

COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETO DE INSTALAÇÕES: UM ESTUDO COMPARATIVO ENTRE O MÉTODO TRADICIONAL (2D) E A FERRAMENTA BIM¹

FIGUEIREDO, L. L. H., Centro Universitário Izabela Hendrix, email: luanaleonel1@gmail.com; MARIANO, L. N., Centro Universitário Izabela Hendrix, email: liti63@hotmail.com; NETO, L. S. C., Centro Universitário Izabela Hendrix, email: lucio.campos@izabelahendrix.metodista.br; RESENDE, L. G. S., Centro Universitário Izabela Hendrix, email: lucassallesresende@gmail.com

ABSTRACT

The present work deals with a comparative study between software of 2D drawings and a BIM tool as methods in the compatibility of projects of hydraulic and electrical installations. The study is a comparison between the traditional (2D) method, which is a more common practice in project development, which is already obsolete, since it may be baffled by some errors that appear in three-dimensional views, and BIM, which consists of parameterizing the elements of a building with the information, is an integral part of a three-dimensional project, demonstrating that it is the most efficient. It also presents fundamentals and tools of traditional methods and BIM, with their characteristics, difficulties in making compatible with the traditional method (2D) and as disadvantages and advantages of compatible projects using a tool BIM.

Keywords: *Compatibility of projects; traditional method (2D); tool BIM.*

1 INTRODUÇÃO

A compatibilização de projetos é fundamental para a minimização de problemas ainda na fase de concepção, evitando retrabalhos e garantindo menores custos e prazos de execução (ÁVILA, 2011).

O objetivo deste trabalho foi comparar a funcionalidade dos dois tipos de ferramentas utilizadas para compatibilização de projetos: softwares de desenhos em duas dimensões – 2D (método tradicional) e BIM (*Building Information Modeling*), após levantamento feito a partir da aplicação de um questionário a empresas e projetistas relacionados à confecção de projetos de instalações prediais (hidráulica e elétrica), identificando os principais erros decorrentes da utilização dos softwares 2D na etapa de execução da obra e as principais desvantagens e vantagens proporcionados pela utilização da plataforma BIM.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Projetos de Instalações

As principais normas brasileiras referentes à projetos elétricos são: NBR 5410 (Instalações elétricas de baixa tensão) e a NBR 5413 (Iluminância de interiores). Os aspectos normativos são de suma importância para um dimensionamento

¹ FIGUEIREDO, L. L. H. et al.. Compatibilização de projeto de instalações: Um estudo comparativo entre o método tradicional (2D) e a ferramenta BIM. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2018.

apropriado (CÂMARA, 2017).

2.2 Compatibilização de projeto de instalações

Compatibilização de projetos consiste na atividade de administrar e integrar projetos de uma obra, tendo por finalidade eliminar ou minimizar problemas gerados pela falta de harmonização destes (SEBRAE; SINDUSCON-PR, 1995).

2.3 Sistema CAD

O sistema CAD (*Computer Aided Manufacturing*) é utilizado para a representação de projetos desde os anos 1982 (FOGGIATTO, et al., 2007). Segundo Costa (2013), grande parte das empresas compatibilizam projetos sobrepondo layers de diferentes disciplinas em um único arquivo, desativando os que não fazem parte dos sistemas e determinando, apenas visualmente, possíveis incompatibilidades.

A compatibilização de projetos feita pela sobreposição de plantas em 2D possui restrições significativas na interação de projetos hidrossanitários e elétricos devido à dificuldade, por exemplo, de visualização de tubulações e eletrodutos. Tal fato implica em problemas de incompatibilidade no projeto. (SOUSA, 2010).

2.4 BIM

Para Eastman et al. (2014), o conceito de BIM é definido como uma tecnologia de modelagem digital composto por um banco de dados que permite integrar diversas informações.

Segundo Faria (2007), nos *softwares* BIM, o desenho é mais inteligente. Todas as informações referentes ao projeto são salvas em um banco de dados e, automaticamente, uma legenda é gerada para estas. É possível também extrair informações em outros formatos como tabela de quantitativos de material, mão de obra, entre outros.

A utilização do modelo BIM na elaboração de projetos aperfeiçoa o fluxo de informações e a integração entre os projetistas, apresentando uma maneira mais refinada de compreender e desenvolver todos os processos. A partir do BIM, o projeto torna-se integrado (COSTA, 2013).

