

USO DA FERRAMENTA BIM PARA REDUZIR INCOMPATIBILIDADES NA EXECUÇÃO DE OBRA EM BALNEÁRIO CAMBORIÚ – ESTUDO DE CASO

USE OF THE BIM TOOL TO REDUCE INCOMPATIBILITIES IN THE PERFORMANCE OF WORK IN BALNEÁRIO CAMBORIÚ – CASE STUDY

Fernando Kahl

fernando07kahl@hotmail.com

Guilherme Provezi

guilhermeprovezi81@gmail.com

Juliano Fonseca Antunes

julianofonsecaantunes@gmail.com

Resumo:

Este artigo apresenta um estudo de caso referente à compatibilização de projetos utilizando como ferramenta o sistema BIM. A elaboração do estudo foi estruturada em revisão de literatura, definição do local da pesquisa, aplicação do sistema BIM na compatibilização de projetos, verificação de interferências na obra e apresentação dos resultados. Buscou-se ainda, demonstrar a aplicação da compatibilização de projetos e falhas ocorridas durante o processo de execução construtiva por falta de compatibilidade. O estudo de caso visou identificar os benefícios que a implantação do sistema BIM pode proporcionar para a melhoria da qualidade durante a execução da obra. Com os resultados do estudo verificou-se um total de 224 incompatibilidades nas instalações hidrossanitárias as quais impactaram em aproximadamente 2,34% do valor total da obra com custos gerados por retrabalhos.

Palavras-chave: BIM. Compatibilização. Interferências. Retrabalhos.

Abstract:

This article presents a case study regarding the compatibility of projects using the BIM system as a tool. The elaboration of the study was structured in literature review, definition of the research site, application of the BIM system in the compatibility of projects, verification of interferences in the work, and presentation of results. It was also sought to demonstrate the application of project compatibility and failures that occurred during the constructive execution process due to lack of compatibility. The case study aimed to identify the benefits that the implementation of the BIM system can provide for the improvement of quality during the execution of the work. With the results of the study, a total of 224 incompatibilities were found in the hydrosanitary installations, which impacted approximately 2.34% of the total value of the work with costs generated by rework.

Keywords: BIM. Compatibility. Interferences. Reworks.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o avanço tecnológico vem ocupando cada vez mais espaço nos setores da construção civil. Novos *softwares* vêm sendo desenvolvidos com a finalidade de aprimorar e profissionalizar os processos de planejamento de projetos de edificações. Para Balem (2015), o aprimoramento de metodologias e ferramentas para unificar projetos torna mais eficaz a execução da obra com a eliminação de retrabalho, conseqüentemente redução de tempo e materiais, gerando economia e sustentabilidade.

O BIM (*Building Information Modeling* - Modelagem da Informação da Construção) é um sistema que integra diversos *softwares*, sendo sua ideia primordial a de sobrepor projetos, compatibilizando-os em um único arquivo, de forma que facilite a identificação de possíveis falhas e interferências de forma clara e objetiva, auxiliando a correção desses erros que poderiam gerar atrasos e perdas na fase executiva da obra (SCHUERMANN, 2017).

Conforme Mikaldo JR. e Scheer (2008), o processo construtivo tende a tornar-se mais dinâmico e eficaz, quando são realizados levantamentos, esboços, projetos legais e executivos, onde cada empresa ou instituição especializada desenvolve seus produtos, gerando uma quantia de arquivos que devem ser compatibilizados mutuamente, para que se possam identificar possíveis interferências.

Apesar das inovações e resultados que o conceito BIM proporciona, uma grande parcela de profissionais da construção civil e construtoras relutam em implantar o sistema, criando obstáculos como a insegurança e a incerteza acerca deste novo sistema e o alto custo inicial para implantação e desenvolvimento das equipes que o utilizarão.

