

Potencialidades de modelos tridimensionais frente aos bidimensionais na compatibilização de projetos

Potentials of three-dimensional versus two-dimensional models in project compatibilization

Vera Lúcia Correia

vlcorreia93@gmail.com

Luciana da Rosa Espíndola

luciana.espindola@ifsc.edu.br

Ramon de Souza Rosa

ramon.de.souza@hotmail.com

Resumo

Quanto mais complexas as edificações, maior o nível de detalhes do seu projeto. E, nos padrões tradicionais de desenvolvimento de projeto, quanto maior esta complexidade, maior é a probabilidade de incompatibilidades entre suas disciplinas. Estas incompatibilidades causam problemas na execução da obra, com consequentes atrasos e prejuízos. No Brasil, não é comum ocorrer a compatibilização de projetos. E, quando essa ocorre, é feita com projetos bidimensionais. Este método de análise pode ter limitações e deixar passar inconsistências que, provavelmente, seriam identificadas em três ou mais dimensões. Então, este artigo propõe uma análise comparativa entre os métodos de compatibilização bidimensional e tridimensional para verificar a eficácia de ambos. Para isto, compara-se o projeto de uma edificação residencial que foi compatibilizado por uma empresa em duas dimensões no software Autodesk Autocad 2017 com o modelo tridimensional desenvolvido pelos autores desse mesmo projeto no software Autodesk Revit 2016. Como resultado, apontam-se as incompatibilidades entre disciplinas do projeto.

Palavras-chave: Compatibilização; Modelagem tridimensional; BIM

Abstract

The more complex are the buildings, more details their project must have. In the usual pattern of designing, when the complexity of the project increases, the incompatibility increases too, which causes problems on construction sites, delays and losses. In Brazil, the project compatibilization is not usual, and when it happens, it occurs in two-dimensional way. This method may have limitations and could permit inconsistencies that would probably be identified in three or more dimensions. This article proposes to compare two compatibilizations method, one of them in a two-dimensional model and the other one in three-dimensional model to verify their efficiency. For this, it was compared the project of a house that was compatibilized in a two-dimensional way using the software Autodesk Autocad 2017 and a three-dimensional model of the same project, made by the authors, using the software Autodesk Revit 2016. As a result, incompatibilities between the projects are appointed.

Keywords: *Compatibilization; Three-dimensional modeling; BIM*

1. Introdução

Atualmente, tanto em níveis acadêmicos quanto nas práticas do mercado, já se compreende o grau de complexidade dos processos de projeto e de produção para a construção de edificações. Para o produto edificação é necessário um conjunto de projetos com diferentes especificidades, porém dependentes entre si, como por exemplo os projetos: arquitetônico, estrutural, hidrossanitário, elétrico, de telecomunicações, de climatização, de automação, dentre outros.

Entretanto, apesar de se conhecer a necessidade desta dependência para obter uma execução eficaz e uma edificação com qualidade, ainda são comuns práticas onde se desenvolvem separadamente cada etapa de projeto. Por isso, não raro ocorrem incompatibilidades entre tais projetos, acarretando em problemas como pendências, retrabalhos, atrasos na execução e aumento dos custos (AGUIAR, 2004). Assim, para evitar estes problemas, torna-se importante a compatibilização destes projetos.

A compatibilização de projetos tem como objetivo integrar os diferentes sistemas da edificação para que estes não conflitem entre si (MIKALDO JUNIOR; SCHEER, 2008). De acordo com Callegari (2007), a prática da compatibilização pode permitir a resolução de inconsistências geradas na etapa de projeto, acarretando assim em uma diminuição dos desperdícios nas obras. A compatibilização é uma prática que tem o objetivo de abranger todas as etapas do processo de projeto, procurando integrar os elementos, a fim de ajustá-los da melhor forma possível (MELHADO, 2005). Nesse sentido, cada projeto deve apresentar informações com maiores níveis de detalhe e de precisão conforme se avança nas etapas do processo de projeto. Também, a troca destas informações geradas deve ocorrer prontamente entre todos os agentes envolvidos (OLIVEIRA, 2005).

Mas apesar da sua notável importância, a compatibilização de projetos ainda não é uma prática recorrente em empresas no Brasil (TAVARES JUNIOR et al., 2003, apud ÁVILA, 2011). Ainda, quando ocorre, o método utilizado tem como base os modelos tradicionais bidimensionais. Este método de compatibilização em 2D consiste na sobreposição manual de diferentes plantas baixas para verificação visual das possíveis interferências (COSTA, 2013).

Ferreira, Santos (2007) ao realizarem estudos que comparam a compatibilização de projetos em 2D e 3D afirmam que esse processo realizado somente em ambientes bidimensionais causa limitações na análise dos problemas. Ao se utilizar somente ferramentas 2D para análise da compatibilização de projetos, chegara-se em um produto final com falta de informações e soluções pouco assertivas.

