ESTUDO DE CASO DA APLICAÇÃO DO BIM COMO FERRAMENTA DE COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS[1]

COSTA, E. N. P. , Universidade do Estado de Mato Grosso, e-mail: evelcost@unemat.br;
PAULA, G. D., Universidade Federal de Ouro Preto, e-mail: geraldo@em.ufop.br

ABSTRACT

This work presents a study of the application of BIM (Building Information Modeling) in the project compatibilization process. The object of application of the study was a non - compatibilized educational building project, shaping it in a BIM interface software in three distinct disciplines, architecture, structure and electrical. From this model it was possible to outline the basic requirements for the development of projects within a BIM software, introducing this step in the design process. From this step it can be concluded that BIM within the design process applied to the compatibility is advantageous when used by all professionals involved in the development of projects.

***Keywords**: Incompatibilities-design. Methodology-design. 3D Modeling. Coordination-projects*

1 INTRODUÇÃO

O avanço tecnológico das últimas décadas ocasionou, além de maior complexidade nos projetos de edificações, uma segmentação nas etapas de desenvolvimento desses, o que prejudicou, ao longo do tempo, a comunicação e a integração das equipes de projeto (MIKALDO JR., 2006).

Isso acabou por gerar um aumento nas incompatibilidades de projetos de diferentes disciplinas, ocasionando erros que são apontados por Maciel e Melhado (1997) como responsáveis por 60% das patologias na construção.

A compatibilização de projetos é uma alternativa para se resolver parte desses erros, já que objetiva gerenciar e integrar os vários projetos de determinada obra. (CALLEGARI, 2007). Esse processo é realizado, de forma mais comum, através da sobreposição de diferentes plantas-baixa para se verificar interferências. No entanto, além de desgastante, esse processo pode ignorar alguns erros que só aparecem em vistas tridimensionais.

Como alternativa ao processo tradicional, tem-se a metodologia BIM (Building Information Modeling), ou como é conhecida nacionalmente, Modelagem da Informação da Construção. Esse conceito foi desenvolvido a partir dos estudos de Charles Eastman e trabalha com a parametrização dos elementos da edificação em um modelo tridimensional, ao contrário da forma bidimensional como são realizados atualmente os projetos.

Para Goes (2011), a indústria internacional desenvolveu nos últimos anos inúmeras pesquisas voltadas para a construção civil que apontam para o uso de modelos tridimensionais de informação da construção e afirma que a

[1] COSTA, E. N. P.; PAULA, G. D. Estudo de caso da aplicação do BIM como ferramenta de compatibilização de projetos. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2018.

implantação de sistemas integrados representa uma mudança estrutural e técnica do processo de projeto.

Assim, nesse trabalho, apresenta-se um estudo de aplicação do BIM como ferramenta de compatibilização. Para isso é utilizado o projeto de uma edificação escolar já compatibilizada, mas de forma tradicional. O projeto dessa edificação foi cedido para estudo pelo escritório que o desenvolveu. A metodologia aplicada foi modelar essa edificação em um software com interface BIM, integrando os projetos de arquitetura, estruturas e instalações elétricas e posteriormente realizando a compatibilização de todo o modelo. Como resultado, apresenta-se um relatório de incompatibilidades e a discussão sobre o potencial do BIM como ferramenta para esse processo de projeto.

2 COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS

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 (MELHADO, 2005), tendo como prioridade 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 (VANNI, 1999).

Este procedimento deve ser realizado no âmbito da coordenação de projetos, com o intuito de conciliar física, geométrica, tecnológica e produtivamente os componentes que interagem nos elementos verticais e horizontais das edificações e constituem um importante fator de melhoria da construtibilidade e da racionalização construtiva por promover a integração dos diversos agentes e especialidades com a produção (NOVAES, 1998 apud MIKALDO JR., 2006).

3. A METODOLOGIA BIM

A metodologia BIM é vista como uma evolução dos métodos tradicionais de compatibilização, promovendo, além da facilitação dessa etapa, também melhorias no próprio processo de projeto.

Em resumo, o BIM trabalha com uma parametrização dos elementos constituintes do projeto, onde o desenho é automaticamente ajustado quando se modifica um elemento com um novo valor. Isso permite que o arquiteto explore alternativas diversificadas, já que o modelo é interativo, possibilitando a visualização de diferentes soluções e auxiliando a tomada de decisão (OLIVEIRA; FABRÍCIO, 2009).