Diante do contexto apresentado, este trabalho tem como objetivo principal, apresentar a compatibilização de projetos utilizando o conceito BIM em uma obra executada no município de Balneário Camboriú, SC, onde foi realizado um levantamento no canteiro de obras. Desta forma, pretendesse demonstrar as possíveis reduções de erros, retrabalhos, tempo de execução e custos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

O BIM (*Building Information Modeling*) é um processo baseado em modelagem 3D, sendo considerado uma das melhores e mais valiosas soluções para os problemas na história da indústria de construção civil (HARON, 2009). Segundo Eastman (2014), o conceito BIM é o emprego de modelagem de edifícios aliado a uma convergência de processos para a sua análise, comunicação e produção.

Já para Andrade e Ruschel (2013), compreendem o BIM como uma ferramenta computacional para produção e documentação de projetos, associando este a um processo de instrumentação de engenheiros e arquitetos. Ainda segundo os autores, é comum alguns profissionais associarem o BIM apenas ao uso de um *software*. De acordo com Ávila (2011), a compatibilização é uma ferramenta que possibilita detectar e eliminar as falhas de projeto ainda na sua elaboração, reduzindo prazos, retrabalhos e custos da construção.

Para De Menezes (2011), o objetivo do sistema BIM é de integrar construtores, engenheiros e arquitetos na etapa de concepção de projetos, produzindo em um único sistema, de forma detalhada, toda a documentação necessária para o planejamento da obra de forma prática e eficaz. De acordo com Maciel (2014), a utilização de sistemas como *Lean Construction Institute (LCI)*, se encaixa perfeitamente com o sistema BIM, pois ambos trabalham para reduzir falhas e otimizar processos.

Os projetos são modelados de forma tridimensional, conforme mostra a figura 1, em *softwares* que permitem a construção detalhada em todas as etapas, permitindo interoperacionalidade entre equipes distintas, melhorando a gestão do tempo, reduzindo erros e custos (LINO, AZENHA, LOURENÇO, 2012).

Figura 1: Compatibilização com Software Revit 3D



Fonte: Autores (2021)

Do ponto de vista computacional, o BIM é definido pelos autores como uma tecnologia de desenvolvimento e utilização das informações do projeto, beneficiando-se de um banco de dados predisposto, objetivando a simulação e operação da construção.

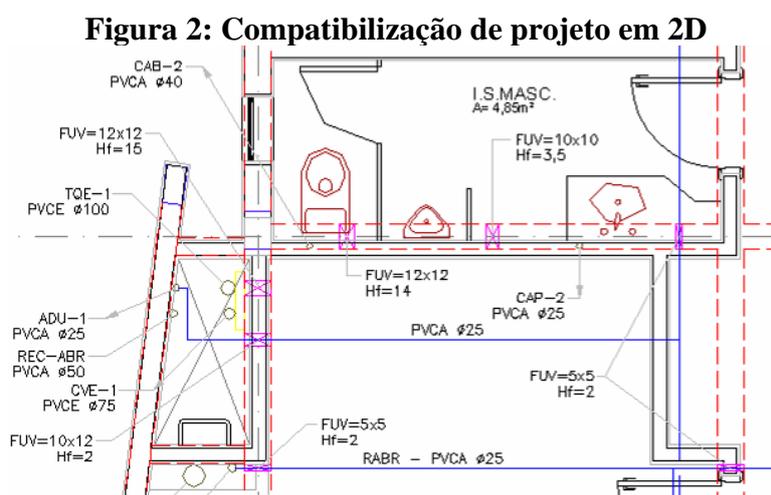
Segundo Campestrini (2015), no processo de elaboração de orçamentos, são necessárias informações dos materiais a serem empregados para a construção. Quando o projeto é analisado com o uso de *software* CAD 2D, esse levantamento é feito de forma manual, exigindo tempo e concentração. Se o processo for executado utilizando *softwares* BIM, o próprio sistema gera os quantitativos, após ser alimentado com as especificações dos materiais das respectivas famílias, como o tipo de alvenaria ou o diâmetro das tubulações por exemplo. O *software* reúne os quantitativos presentes no projeto e gera um relatório com todas as informações de forma precisa, poupando tempo e gerando um orçamento com maior precisão.