A compatibilização de projetos pode ser feita, ainda, através de uma ferramenta de *Building Information Modeling* (BIM). Ao utilizar-se tal tecnologia, permite-se a visualização com o uso da tridimensionalidade, além de permitir que o processo se torne integrado entre os projetistas (COSTA, 2013). O uso de uma ferramenta BIM permite, ainda, a detecção automática de conflitos, sendo o *clash detection* o sistema de detecção mais comumente utilizado (KEHL; ISATTO, 2015).

Farinha (2012) realizou a compatibilização de uma edificação unifamiliar, onde realizou a detecção de interferências utilizando o software BIM Autodesk Revit MEP 2012, através da ferramenta *Interference Check*. O autor verificou que a metodologia utilizada é relevante, porém necessita de uma análise minuciosa do projetista. Paiva (2016) também realizou a análise automática de interferências entre projetos, porém utilizou o software BIM Autodesk

Navisworks. Foi verificado um retorno positivo no uso de tal metodologia, sugerindo que há problemas na comunicação e colaboração entre os projetistas.

Diante desses diferentes métodos de compatibilização, o presente artigo tem o objetivo de demonstrar a potencialidade da modelagem em três dimensões frente à tradicional bidimensional. Para isso, serão comparados os resultados de uma compatibilização em 2D realizada por um escritório de projetos no Brasil com os resultados de um modelo tridimensional executado pelos autores utilizando o software BIM Autodesk Revit 2016, conforme o método descrito a seguir.

2. Metodologia

Para realizar a comparação entre os métodos de compatibilização bidimensional e tridimensional, foi utilizado o projeto de uma edificação residencial unifamiliar com cerca de 400m², localizada na cidade de Florianópolis, em Santa Catarina. Esta construção apresenta tecnologias convencionais, sendo estruturada em concreto armado, com vedações verticais em alvenaria de blocos cerâmicos. Seu projeto arquitetônico foi desenvolvido por um escritório de arquitetura de Florianópolis, o qual contratou empresas terceirizadas para realizar os projetos complementares e a compatibilização entre os mesmos.

Esta compatibilização foi feita por uma empresa de projetos de engenharia com o método tradicional bidimensional. Foram disponibilizados arquivos em “.dwg”, formato compatível com *softwares* CAD. As disciplinas compatibilizadas foram: arquitetônico, estrutural, hidrossanitário, elétrico e de telecomunicações. O resultado dessa etapa de compatibilização pela empresa não foi levantado pelos autores.

Portanto, para uma análise simplificada desta compatibilização em 2D, os autores utilizaram os arquivos dos projetos já compatibilizados fornecidos em formato “.dwg”. Com o auxílio do *software* Autodesk Autocad 2017, foram verificadas visualmente questões relacionadas às interações entre as disciplinas projetadas, iniciando-se pelos conflitos existentes entre os projetos arquitetônico e estrutural e, em seguida, foram analisadas as inconsistências entre esses primeiros e as instalações hidrossanitárias, elétricas e de telecomunicações.

Na sequência, para realizar a análise do método 3D, as plantas baixas do projeto estrutural em formato “.dwg” foram preparadas e inseridas no *software* Autodesk Revit 2016. Como base da modelagem 3D, foram criados arquivos individuais por pavimento, apagando-se os itens que não seriam relevantes nessa discussão. Portanto, ressalta-se que foi realizada uma modelagem direcionada da edificação, compreendendo os elementos estruturais, as vedações verticais sem revestimento, os vãos das esquadrias, os pontos elétricos e de telecomunicações e as tubulações de água fria, água quente e esgoto.

Tal modelagem direcionada foi feita com o objetivo de comparar questões relacionadas a interação entre estes componentes específicos. O modelo tridimensional foi confeccionado seguindo a ordem de construção da edificação – iniciando-se pela modelagem dos elementos estruturais – e não a ordem tradicional de processo de projeto, que tem como partida o projeto arquitetônico.

Assim, com os arquivos “.dwg” preparados e inseridos no *software* Autodesk Revit 2016, iniciou-se a confecção do modelo tridimensional da estrutura. Primeiro, os pilares foram

locados, seguidos pela modelagem das vigas e, por fim, foram inseridas as lajes pré-fabricadas.

Depois de finalizada a modelagem dos elementos estruturais, foi confeccionado o modelo tridimensional das informações extraídas do projeto arquitetônico, iniciada pela modelagem das paredes sem revestimento. Sobre estas foram inseridos, em uma segunda etapa, os vãos das esquadrias. Ambos os modelos produzidos estão apresentados na Figura 01.

