, além de possuir laje pré-moldadas e maciça.

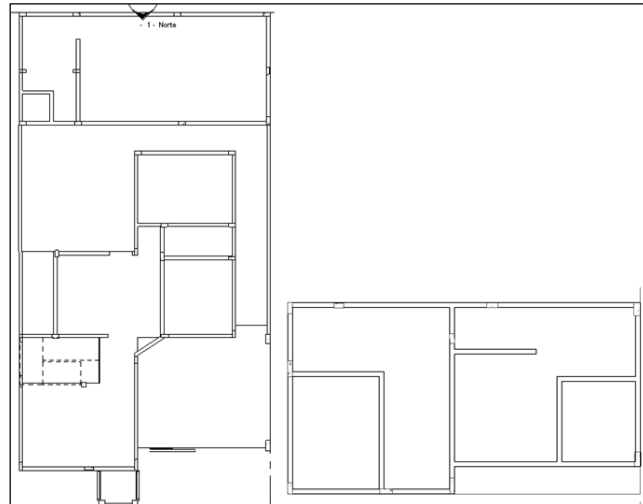
Nota-se, portanto, que a compatibilização desse tipo de projeto com o arquitetônico é essencial, para se evitar interferências construtivas na estrutura que suporta a edificação.

Ao compatibilizar o projeto estrutural com o arquitetônico, notou-se uma inconformidade. O gabarito de locação de blocos, pilares e formas de lajes (Figura 6) apresenta algumas incongruências com o projeto arquitetônico quanto ao cômodo do depósito, à frente do banheiro. Porém como não consta no arquitetônico esse cômodo foi ignorado.

Durante toda a fase do projeto é possível que se desative, ou coloque em segundo plano com menor opacidade alguns elementos como portas, janelas, ou até mesmo um projeto inteiro como o arquitetônico ou o estrutural para que se possa trabalhar com mais foco em outra

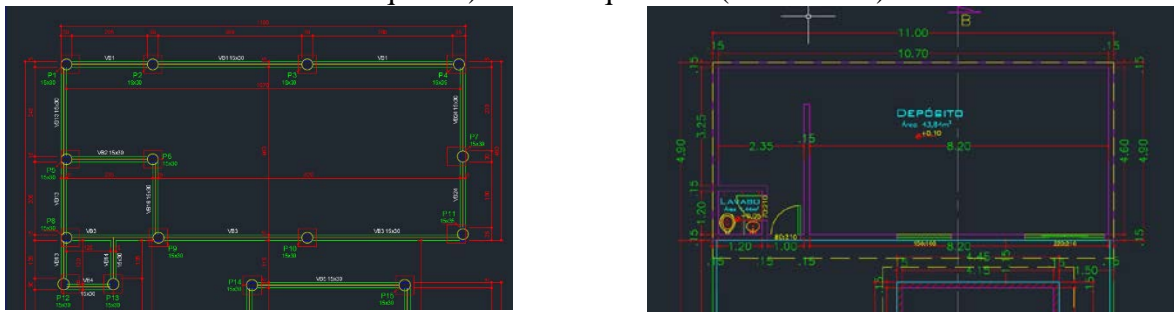
vertente do projeto, sem deixar de sobrepor os anteriores citados. Na Figura 7 pode-se observar também que, para melhor visualização, é possível não exibir os elementos de arquitetura; estes, podendo ser ativados novamente em qualquer momento.

Figura 5: Representação da planta baixa



Fonte: Autora (2018).

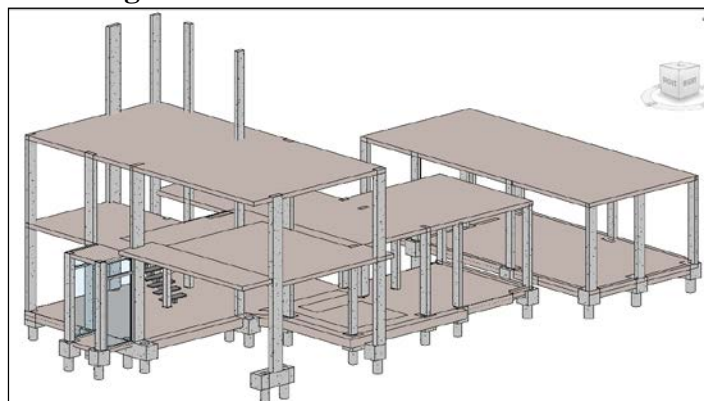
Figura 6: Detalhe da inconformidade percebida ao analisar projeto estrutural (lado esquerdo) com a arquitetura (lado direito).