De acordo com Meller e Pozzobon (2016), o Custo Unitário Básico (CUB), indica de forma realista os custos da construção civil, sendo atualizados mensalmente através dos Sindicatos da Indústria da Construção Civil, que coletam as informações diretamente com as construtoras parceiras e definem um valor médio dos insumos e mão de obra. De modo geral, o cálculo é formado por metro quadrado (CUB/m²).

Para Caixa (2020), a orçamentação tem como finalidade, estimar custos antes que sejam transformados em despesas. Dessa forma, foi implementado o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices (SINAPI), tornando-se a principal referência de custos para obras da construção civil no Brasil. O sistema BIM entra como uma ferramenta para modelar e gerar quantitativos que podem ser referenciados através das tabelas SINAPI.

Em relação ao CAD, o sistema BIM é mais simplificado na operação entre projetos, pois pode-se executar vários projetos em um mesmo arquivo, tendo a facilidade de ser visualizado no formato 3D, reduzindo assim, de forma drástica os processos repetitivos, como a criação de cortes e projetos isométricos, atenuando erros, gerando a possibilidade de melhorias contínuas na elaboração destes projetos (EASTMAN, 2014).

O conceito BIM teve início com o desenvolvimento de computadores capazes de calcular e modelar projetos em formato 2D (duas dimensões) ainda na década de 1970 (figura 2), e desde seu princípio até hoje, o BIM tem conseguido importantes evoluções (Jimenez, 2003 – 2017), sendo que em 1970, teve início a invenção do design auxiliado por computador (CAD) e em 1984 foi lançada a primeira versão comercial do *ArchiCAD*.



Fonte: Jr, Jorge & Scheer, Sergio (2008)

Podemos considerar também que “a Modelagem da Informação da Construção (BIM), é um novo paradigma na indústria da construção civil de forma sustentável. O BIM tem um imenso potencial de integração em projetos durante todo seu ciclo de vida” (NAGALINGAM, 2013).

O *software* BIM é capaz de trabalhar com formatos universais de arquivos, como IFC (*Industry Foundation Classes*), DWG (nativo do *software* AutoCAD) ou PDF (*Portable Document Format*). Essa gama de extensões suportados pelo sistema BIM, proporciona um maior alcance entre os variados profissionais envolvidos, possibilitando a troca de informações importantes de forma segura e confiável (MENDES, 2016).

Um grande número de desenhos e documentos são gerados dentro da fase de projeto, e com este rápido crescimento do volume de informações do projeto à medida que avança esta etapa, torna-se cada vez mais difícil encontrar dados, organizar, acessar e manter as informações exigidas

pelos profissionais envolvidos (RUIKAR, 2007). Com isso, a necessidade de integração dessas informações é evidente devido aos inúmeros benefícios que ela pode trazer (WANG E XIE, 2002).

Eastman (2014), afirma que a colaboração nos processos de elaboração de projeto não reduz seu tempo, porém garante um melhor aproveitamento e detalhamento, permitindo até a participação de fornecedores e fabricantes para apresentar inovações e novas tecnologias para a construção, visto que o modelo virtual gerado pelo BIM permite construir detalhadamente uma grande variedade de matérias e recursos.

Para Campestrini (2015), utilizar os *softwares* do sistema BIM como apenas um programa para elaboração de projetos, os custos têm uma redução aproximada de 2% a 5% do valor da obra se esta for completamente compatibilizada antes de sua execução. E no momento em que o sistema BIM for utilizado como mudança de processos, as reduções de custos podem chegar a dez vezes mais, porém é necessária uma mudança de cultura e hábito de profissionais para ser estimulado o uso da ferramenta.

Os esforços para fornecer soluções cada vez mais eficazes e eficientes para as questões de interoperabilidade, levaram à adoção de protocolos de comunicação abertos, padronizados para uma uniformização do processo de comunicação em todas as camadas de interação (KASTNER, 2005). Desde 1995, iniciativas como a *Industry Foundation Classes* (IFC), desenvolvida pela *International Alliance for Interoperability* (IAI), têm impulsionado o trabalho em conjunto, de forma transparente e facilitada entre fornecedores de *software* que apoiam o compartilhamento e o reaproveitamento de dados. De acordo com Jordani (2010), projetos BIM bem executados, resultam em informações coordenadas e consistentes sobre uma instalação à medida que evolui através do projeto e construção. Essas informações na forma de um modelo BIM podem, por si só, ser utilizadas para operações e manutenção, sem a necessidade da etapa adicional de extração de dados.