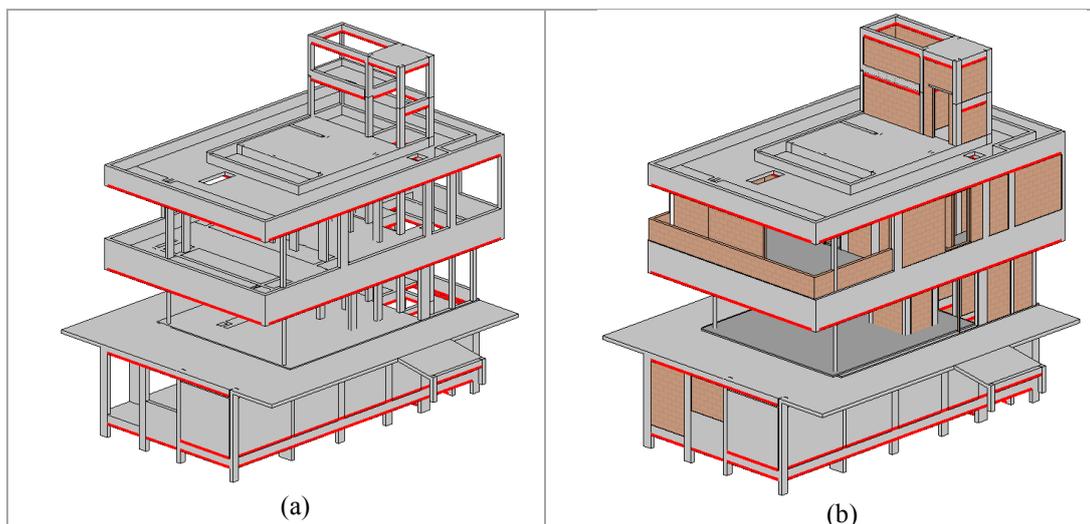


Figura 01 – Modelo 3D da estrutura da edificação (a) e das paredes sem revestimento e dos vãos das esquadrias (b). Fonte: elaborado pelos autores.

Depois de confeccionado o modelo com os elementos estruturais, paredes sem revestimento e vãos das esquadrias, realizou-se a modelagem de elementos hidrossanitários de água fria, água quente e esgoto, incluindo as tubulações de prumadas e distribuição horizontal até os pontos de utilização. Por fim, foram modeladas as caixas para instalação dos pontos elétricos e de telecomunicações, apresentadas na Figura 02.

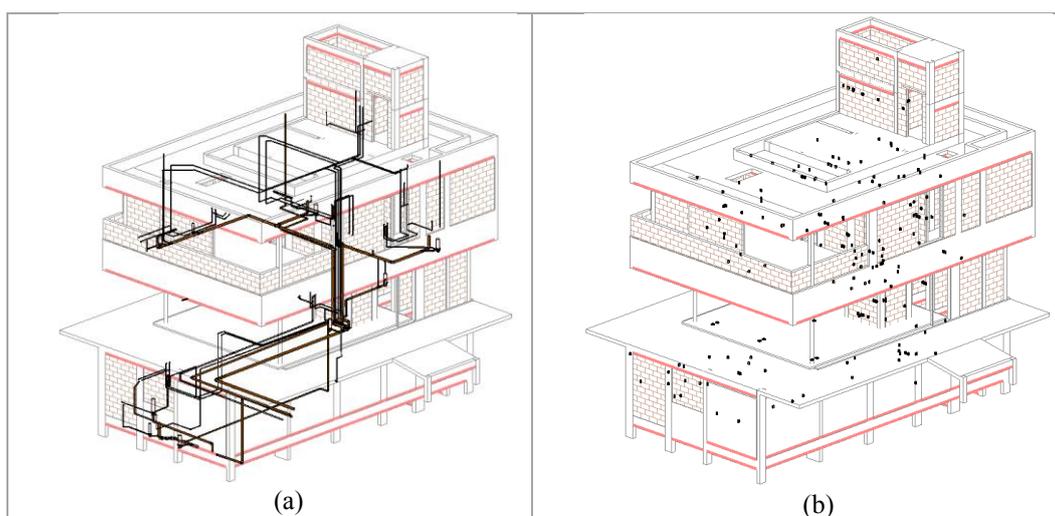


Figura 02 – Modelo 3D das instalações hidrossanitárias (a) e dos pontos elétricos e de telecomunicações (b). Fonte: elaborado pelos autores

Finalizada a modelagem dos elementos, foi realizada uma análise comparativa entre os projetos 2D disponibilizados pela empresa e o modelo 3D produzido pelos autores. As incompatibilidades encontradas foram mapeadas de forma visual, durante o processo de modelagem, sem a utilização de softwares para a detecção de conflitos, e serão apresentadas a seguir.

3. Resultados e discussão

Durante realização da modelagem 3D, foram verificadas incompatibilidades no pavimento subsolo não apontadas nos projetos disponibilizados em 2D. Os pontos inconsistentes encontrados foram: (1) furação não prevista em vigas; (2) furação não prevista em parede de contenção; (3) conflito entre caixa para ponto elétrico e tubulação de água fria; e, (4) conflito entre caixa para ponto elétrico e pilar. Estes pontos serão apresentados na sequência. Os conflitos em questão estão apresentados nas Figuras 03 até a Figura 07.