3 METODOLOGIA

Para realização da análise comparativa entre os métodos citados foi feito um levantamento de campo em que duas empresas e dois projetistas relacionados à confecção de projetos de instalações prediais responderam a um questionário. Os resultados obtidos foram explicitados em quadros e, após análise destes, juntamente com os conhecimentos adquiridos após leitura bibliográfica, foi compilado a identificação dos problemas mais comuns decorrentes do uso de *softwares* 2D para compatibilizar projetos de instalações prediais e as principais desvantagens e vantagens da utilização

da ferramenta BIM.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Por meio da aplicação de questionários, foram obtidas informações que subsidiaram a elaboração dos seis quadros abaixo:

Quadro 1 – A importância da compatibilização dos projetos de instalações

Empresas/Projetistas	Respostas
Empresa 1	Eficácia na construção e manutenção de um empreendimento.
Empresa 2	Reduzir significativamente os erros de projeto e custos da obra.
Projetista 1	Fundamental. Projetos que não são corretamente compatibilizados podem gerar um aumento de custo, retrabalho e até mesmo inviabilizar a execução de determinada instalação.
Projetista 2	É fundamental para a minimização de erros de execução na obra. A análise de interferências é capaz antever situações de colisão entre os diferentes sistemas da edificação que seriam identificados apenas no momento da execução.

Fonte: Os autores

Quadro 2 – Principais problemas encontrados em projetos de instalações compatibilizados em softwares 2D

Empresas/Projetistas	Respostas
Empresa 1	"Surpresas" que aparecem durante a obra devido à falta de uma melhor visualização das interferências durante a etapa de Projetos.
Empresa 2	Interferências entre a rede elétrica e projeto estrutural.
Projetista 1	Como nos arquivos em 2D não é possível visualizar todas as perspectivas de um projeto, no momento de executar a obra, acabamos nos deparando com diversos conflitos de instalações que não foi detectados na fase de projeto.
Projetista 2	A compatibilização em projetos 2D exige do analista uma grande abstração do posicionamento dos elementos das instalações na edificação. Quando aplicado o 3D é possível ajustar a altura das instalações, onde há cruzamento de tubulações, com muito mais precisão e assertividade.

Fonte: Os autores

Quadro 3 – Forma pela qual os problemas relatados poderiam ser minimizados com a utilização da plataforma BIM

Empresas/Projetistas	Respostas
Empresa 1	A plataforma BIM permite a construção virtual, ainda na fase de projeto. É como se a edificação estivesse realmente sendo construída, em 3D.

Empresa 2	Mostrando, em 3D, as interferências entre as disciplinas do projeto.
Projetista 1	Sim. Com a plataforma em BIM podemos ter uma visão exata de cada local dos projetos e, em alguns tipos de programa, ainda é exibido um relatório com todos os conflitos que estão ocorrendo.
Projetista 2	Com a utilização da ferramenta "interference check" que permite aos projetistas conciliar modelos de diferentes disciplinas de sistemas prediais e realizar uma checagem automática de interferências, sanando em quase sua totalidade os problemas com incompatibilidades.

Fonte: Os autores

Quadro 4 – Possibilidade de dimensionar a quantidade de erros que o BIM "filtra" antes que o projeto chegue à obra

Empresas/Projetistas	Respostas
Empresa 1	Sim, através da função "Clash Detection".
Empresa 2	Sim, mas desconheço a empresa que faça esse quantitativo.
Projetista 1	Sim. Em alguns softwares é gerado um relatório com todos os pontos de conflitos. Além da quantidade de erros, pode ser gerada uma foto do local onde ocorrem as incompatibilidades.
Projetista 2	Sim. Com a geração dos relatórios automáticos de interferências é possível extrair o número de incompatibilidades que foram sanadas ao longo do desenvolvimento dos projetos.

Fonte: Os autores

Quadro 5 – Relação custo-benefício que a plataforma BIM oferece

Empresas/Projetistas	Respostas
Empresa 1	Este é um ponto negativo da aplicação desta tecnologia, mas, apesar do alto custo, a relação custo-benefício ainda é vantajosa.
Empresa 2	Toda ferramenta nova tem custo elevado. Mas, a grande dificuldade é a mudança da cultura organizacional, além da falta de profissional qualificado no mercado.
Projetista 1	A relação custo-benefício está totalmente ligada à contemporização da contratação do projeto neste novo método de projetar. Na experiência que tivemos com o BIM, chegamos a um gasto médio de 3,5 vezes mais tempo de projetos do que no 2D. Sendo assim, as construtoras ainda não estão dispostas a pagar essa diferença no valor do projeto.
Projetista 2	O primeiro impacto do BIM refere-se aos custos de licenças e atualizações necessárias para sua implantação. Além desses, desafios como treinamentos e implementação efetiva de pessoas para novos processos, novos softwares, tecnologias e fluxos de trabalho; estabelecimento de novos fluxos de trabalho; expectativas dos clientes; compreensão do BIM e responsabilidade sobre dados compartilhados com subcontratados, também são enfrentados.