Kowaltowski (2011) define o termo paramétrico como um conjunto de propriedades cujos valores determinam as características ou o comportamento de um objeto qualquer. Cada elemento construtivo tem características e representação próprias, e o sistema faz o computador entender o elemento como ele é e não apenas como um objeto geométrico. O objeto identificado pelo sistema CAD comporta-se como se fosse um

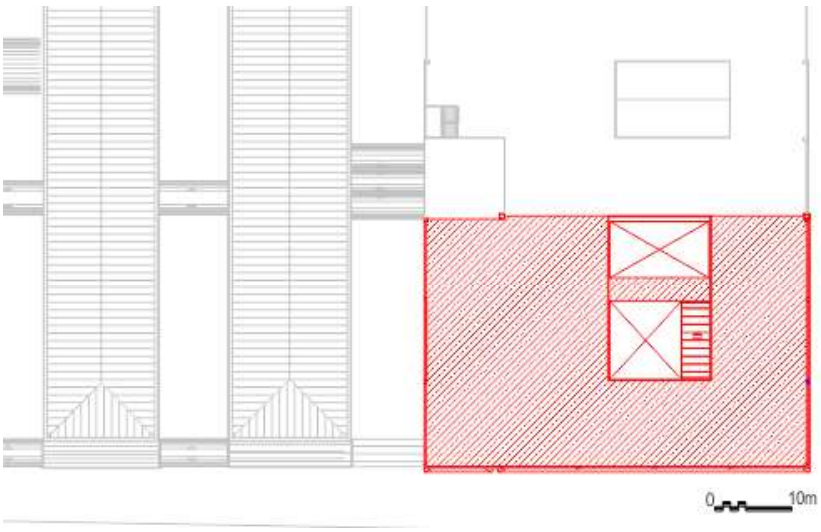
elemento real, podendo receber outros objetos ou recusa-los por incompatibilidades diversas (AYRES FILHO; SHEER, 2007).

Assim, é fácil para o programa identificar as interferências entre diferentes elementos, uma vez que o modelo tridimensional pode agregar os diversos projetos de uma edificação em um único modelo.

4. A APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE COMPATILIZAÇÃO COM BIM EM UM EDIFÍCIO REAL

O projeto de estudo aqui utilizado, gentilmente cedido pela CSA Arquitetura, de Curitiba (PR), é um anexo de salas de aula em um conjunto arquitetônico educacional (Figura 1) e já se encontra finalizada. Os projetistas informaram que Inicialmente, foram desenvolvidos estudos com volumetria e pré-dimensionamento e um lançamento estrutural básico e enviado ao Engenheiro Estrutural para verificação, encaminhando depois para as diferentes equipes disciplinares. Após os lançamentos de estrutura com dimensionamento, bem como os lançamentos de instalação elétrica e hidrossanitárias, foram realizadas análises das interfaces e necessidades dos projetos adicionais. Foram realizados serviços de compatibilização e algumas interferências, como pilares nas circulações foram resolvidas antes do início das obras. No entanto, algumas incompatibilidades só foram identificadas já em fase de obra.

Figura 1 – Edifício de estudo em vermelho



Fonte: Adaptado de CSA Arquitetura (2013)

A edificação de concreto pré-moldado constitui-se de 8 (oito) pavimentos, sendo térreo, quatro pavimentos-tipo, um pavimento superior e dois subsolos (uma já existente) destinados a estacionamentos. A relação das áreas de cada pavimento e total da edificação é apresentada no Quadro1.

Quadro 1 – Relações de áreas do projeto

Áreas	Valor
Área total subsolo 1 (m²)	1685,00

Área total térreo (m²)	1510,00
Área total pavimentos-tipo (m²)	1510,00
Área total estacionamento (m²)	1510,00
Área total do empreendimento (m²)	10745,00

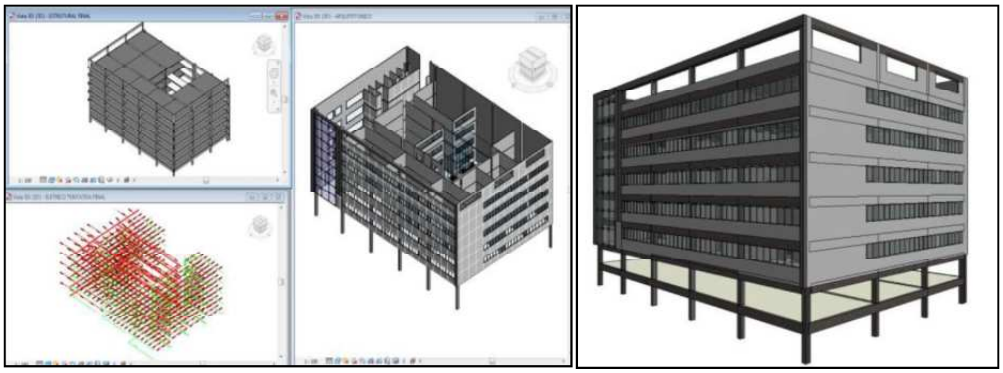
Fonte: Os autores

O desenvolvimento do estudo de caso se deu em três etapas - desenvolvimento dos modelos tridimensionais, reunião dos modelos e geração de relatórios de incompatibilidades. Essas etapas foram desenvolvidas no software Revit, da Autodesk.