Foi proposto por Succar (2009), uma análise de maturidade do conceito BIM, que foi organizado a partir da intercepção de parâmetros de análise (BIM *Competences Sets* (tecnologia, processos e políticas); (BIM *Capability Stages* (modelagem por disciplina, modelagem multidisciplinar e colaborativa); *Organisational Scales* (contexto organizacional, contexto do empreendimento envolvendo diversas partes interessadas, contexto setorial)) e 5 estágios evolutivos (inicial, definido, gerenciado, integrado e otimizado).

No estágio de maturidade 0, todos projetos são gerados por CAD, sem suporte normativo e a troca de informações acontece por meio de papel. Já no estágio 1, os trabalhos decorrem em plataforma 2D e ou 3D, tendo base modelos seguindo diretrizes normativas onde há ambientes

colaborativos para a troca de informações. No estágio 2, cada disciplina é trabalhada separadamente, sendo estas consolidadas num próximo momento. O estágio 3, os padrões, processos e normas tem um avanço significativo, possibilitando o trabalho em conjunto de todas as disciplinas. Por fim, o estágio 4 é a implementação com total integração dos processos através de uma linguagem padronizada do BIM (MATIAS, MELHADO. 2015).

De acordo com Paiva (2016), um dos principais obstáculos da implementação do BIM no Brasil, são barreiras culturais geradas pela resistência as mudanças dos métodos construtivos, falta da valorização do planejamento da obra e pouca abordagem do assunto nos cursos de graduação voltados a construção civil.

Os impedimentos que postergam a adoção do BIM no Brasil, segundo Mota (2021), são ocorridos pela falta de padronização dos projetos devido a várias empresas utilizarem o mesmo sistema, o alto custo na aquisição de *softwares*, falta de capacitação de profissionais e falta de interesse no assunto pelos profissionais mais experientes.

Outro impedimento do sistema BIM é a comunicação entre profissionais, pois geralmente várias empresas que compõe o processo de elaboração de projetos, não possuem o sistema e não conseguem compatibilizar os projetos (CLAYTON, 2008).

A utilização da tecnologia 3D torna mais visível os possíveis erros cometidos por profissionais da área na etapa de elaboração e compatibilização de projetos. Associado das incertezas e estagnação tecnológica encontradas no setor da construção, é gerado um fator desfavorável na implementação do sistema BIM (CBIC, 2016). A figura 3 demonstra um grave erro de execução com redução de área da seção transversal de pilar e viga, os quais poderiam ser facilmente resolvidos com a devida compatibilização dos projetos.

Figura 3: Incompatibilidade entre projeto elétrico e estrutural



Fonte: Kirsten (2021)

Para Lino, Azenha e Lourenço (2012), o sistema BIM deve ser integrado aos cursos de engenharia civil devido ao avanço tecnológico e o aperfeiçoamento cada vez mais detalhado de ferramentas de modelagem de projetos. O conceito BIM deve ser implementado em todas as unidades curriculares durante a realização da graduação. Os docentes devem incentivar cada vez mais os alunos a compreenderem sua importância, facilitando o entendimento e interação dos acadêmicos de forma prática, desde a elaboração dos projetos arquitetônicos e estruturais, elaboração de orçamentos, planejamento, gestão de obras e sustentabilidade.

A compatibilização tem a finalidade de gerenciar, integrar e detectar possíveis interferências ocorridas nos diversos projetos que compõe o planejamento de uma obra, resultando em uma execução mais sustentável, reduzindo o desperdício de materiais, mão de obra e futuros custos gerados por patologias (CALLEGARI, 2007).