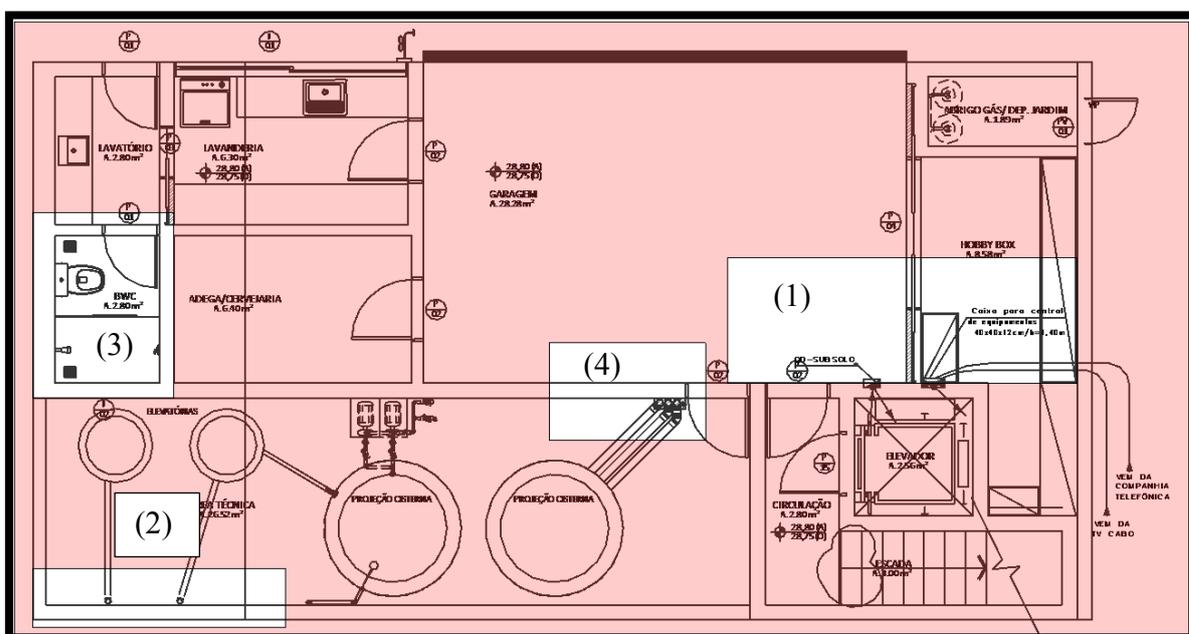


Figura 03 – Planta baixa do pavimento subsolo com identificação das incompatibilidades
 Fonte: elaborado pelos autores

Na incompatibilidade (1), apresentada na Figura 04, os furos existentes nas vigas não foram previstos no modelo bidimensional. No entanto, estes são necessários para evitar que o pé-direito do ambiente fique abaixo de 2,47 m – valor considerado o mínimo necessário para a boa utilização do ambiente. O Código de Obras de Florianópolis sugere um pé-direito de, no mínimo, 2,40 m para tal situação. Adotou-se a altura mínima de 2,47m por se considerar que o ambiente em questão ainda possuirá forro de gesso para esconder instalações. Na Figura 04(a) está a indicação em planta com a sobreposição do arquivo em formato “.dwg” da viga em questão, enquanto na Figura 04(b) está apresentada uma vista frontal da mesma viga.