Fonte: Anônimo (2018).

As tubulações, assim como os outros elementos de toda a estrutura, possuem a possibilidade de modificação de textura e cores. Estas ferramentas são de grande auxílio ao projetista, uma vez que podem ser acrescentados diversos tipos de tubulações como; tubulação de água fria, quente, tubulação de esgoto, gás e outras. Nessa fase em específico tal ferramenta é necessária para que se possa facilmente indicar por cores de onde é a tubulação uma vez que elas, possuindo a mesma representação, podem confundir o projetista (Figura 8).

Figura 7: Vista 3D do modelo estrutural.



Fonte: Autora (2018).

Figura 8: Exemplo de legenda de sistema e cores.



Fonte: Autora (2018).

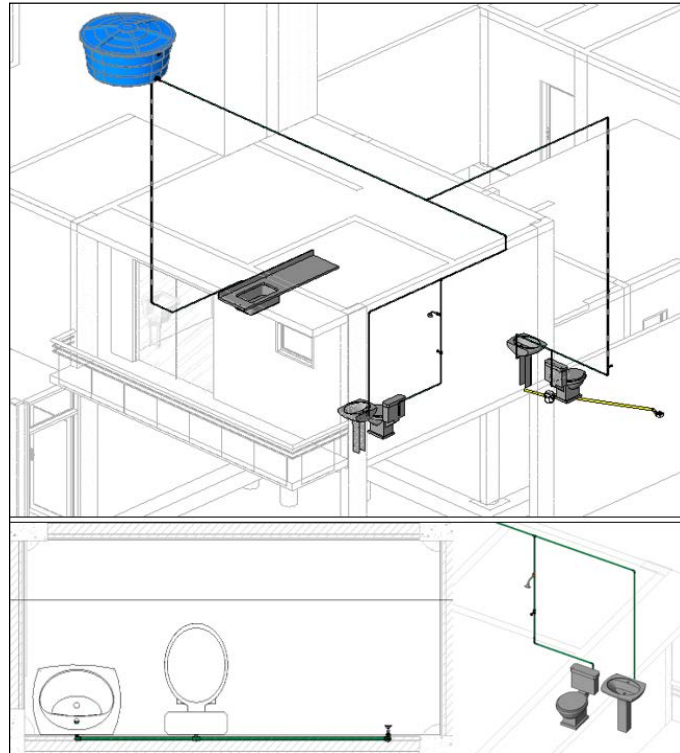
O programa permite que alguns elementos fiquem em segundo plano assim como consta na Figura 9, que é a representação de toda a tubulação de alimentação de água fria em sua parte superior, onde possui os banheiros no seu primeiro e segundo pavimento, e a pia na cozinha, justaposta à representação em planta baixa e sua vista 3D.

Notou-se que só houve uma incompatibilidade entre o arquitetônico e o estrutural, conforme já citado anteriormente.

Outra incompatibilidade apresentada, já que o programa facilita a visualização de possíveis pontos incompatíveis, foi entre o estrutural e o hidrossanitário (Figura 10). Não foi possível passar um tubo de água fria sem que ele confrontasse com um pilar. Como não é indicado que se retire área de um pilar para que se coloque a tubulação por dentro e também não deve ser transpassada pelo solo pelo fato de se confrontar com a fundação, por meio dessa análise, notou-se a interferência.

Porém, caso fosse trabalhado em BIM com ambos os projetistas desenvolvendo os projetos em equipe, seria possível que se pensasse em soluções mais interessantes, uma vez que a opção dada poderia causar perda de material.