De acordo com Vieira e Figueiredo (2020), os principais objetivos da compatibilização com a utilização do sistema BIM, são de possuir uma maior previsibilidade devido a identificação de incompatibilidades na visualização dos projetos, eliminando as sobreposições antes do início da obra, desenvolver medidas de segurança e saúde no canteiro de obras, aumentar a lucratividade da construção devido ao planejamento mais eficiente obtendo maior produtividade, melhorando a qualidade dos serviços executados, reduzindo desperdícios e prazos. Em termos de custos, a compatibilização pode chegar até a 2% do custo total da obra, porém pode gerar uma redução entre 5 e 10% do custo final.

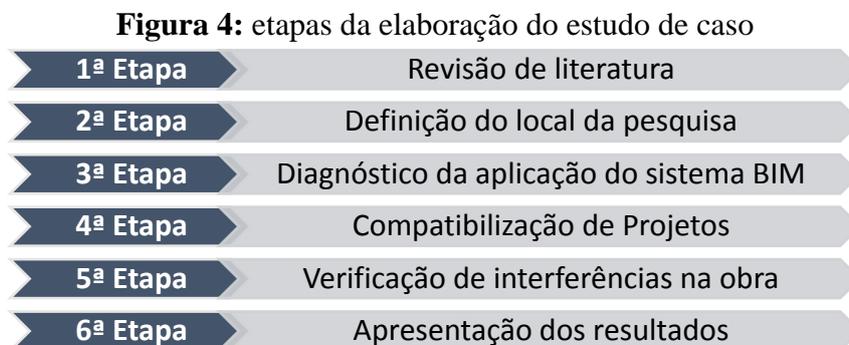
Para Josephson (2002), os retrabalhos são resultantes de diversos fatores, como projetos inadequados, falta de compatibilização, mão de obra inadequada e alterações do projeto solicitado por clientes. Nesse contexto, o índice de retrabalho em uma obra ocasionado pela falta de compatibilização, pode atingir até 26% das perdas por retrabalho.

3. METODOLOGIA

O presente trabalho consistiu em verificar as falhas de compatibilização de projetos entre as variadas disciplinas envolvidas no processo da construção civil. Para isto, foi utilizado o método de abordagem de estudo de caso, utilizando o *software* Revit para as devidas compatibilizações necessárias. Este tipo de método permite um maior aprofundamento sobre o problema proposto.

Pretende-se ainda, através deste estudo, demonstrar de forma sucinta as vantagens da implantação e utilização do sistema BIM.

A figura 4, abaixo, apresenta a sequência das etapas em que o estudo fora realizado.



Fonte: Autores (2021)

No primeiro momento, foi realizada a revisão bibliográfica com a finalidade de levantar informações e conhecimentos sobre a plataforma BIM, suas principais características, etapas e a importância na compatibilização de projetos utilizando a ferramenta.

Após a realização da revisão bibliográfica, foi definido o local para realização do estudo de caso. Para isso, se seguiu os seguintes parâmetros: a edificação escolhida deveria possuir até 1000 m² de área construída; com no máximo quatro pavimentos e identificar as principais dificuldades para implementação do BIM.

Tendo definido o local da aplicação do estudo de caso, a próxima etapa se resumiu em fazer o diagnóstico sobre a compatibilização do BIM. Para isso, foram realizadas pesquisas de campo e entrevistas, coleta de informações junto aos profissionais que realizaram os projetos e a construtora que executou a obra, onde se verificou a compatibilização de projetos na etapa de elaboração e identificaram-se quais os métodos de compatibilização foram utilizados nas sobreposições dos projetos arquitetônico, estrutural, elétrico, telefônico, hidrossanitário, infraestrutura de ar condicionado e preventivo de incêndio.

Com o diagnóstico pronto, a etapa seguinte consistiu em realizar a compatibilização dos projetos da obra conforme o conceito BIM. Para isso, foi necessário o recebimento dos arquivos da construtora, onde os projetos foram desenvolvidos. Para realizar a compatibilização foi utilizando o sistema BIM com o *software* Autodesk Revit 2021. Neste caso foi utilizada a versão estudante. Os projetos foram importados da planta 2D da edificação para o Revit, onde foi possível iniciar a modelagem arquitetônica e da estrutura respeitando todos os atributos inseridos no projeto original. Além disso, após a conclusão das modelagens, foi ser realizada a sobreposição dos projetos com a finalidade de identificar as possíveis interferências ocorridas entre eles.