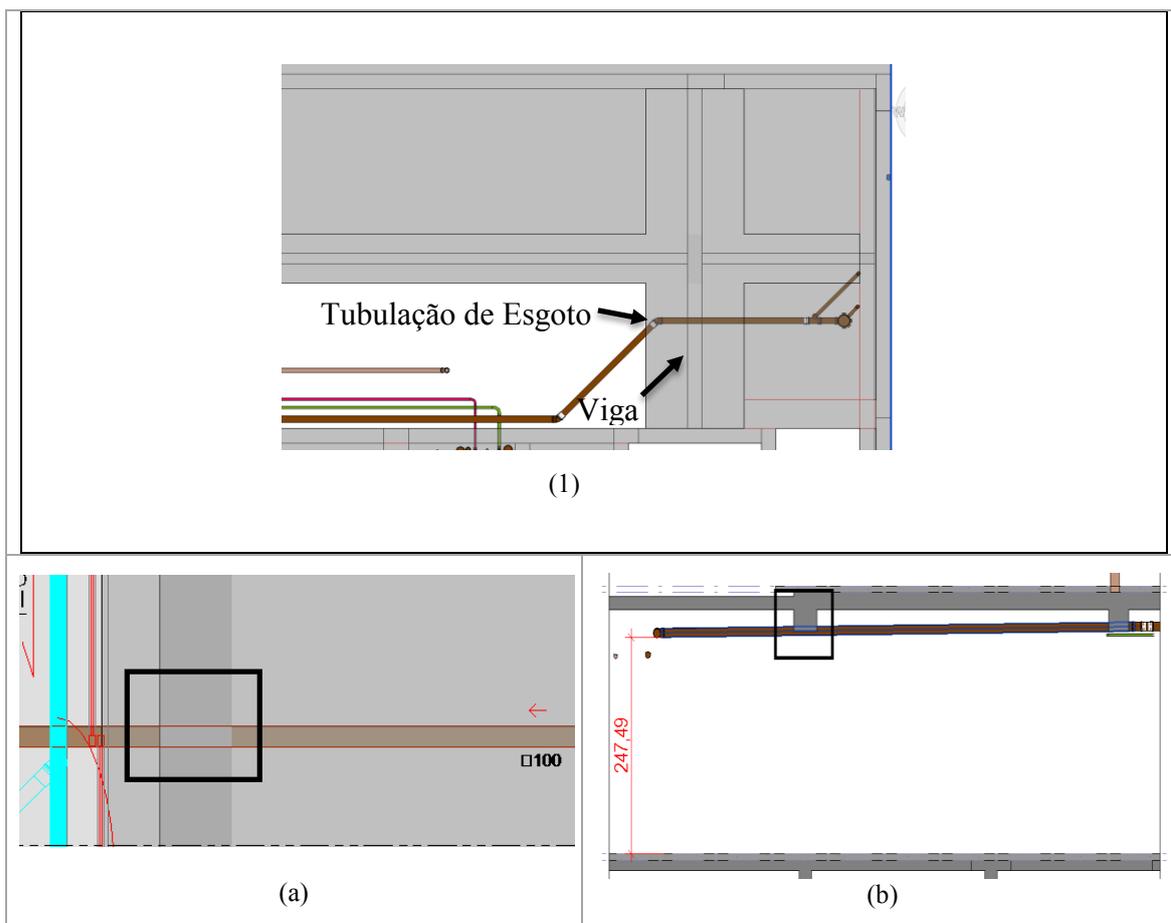


Figura 04 – Planta baixa de viga em confronto com tubulação de esgoto (a) e vista frontal da viga em questão (b). Fonte: elaborado pelos autores

Já a Figura 05 ilustra uma segunda inconsistência, identificada como (2), não apresentada no método 2D. É possível notar que as tubulações de esgoto estão cruzando uma parede de contenção. A Figura 05(a) indica esta parede em planta baixa, com sobreposição do arquivo no formato “.dwg”. Já a Figura 05(b) apresenta uma vista tridimensional de tal conflito.

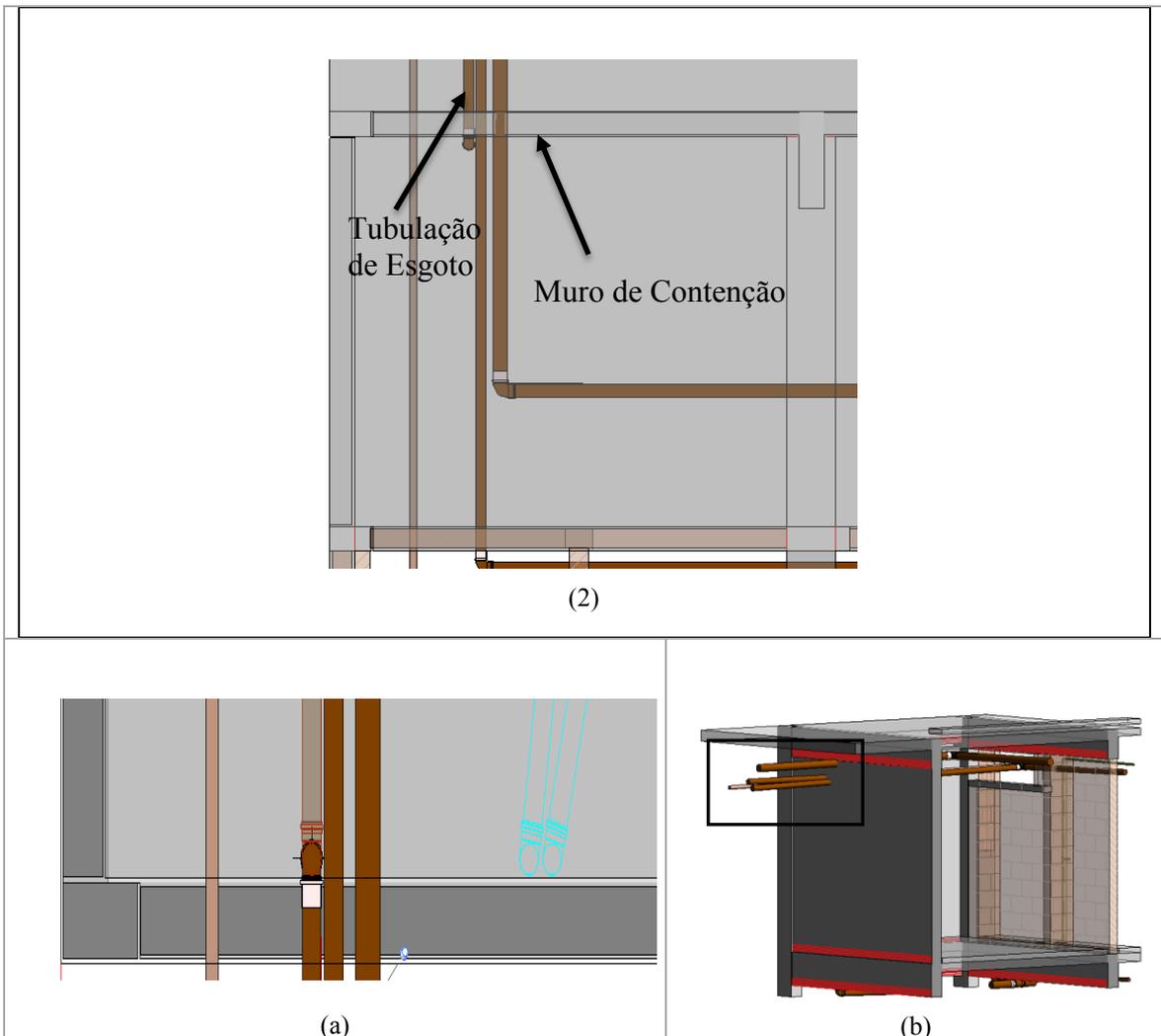


Figura 05 – Planta baixa (a) e vista tridimensional (b) de parede de contenção em confronto com tubulação de esgoto. Fonte: elaborado pelos autores