Foram escolhidos para a compatibilização, apenas os projetos de arquitetura, estruturas e instalações elétricas, pois foi para esses que foram desenvolvidos estudos de compatibilização por sobreposição, pelos projetistas.

Após o desenvolvimento dos modelos individuais, compilaram-se os três (arquitetura, estrutura, elétrica) em um único arquivo, utilizando "links de Revit", escolhendo-se um ponto em comum dos modelos para criar a sobreposição. Esses links mantêm ligação com os arquivos originais, podendo estes ser modificados a qualquer momento e atualizados no modelo de compatibilização, evitando o retrabalho de locar o modelo novamente. A versão final de cada um dos modelos e o modelo final para compatibilização é apresentado na Figura 2.

Figura 2: Vista dos modelos de estrutura, elétrico e arquitetura e o modelo de compatibilização



Fonte: Os autores

O software entende cada um dos projetos da edificação como disciplinas. Assim é preciso indicar entre quais disciplinas e elementos se quer verificar interferências.

Assim, foi desenvolvida uma matriz entre os elementos que deveriam ser compatibilizados. Essa matriz é apresentada no Quadro 2 e representa os elementos e disciplinas entre os quais foi realizada a verificação de interferência.

Quadro 2: Matriz para verificação de interferências

MATRIZ DE COMPATIBILIZAÇÃO	**Disciplinas Compatibilizadas**		
	Estrutural	**X**	**Elétrico**

Elementos compatibilizados	Vigas		Bandejas de Cabos
	Lajes		Conduítes
	Pilares		
	Arquitetônico	**X**	**Elétrico**
Elementos compatibilizados	Paredes		
	Janelas		Bandejas de Cabos
	Portas		Conduítes
	Escadas		
	Arquitetônico	**X**	**Estrutural**
Elementos compatibilizados	Paredes		Vigas
	Janelas		Lajes
	Portas		Pilares
	Escadas		

Fonte: Os autores

Os primeiros projetos compatibilizados foram o de estruturas e elétrico, não por haver um parâmetro de sequência, apenas por uma opção metodológica. Após escolher as configurações conforme apresentado na matriz de verificação o programa gerou o relatório automático das interferências. Seguindo essas premissas, foram constatadas cinco tipologias de problemas, que se repetiam mais de uma vez no pavimento e espelhavam-se aos pavimentos-tipo. Essas interferências foram listadas no Quadro 3.

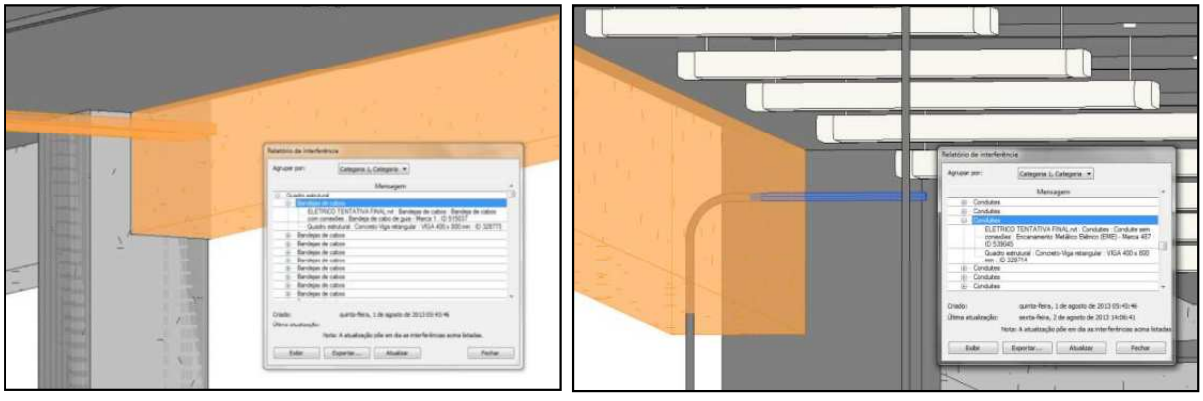
Quadro 3: Principais interferências encontradas entre os projetos estrutural e elétrico

Legenda	**Descrição do problema identificado**
1	Eletrocalha conflitando com a viga estrutural longitudinalmente
2	Eletrocalha conflitando com pilar estrutural
3	Eletrocalha 38x38mm conflitando com viga estrutural
4	Eletrocalha conflitando com a viga estrutural transversalmente
5	Conduíte conflitando com viga estrutural

Fonte: Os autores

Além do relatório de interferências, o software evidencia o conflito com cores, como é possível observar na Figura 3, referente à incompatibilidade entre os eletrodutos e viga.