Por fim, foram apresentados os resultados da pesquisa. Dessa forma, apresentado a identificação e solução dos problemas de sobreposição de projetos com as reduções dos retrabalhos, desperdícios de materiais e atrasos no cronograma na execução da obra, que permitirão assim um processo construtivo mais eficiente e econômico.

4. ESTUDO DE CASO

O estudo de caso foi realizado em uma edificação do tipo residencial multifamiliar, com aproximadamente 837 metros quadrados construídos, sendo dois apartamentos térreos, dois apartamentos duplex ocupando primeiro e segundo pavimento e dois “*roof's top*” também no segundo pavimento. A obra foi executada no período do mês de maio de 2019 ao mês de setembro de 2020, no município de Balneário Camboriú em Santa Catarina, Brasil.

A edificação, conforme figura 5, é composta por fundações em hélice contínua com profundidade de 14 metros, estruturas de concreto armado, alvenarias para fechamento em tijolos cerâmicos, revestimentos cerâmicos em porcelanato, esquadrias em alumínio, portas em madeira e forro em gesso.

Figura 5: Projeto arquitetônico do estudo de caso.



Fonte: Autores (2021)

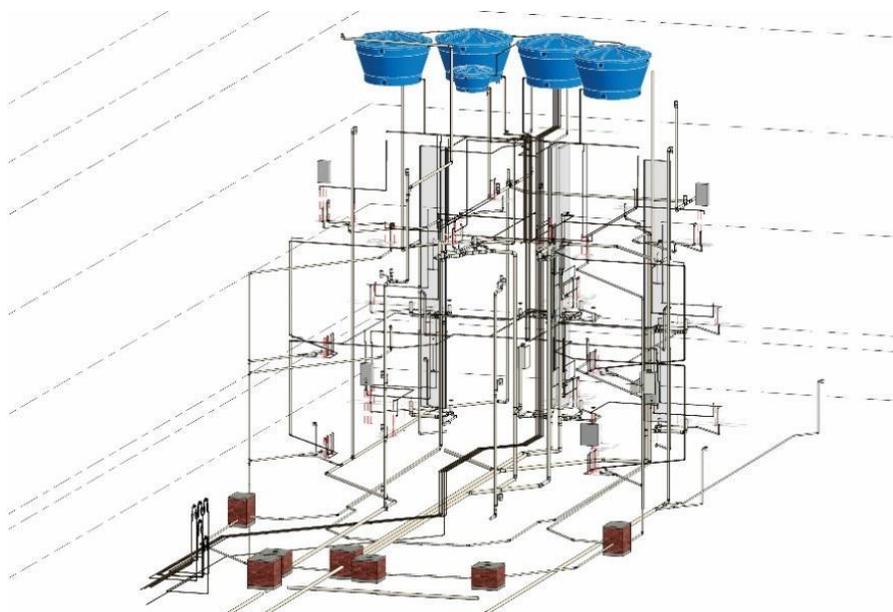
Na sequência foi realizada uma análise dos projetos arquitetônico e estrutural da edificação a fim de verificar as possíveis interferências entre elementos dos projetos. Por tratar-se da mesma

empresa que os projetou, foi possível verificar que os projetos foram elaborados e compatibilizados, demonstrando eficiência na interoperabilidade, não sendo encontradas incompatibilidades nos projetos e em toda execução da obra.

Os demais projetos foram executados por empresa terceirizada parceira da construtora. Nesse momento foi verificado que não se realizou-se a compatibilização dos projetos arquitetônicos com os projetos hidrossanitários. Essa falta de compatibilização gerou diversas interferências.

A partir do projeto arquitetônico e estrutural já compatibilizados, o projeto hidrossanitário que foi projetado no formato 2D e isométrico, foi então modelado com o uso do *software* Revit 2021, versão estudante. Durante a montagem do projeto hidrossanitário, verificou-se uma compatibilização simultânea, conforme figura 6. O projeto pôde ser visualizado no formato tridimensional proporcionando uma análise mais realista, facilitando a elaboração e montagem, tornando as interferências mais fáceis de serem identificadas que em projetos de duas dimensões e isométricos.