Na Figura 06, que apresenta a inconsistência (3), ao se comparar os projetos elétrico e hidrossanitário, verificou-se um conflito entre a tubulação de água fria e o ponto elétrico para o chuveiro. Tal conflito está apresentado com maior nível de detalhes ainda na Figura 06, onde à esquerda (a) está indicado em planta baixa com sobreposição do arquivo no formato “.dwg”, e à direita (b) está apresentada uma vista tridimensional dessa incompatibilidade.

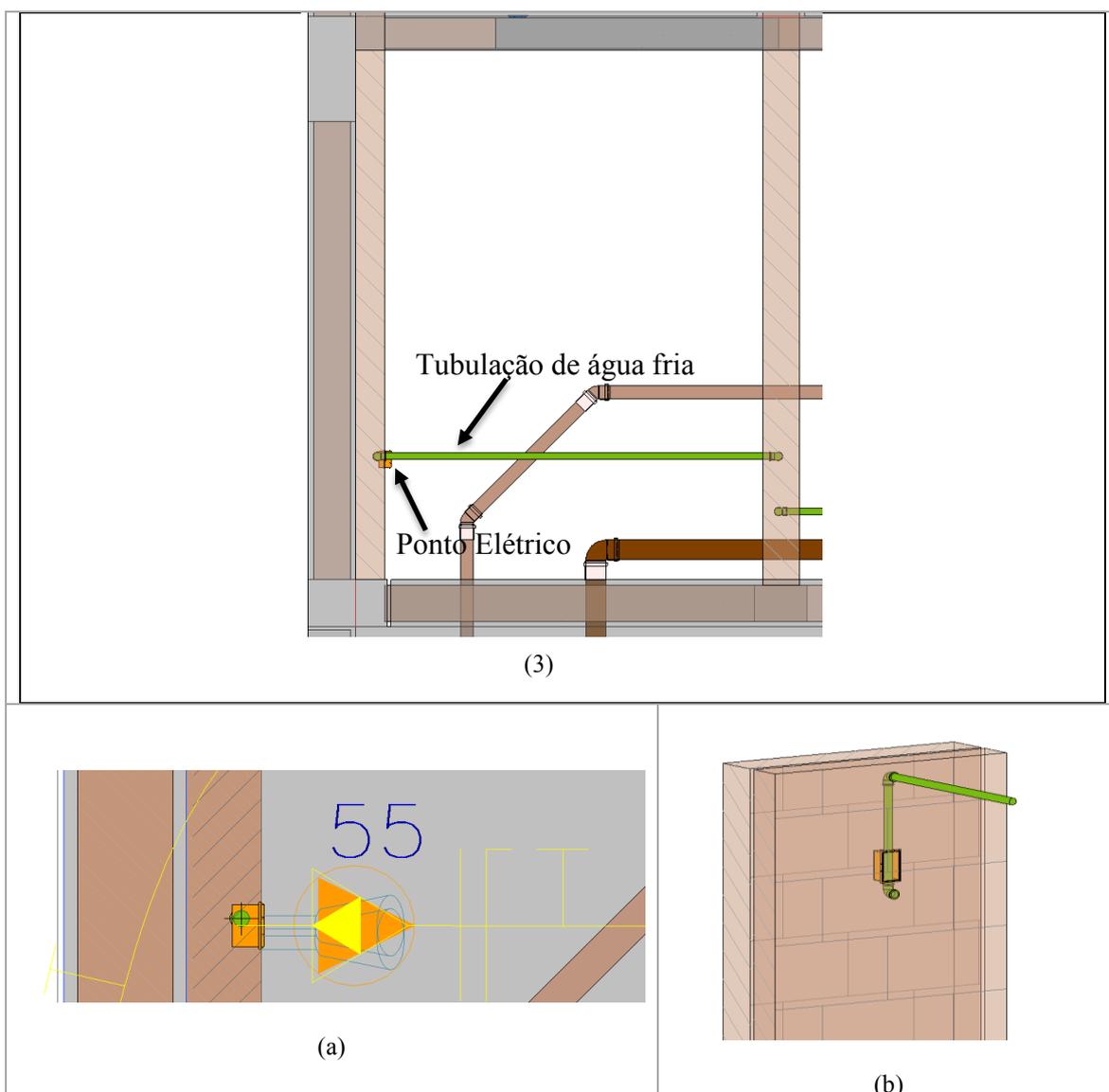


Figura 06 – Confronto entre ponto elétrico e tubulação de água fria em planta baixa (a) e em vista tridimensional (b). Fonte: elaborado pelos autores

Por fim, na Figura 07, foi percebido um último conflito, identificado como (4), entre uma caixa para ponto elétrico e o pilar estrutural, indicados com maiores detalhes ainda na mesma figura. Essa caixa foi prevista muito próxima do elemento estrutural, fazendo com que parte dessa estivesse embutida no mesmo. Na Figura 07(a) está indicado o conflito em planta baixa com sobreposição do arquivo no formato “.dwg”, e na Figura 07(b) está apresentada uma vista tridimensional de tal incompatibilidade.