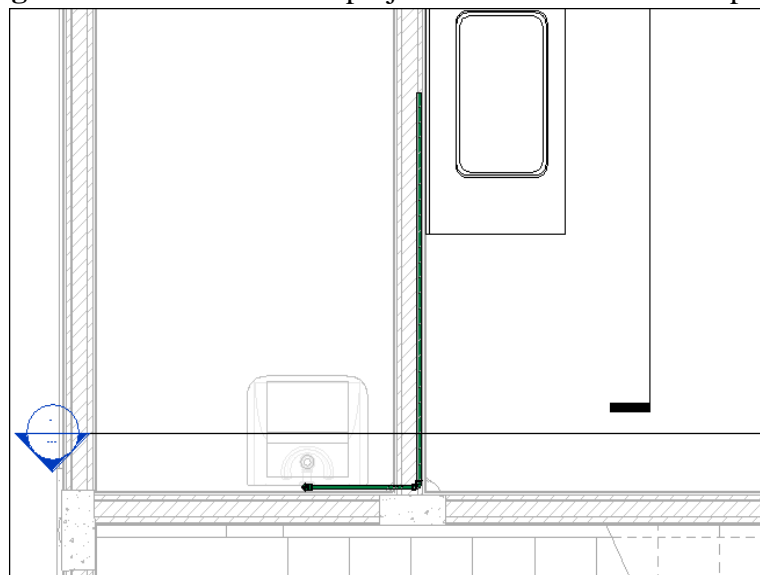
Figura 9: Projeto hidrossanitário.



Fonte: Autora (2018).

Pode-se observar que, caso não seja feita a compatibilização dos projetos antes da execução da obra, essa possível solução não seria viável, dependendo do tipo de fundação que já estaria executado nessa fase. Sendo assim, haveria um retrabalho, além da necessidade de intervenção em uma fase da obra já concluída.

Figura 10: Interferência do projeto hidrossanitário com o pilar.



Fonte: Autora (2018).

5 CONCLUSÕES

Com a indústria da construção civil passando por mudanças substanciais nos últimos anos, é estimulado o aumento da competitividade, a globalização dos mercados, a procura por bens mais modernos, a rapidez com que surgem novas tecnologias, o aumento das exigências dos consumidores e a menor disponibilidade de recursos financeiros para a realização de empreendimentos. Então, uma das propostas para tal problemática é que se invista em planejamento e controle de processos, que colaborem para a otimização de prazos, custos e lucros.

Quanto ao Revit e aos demais programas computacionais de mesmo segmento, é necessário que o projetista faça um curso para sua utilização, pois por não serem intuitivos, programas em BIM contam com uma infinidade de ferramentas e opções de detalhamento, sendo inviável assim que o usuário consiga aprender de forma integral todas as possibilidades e comandos. Destaca-se ainda que tais programas chegam de forma rústica ao usuário. Então, carece de famílias e templates, ou seja, os elementos de produção do projeto não vêm completos e prontos para a utilização, cabendo ao usuário fazer a compra dos mesmos.

O tamanho do projeto influi na escolha da metodologia aplicada, já que talvez um trabalho não muito complexo não valha o investimento, já que a alimentação do programa (templates), dará mais trabalho que confeccionar no CAD em 2D. Porém para alguém que já trabalha com o Revit, possui a licença e o saiba utilizá-lo, qualquer projeto fica mais fácil de ser desenvolvido, dado os cortes automáticos, e configurações pre-estabelecidas pelo usuário.

Revit é um programa que, ao ser utilizado no desenvolvimento de projetos, já se nota as incompatibilidades, podendo ser evitadas. Como no caso estudado, onde verificou-se que um cômodo do depósito não era comum nos projetos arquitetônico e estrutural. Além disso, notou-se ainda que o projeto estrutural pode influenciar em detalhes inexequíveis, como a passagem da tubulação de água fria em um pilar já executado, surgindo a necessidade de uma solução no momento em que os serviços estão sendo executados.