Fonte: Os autores

Quadro 6 – Importância do BIM para o ramo de compatibilização de projetos de instalações

Empresas/Projetistas	Respostas
-----------------------------	------------------

Empresa 1	O que o BIM pode proporcionar é muito grande. O impacto é maior que na transição da prancheta para o CAD! Há infinitas possibilidades de outras dimensões
Empresa 2	A compatibilização de projetos é muito importante para garantir que não haja interferências na implantação do projeto. Essa atividade reduz significativamente os erros de projetos e diminui custos da obra.
Projetista 1	Não foi respondido.
Projetista 2	O BIM é a metodologia de trabalho que realmente integra a compatibilização multidisciplinar de projetos no processo de projeto e integra a compatibilização com os fluxos de trabalho da produção de projetos sem desvincular essa tarefa do processo de projeto ou realizá-la no final do desenvolvimento dos projetos. Com as ferramentas de colaboração dos <i>softwares</i> BIM é possível, inclusive, diversas disciplinas da construção trabalharem no mesmo modelo integrado da construção, vendo as alterações realizadas pelas diferentes disciplinas em tempo real e realizando a compatibilização interdisciplinar de maneira integrada e simultânea.

Fonte: Os autores

4.1 Análise dos Resultados

Por meio da análise dos questionários, juntamente com os conhecimentos adquiridos após as leituras bibliográficas, foi feito um levantamento dos principais problemas apresentados em projetos compatibilizados em softwares 2D e as principais desvantagens e vantagens da ferramenta BIM.

Principais problemas apresentados em projetos compatibilizados em *softwares* 2D

- Elevação de custos e prazos de execução de obras. As instalações equivalem cerca de 12% a 18% do custo da obra e as perdas de materiais de instalações oscilam entre 11% e 29%;
- A compatibilização de projetos feita pela sobreposição de plantas em 2D possui restrições significativas na interação de projetos hidrossanitários e elétricos devido à dificuldade, por exemplo, de visualização de tubulações e eletrodutos;
- Interferências entre a rede elétrica e projeto estrutural.

Principais desvantagens da ferramenta BIM

- Exige uma nova rotina de trabalho como novos treinamentos, mudança cultural no processo de elaboração de todos os envolvidos;
- Demanda esforços significativos em *softwares* e equipamentos iniciando um processo de inovação tecnológica e organizacional;
- Custo bastante elevado. Um posto de trabalho BIM tem um custo em torno de 60% acima de um posto de trabalho CAD. O software também é relativamente caro para alguns, principalmente para os profissionais liberais. Além deste, o custo de equipamentos também é alto. A Tabela 1,

abaixo, expõe custos de equipamentos, *softwares* e treinamentos da plataforma BIM e CAD:

Tabela 1 – Custos de equipamentos, *softwares* e treinamentos da plataforma BIM e CAD

Item (Necessidade)	Valor (R\$) - BIM	Valor (R\$) - CAD
Computador com 2GB de memória RAM (recomendado 8GB), placa de vídeo 1024x768 de resolução	-	2.000,00
Computador com 6GB de memória RAM, mais 15GB de HD, placa de vídeo de alta resolução	5.000,00	-
Assinatura AutoCAD LT (suporte apenas para 2D)	-	1.068,18/ano
Assinatura AutoCAD (versão completa – 2D e 3D)	-	4.918,08/ano
Archicad (full edition)	7.800,00	-
Assinatura Archicad	1.400,00/ano	-
Bentley	13.300,00	-
Revit	10.000,00	-
Assinatura Revit	1.100,00/ano	-
Treinamento sobre BIM com duração de 40 horas	2.000,00	-
Treinamento Revit, Archicad, Bentley, com duração de 40 horas	500,00 a 1.500,00	-
Treinamento AutoCAD com duração de 40 horas	-	300,00 a 700,00

Fonte: Os autores

- Troca de arquivos BIM pela internet é dificultada pela extensa quantidade de informações contidas no modelo, o que deixa o arquivo muito pesado. Para esse compartilhamento acontecer de maneira segura, e ainda não ocupar espaço de armazenamento dos computadores, está sendo utilizada a tecnologia “*Cloud Computing*”, porém tem um custo operacional e ajustes a serem feitos.