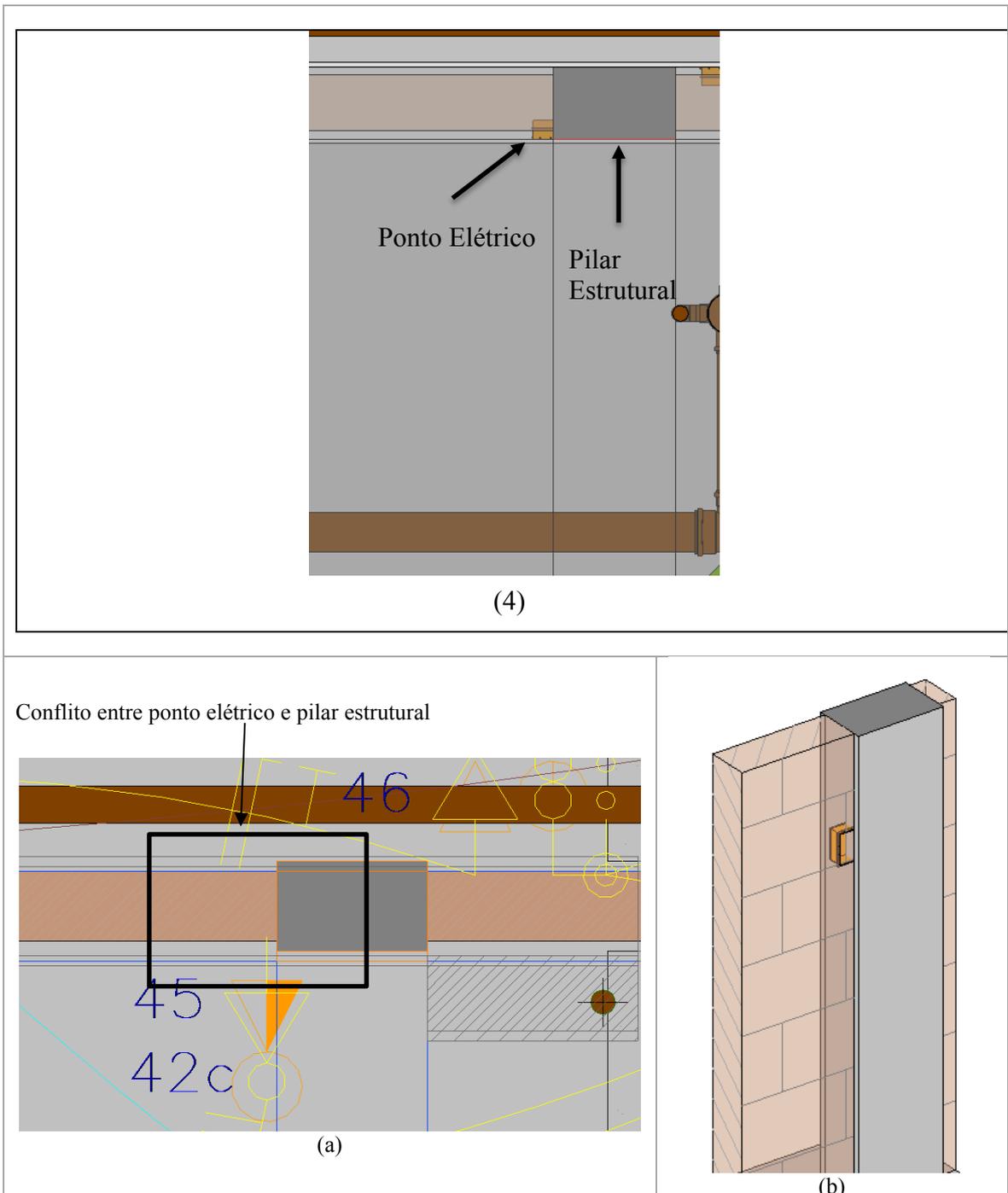


Figura 07 - Confronto entre ponto elétrico e pilar estrutural em planta baixa (a) e em vista tridimensional (b). Fonte: elaborado pelos autores.

Ainda que breves, esses quatro pontos aqui apresentados demonstraram como o método tradicional de compatibilização em 2D pode continuar contendo pontos de inconsistências entre projetos. Em contrapartida, o mesmo caso em 3D permitiu visualizar estes conflitos ao colocar todos os projetos em um mesmo modelo.