Figura 3: Incompatibilidades detectadas



Fonte: Os autores

Na compatibilização entre projeto de arquitetura e instalações elétricas foram identificadas 3 tipos de incompatibilidades, relacionadas a interferências entre paredes e eletrocalhas e paredes e conduítes. Esse tipo de incompatibilidade gera um desperdício de material, uma vez que as paredes já erguidas têm de ser quebradas para a passagem das tubulações.

5 CONCLUSÕES

Buscou-se nesse trabalho avaliar a potencialidade da metodologia BIM como ferramenta de compatibilização de projetos, apresentando o processo de projeto dentro um software BIM e as incompatibilidades encontradas.

De forma geral, considera-se que o trabalho de compatibilização torna-se, utilizando um software com interface BIM, menos oneroso. Caso fosse necessário, as incompatibilidades encontradas poderiam ter sido consertadas facilmente, ajustando-se todo o projeto em função da nova determinação do elemento paramétrico modificado. Isso pode ser muito vantajoso para a etapa de produção do "as built", um processo que pode ser longo e cansativo pelo nível de retrabalho que às vezes é necessário. Com o BIM e a atualização automática dos desenhos após a modificação de algum elemento, esse processo fica facilitado.

Apesar de ter sido utilizado para o estudo de caso uma edificação em concreto, o método aqui apresentado visa atender a qualquer tipo de construção, ressaltando ser nas edificações com grandes estruturas e sistemas pré-fabricados, o maior ganho com a utilização do BIM. Isso porque quanto maior a edificação e sua complexidade, maior o número de projetos e consequentes compatibilizações. E quanto aos sistemas pré-fabricados as chances de se conseguir consertar possíveis incompatibilidades em obra é mais difícil, ocasionando por vezes a necessidade de refabricação da peça, desprendendo maior tempo e desperdício de material, ocasionada pelo descarte da peça não utilizada, aumentando o custo final da obra.

Como pontos analisados como frágeis nesse processo está a capacidade de processamento e armazenagem muito maior, exigindo máquinas mais caras e potentes, o que dificulta sua utilização por qualquer estudante ou profissional.

Da mesma forma que, para ser viável, o processo de compatibilização deve ser realizado com o BIM desde que todos os profissionais envolvidos tenham conhecimento dessa metodologia e desenvolvam seus projetos em um software com interface BIM. Em casos em que nem todos os profissionais utilizem um software com essa interface, o profissional que utiliza pode, como opção, remodelar as demais disciplinas de forma a conseguir produzir a compatibilização.

Por fim, entende-se que a tecnologia não deve ser vista como exclusão das atividades do projetista. O software sozinho não irá resolver todos os problemas de incompatibilidade. Este deve atuar somente para liberar o profissional de funções repetitivas, cabendo ao projetista à parte pensante do projeto e a

entender plenamente o funcionamento do conceito BIM, para melhor adaptá-lo às suas necessidades.

REFERÊNCIAS

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, 7., 2007. Curitiba. **Anais**... Curitiba: ANTAC, 2007.

CALLEGARI, S. **Análise da Compatibilização de Projetos em Três Edifícios Residenciais Multifamiliares**. 2007. 145 f. Dissertação (Mestrado em Arqiuitetura e Urbanismo)–Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Florianópolis, 2007.

GOES, R. H. T. B. **Compatibilização de projetos com a utilização de ferramentas BIM.** 2011. 142 f. Dissertação (Mestrado em Habitação)–Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, 2011.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K. et all. **O processo de projeto em arquitetura:** da teoria à tecnologia. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

MACIEL, L.; MELHADO, S. B. O processo de projeto e a qualidade dos edifícios. In: NUTAU: TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO, 3., 1997, São Paulo. **Anais**... São Paulo: USP, 1997. p. 443-458.

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

MIKALDO JR., J. **Estudo comparativo do processo de compatibilização de projetos em 2D e 3D com uso de T.I.** 2006. 150 f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil)– Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

NOVAES, C. C. A modernização do setor da construção de edifícios e a melhoria da qualidade do projeto. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 7., 1998, Florianópolis. **Anais**... Florianópolis: ANTAC, 1998. p. 169-176.

OLIVEIRA, M. R. ; FABRICIO, M. M. Modelos físicos e virtuais como ferramentas do ensino de projeto de arquitetura: relato de uma vivência. In: CONGRESO DA SOCIEDADE IBEROAMERICANO DE GRÁFICA DIGITAL, 13., 2009, São Paulo. **Anais**... São Paulo: SIGraDi, 2009. p. 266-268.

VANNI, C. M. K. **Análise de falhas aplicada à compatibilidade de projetos na construção de edifícios.** 1999. 212 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção)–Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1999.