Principais vantagens da ferramenta BIM

- Aperfeiçoa fluxo e informações;
- Projeto torna-se mais integrado;
- É um método mais refinado de compreender e desenvolver todos os processos;
- Melhor planejamento e controle dos prazos da obra, melhoria na orçamentação e controle das atividades executadas;
- Possibilidade de realização de projetos mais inovadores e complexos;
- Previsão ainda durante o projeto, do quantitativo de cada material necessário na obra, ação que reduz desperdícios e aumenta o controle dos custos. O BIM reduz perdas de materiais de instalações à quase 0%;
- Visualização de todo o histórico do projeto, desde a fase inicial até a etapa de conclusão da obra (mesmo em ação retroativa);

- A produtividade de um posto de trabalho BIM varia de 60% e 100% acima da produtividade de um posto de trabalho CAD;
- Apesar do alto custo da plataforma BIM, o *Tekla BIMsight* é um exemplo de ferramenta profissional de colaboração em projetos de construção oferecido de forma gratuita. Os usuários podem melhorar seu fluxo de trabalho combinando modelos de diferentes disciplinas em um único modelo de projeto, verificando interferências automaticamente, compartilhando problemas e outras informações valiosas instantaneamente e, conseqüentemente, colaborando uns com os outros em qualquer projeto de construção. O *Tekla BIMsight* já foi premiado por vezes como produto mais inovador (TEKLA BIMSIGHT, 2018).
- Apesar da difícil troca de arquivos BIM pela internet, o *BIMserver* é um exemplo de *software open-source* (*software* de código aberto) que cria um servidor que centraliza toda a informação dos modelos BIM em um local na internet em formato do tipo. IFC., ou seja, é um núcleo de software aberto e estável para criar facilmente ferramentas confiáveis de software BIM. A ferramenta permite que vários usuários possam trabalhar sobre o mesmo projeto ou diferentes partes do projeto, ao mesmo tempo, localmente ou remotamente, criando bases de dados com a possibilidade de ver, combinar, e filtrar a informação dos diferentes usuários (BIMSERVER, 2018).

5 CONCLUSÕES

Com os resultados obtidos através do questionário enviado às empresas e aos projetistas, juntamente com todo material da pesquisa bibliográfica, ficou evidente que o BIM é extremamente funcional na compatibilização de projetos. Benefícios trazidos por esta ferramenta, como a eficácia na construção e na manutenção de um empreendimento, permitem uma redução significativa de erros de projeto. Já em softwares 2D, o número de erros em projetos é bem recorrente

O grande impacto negativo do BIM refere-se aos custos de licenças e atualizações necessárias para sua implantação. Porém, dentre desvantagens e vantagens da plataforma BIM, o estudo realizado demonstrou o quão grande é o nível de desenvolvimento tecnológico que esta ferramenta trouxe para a indústria AEC. O processo de geração de desenhos é mais rápido, a visualização dos projetos e de suas interferências é mais nítida e o tempo e o custo da obra são significativamente reduzidos. Ou seja, compatibilizar projetos utilizando a plataforma BIM é o melhor método.

REFERÊNCIAS

ÁVILA, V. M. **Compatibilização de projetos na construção civil**: estudo de caso em um edifício residencial multifamiliar. 2011. 86 f. Monografia (Especialização em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

BIMSERVER. **About.** Disponível em: < <http://bimserver.org/about/>>. Acesso em: 03 abr. 2018.

CÂMARA, A. A. S. **Projeto de instalações elétricas em baixa tensão.** 2017. 81F. Dissertação (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal. 2017.

COSTA, E. N. **Avaliação da Metodologia BIM para a Compatibilização de Projetos.** 2013. 84 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto. 2013.

EASTMAN, C. M.; LISTON, K.; SACKS, R.; TEICHOLZ, P. **Manual de BIM:** um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores. Tradução de C. G. Ayres Filho et al.; Revisão Técnica de E. T. Santos. Porto Alegre: Bookman, 2014.

FARIA, R. **Construção integrada.** Revista Técnica, São Paulo, n. 127, out. 2007. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/127/artigo286443-1.aspx>>. Acesso em: 09 set. 2017.

FOGGIATTO, J.A. et al. **Recomendações para modelagem em sistemas CAD-3D.** Congresso Brasileiro de Engenharia de Fabricação, São Paulo, 2007.

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às micro e pequenas Empresas; SINDUSCON-PR – Sindicato das Indústrias da Construção do Paraná. **Diretrizes gerais para compatibilização de projetos.** Curitiba: SEBRAE, 1995. 120p.

SOUSA, F. J. **Compatibilização de projetos em edifícios de múltiplos andares** - estudo de caso. 2010. 103 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Católica de Pernambuco, Recife, 2010.

TEKLA BIMSIGHT. **O que é o TeklaBIMsight?** Disponível em: <<https://www.teklabimsight.com/learn-more/what-is-tekla-bimsight>>. Acesso em: 03 abr. 2018.