4. Considerações finais

Neste artigo foi apresentada a importância da compatibilização de projetos para garantir a qualidade da execução e do produto final. A forma como os projetos são realizados tradicionalmente, de forma sequencial, acaba por causar essas incompatibilidades, uma vez que não há interação suficiente entre os projetistas e esses acabam por não possuir informações necessárias para a boa realização de um projeto. Uma outra situação recorrente que contribui para o aumento dos conflitos entre as disciplinas é o uso de ferramentas que possuem visualização limitada e pouca interação entre os projetistas. Atualmente o uso de ferramentas CAD é bastante comum, fazendo com que os projetos sejam desenvolvidos em ambientes bidimensionais. Considerando que os projetos foram desenvolvidos em diferentes escritórios, a interação entre os projetistas é comprometida quando utilizada esse tipo de ferramenta, pois essas não permitem o a inserção e o compartilhamento de informações entre os arquivos.

A proposta apresentada demonstrou um o método com modelagem tridimensional mais eficaz frente ao tradicional bidimensional, uma vez que foram mapeadas incompatibilidades que não foram previstas anteriormente. Um projeto não compatível pode causar diversos problemas durante a etapa de construção, como atrasos nas execuções das atividades previstas no cronograma, retrabalhos e custos adicionais não previstos no orçamento inicial da construção. Esses custos adicionais acarretam em uso de mais materiais de construção civil, sendo assim gerado mais resíduos na obra – provenientes das instalações executadas de forma errada. Dessa forma, além de aumentar os custos monetários da execução, são aumentados, também, os danos ao meio ambiente uma vez que esse material terá que ser descartado.

Ao se comparar o mesmo projeto compatibilizado nos métodos 2D e 3D, o primeiro continuou a apresentar inconsistências entre projetos. Os principais conflitos encontrados estavam relacionados à furação de estruturas, causado por interações com as tubulações de instalações hidrossanitárias e elétricas e ao posicionamento horizontal dessas tubulações. Ressalta-se que ambos os conflitos demandam uma visualização mais detalhada do ambiente projetado, sendo que as vistas 2D proporcionam informações limitadas dos ambientes.

Pode-se, portanto, perceber que a compatibilização bidimensional é eficaz em situações possíveis de se visualizar em planta, como cruzamento entre tubulações. No entanto, quando se tratou de problemas que necessitavam de uma visão tridimensional do elemento, como no caso das furações em vigas, a falta de detalhamento fornecido pelo ambiente bidimensional acarretou nos problemas encontrados, que foram facilmente visualizados quando modelados tridimensionalmente.

Referências

AGUIAR, Francisco Alves de. Gerenciamento das pendências em obras públicas de construção civil. 2004. 67 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2004.

AVILA, Vinicius Martins. Compatibilização de projetos na construção civil: estudo de caso em um edifício residencial multifamiliar. Monografia, UFMG. Belo Horizonte/MG, 2011.

CALLEGARI, Simara. Análise da compatibilização de projetos em três edifícios residencial multifamiliares. 2007. 160 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

COSTA, Eveline Nunes. **Avaliação da metodologia BIM para a compatibilização de projetos.** 2013. 135 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2013.

FARINHA, Marcel. C.R. Exemplo De Compatibilização De Projetos Utilizando A Plataforma Bim (Building Information Modeling). 2012. 94 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Engenharia Civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2012.

FERREIRA, Rita Cristina; SANTOS, Eduardo Toledo. CARACTERÍSTICAS DA REPRESENTAÇÃO 2D E SUAS LIMITAÇÕES PARA A COMPATIBILIZAÇÃO ESPACIAL. *Gestão & Tecnologia de Projetos*, v. 2, n. 2, p. 36-51, 2007.

FLORIANÓPOLIS, Prefeitura Municipal de. **Código de obras Florianópolis - SC.** Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/codigo-de-obras-florianopolis-sc>>. Acesso em: 12 mar. 2019.

KEHL, C.; ISATTO, E. L. Barreiras e oportunidades para a verificação automática de regras da produção na fase de projeto com uso da tecnologia BIM. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 7., 2015, Recife. *Anais...* Porto Alegre: ANTAC, 2015.

MIKALDO JUNIOR, Jorge; SCHEER, Sergio. Compatibilização de projetos ou engenharia simultânea: qual é a melhor solução?. *Gestão & Tecnologia de Projetos*, Sao Paulo, v. 3, n. 1, p.79-99, 2008.

MELHADO, S. B. Coordenação de projetos de edificações. São Paulo: O Nome da Rosa, 2005.

OLIVEIRA, Otávio José de. Modelo de gestão para pequenas empresas de projeto de edifícios. 2005. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

PAIVA, Daniel Capistrano Sarinho. **Uso do BIM para compatibilização de projetos: Barreiras e oportunidades em uma empresa construtora.** 2016. 16 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro Tecnológico, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.

TAVARES JÚNIOR, W.; POSSAMAI, O.; BARROS NETO; MOTA, E.M. Um modelo de registro das tecnologias para uso na compatibilização de projetos de edificações. São Carlos, SP. 2003. 10p. Simpósio Brasileiro de gestão e economia da construção, 3. 2003, Anais, São Carlos, USP. Artigo técnico.