Com a realização do presente trabalho foi possível avaliar a importante contribuição do sistema BIM relacionado ao planejamento inicial, uma vez que esse processo está voltado para identificar graves irregularidades observadas no decorrer das obras.

Por fim, conclui-se que a utilização da metodologia BIM é viável e pode trazer importantes benefícios para a indústria da construção, uma vez que, com o modelo 3D, é possível obter sistemas de indicação de interferências e um controle de obra mais aprimorado e com interfaces gráficas amigáveis.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS. **NBR 5626: 1996 – Instalação predial de água fria**. Rio de Janeiro, 1996.

AUTODESK. Disponível em:

<<https://www.autodesk.com.br/products/revit/subscribe?plc=RVT&term=1-YEAR&support=ADVANCED&quantity=1>>. Acesso em: 02 jun. 2018.

BAIA, D. V. S.; MIRANDA, A. C. O.; LUKE, W. G. **Uso de Ferramentas BIM para o Melhor Planejamento de Obras da Construção Civil**. In: IV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2014, Ponta Grossa. Ponta Grossa: ConBRepo, 2014.

CHAVES, L. E.; NETO, F. H.S.; PESH, G.; CARNEIRO, M. F.S. **Gerenciamento da comunicação em projetos**. 3. ed. São Paulo: Editora FGV, 2014.

EASTMAN, C.; Teicholz, P.; Sacks, R.; Liston, K. **BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors**. 2. ed. Hoboken: Wiley, 2011.

FARIA, R. **Construção integrada**. Revista Técnica, 2007. Disponível em:

<<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/127/artigo286443-1.aspx>> Acesso em: 01 nov. 2017.

FU, C.; Aouad, G.; Lee, A.; Mashall-Ponting, A.; Wu, S. **IFC Model View To Support Nd Model Application. Automation in Construction: ELSEVIER**. autcon. 2006.

GRAZIANO, F. P. **Compatibilização de Projetos**. 2003. 75 p. Dissertação (Mestrado Profissionalizante) – Curso de Engenharia Civil, Instituto de Pesquisa Tecnológica – IPT, São Paulo, 2003.

LOURENÇON, A. C. **Quanto custa implementar o BIM nos escritórios de arquitetura**.

2011. Disponível em: <<http://au17.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/208/quanto-custa-implementar-o-bim-224375-1.aspx>>. Acesso em: 02 set. 2017.

MANZIONE, L. BIM: **Qual o valor mínimo para entrar no jogo?**. 2015. Disponível em:

<<http://www.coordenar.com.br/bim-qual-o-valor-minimo-para-entrar-no-jogo/>>. Acesso em 23 de set. 2017.

MCNELL, D.; ALLISON H.; BLACK, W. W.; CUKROW, M. **Building Information Modeling (BIM) Guide**. InfoComm International, 2011. Disponível em:

<http://www.infocomm.org/cps/rde/xbcr/infocomm/Brochure_BIM.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2017.

MOLLE, A. P. M. D. **Projetos usados utilizando tecnologia BIM**. Disponível em:

<<https://projetos.habitissimo.com.br/projeto/instalacoes-hidrossanitarias-residenciais>>. Acesso em: 17 out. 2017.

PICCHI, F.A. **Sistemas da qualidade:** uso em empresas de construção de edifícios. 1993. 462 p. Tese (Doutorado) – Curso de Engenharia Civil, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

SOETHE, E.. **Configuração de um bom computador para civil 3d e infraworks.** 2015. Disponível em: <<https://forums.autodesk.com/t5/autocad-civil-3d-infraworks/configuracao-de-um-bom-computador-para-civil-3d-e-infraworks/td-p/5573929>>. Acesso em: 26 ago. 2017.

SOUSA, O. K.; MEIRIÑO, M. J. **Aspectos da implantação de ferramentas BIM em empresas de projetos relacionados à construção civil.** IN: IX CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 2013, Rio de Janeiro.

VEIGA, I. P. A. **Projeto político-pedagógico da escola:** uma construção possível. 24. ed. Campinas: Papyrus, 1995.