Figura 6: Projeto hidrossanitário no Revit.

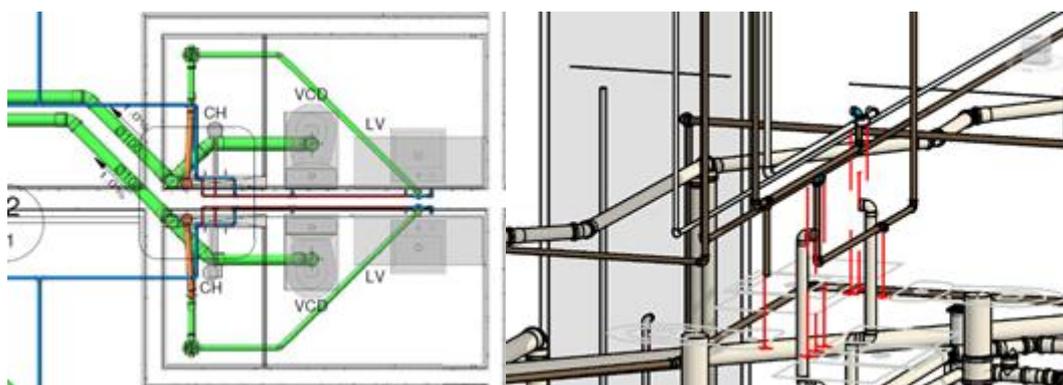


Fonte: Autores (2021)

Na comparação dos projetos hidrossanitários entre o *software* Autocad 2D e Revit 3D, verificou-se que a modelagem utilizando o sistema 3D possibilita uma visualização detalhada do projeto, tornando sua montagem mais dinâmica e rápida, sendo possível lançar os elementos das

instalações e verificar de imediato a estrutura sendo formada. A figura 7 exemplifica os projetos em 2D e em 3D executado com utilização do *software* Revit.

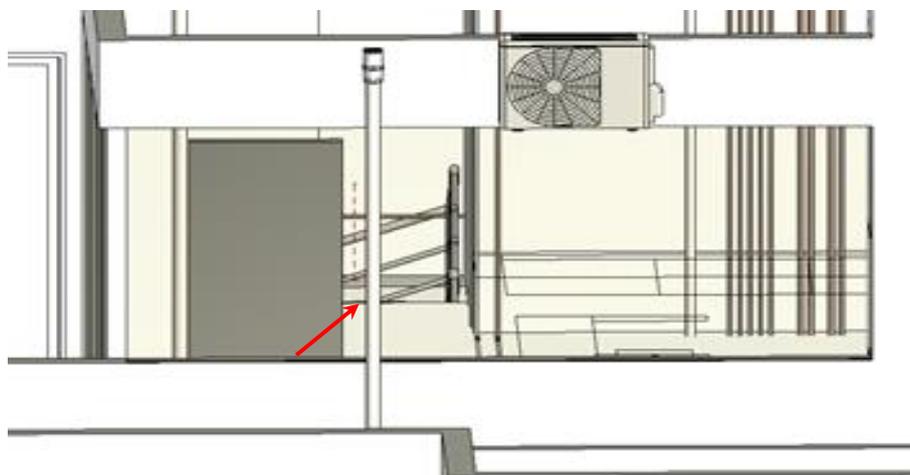
Figura 7: Comparação de projeto 2D e 3D



Fonte: Autores (2021)

Durante a modelagem do projeto hidrossanitário, as interferências foram mantidas propositalmente com a finalidade de exemplificar a praticidade da utilização do sistema BIM, tornando mais simples sua visualização e correção das sobreposições, fazendo com que o projetista determine o traçado das tubulações hidráulicas de forma mais otimizada e exata. A figura 8 representa a passagem de um duto de exaustão da rede hidrossanitária entre a abertura da janela e da estrutura.

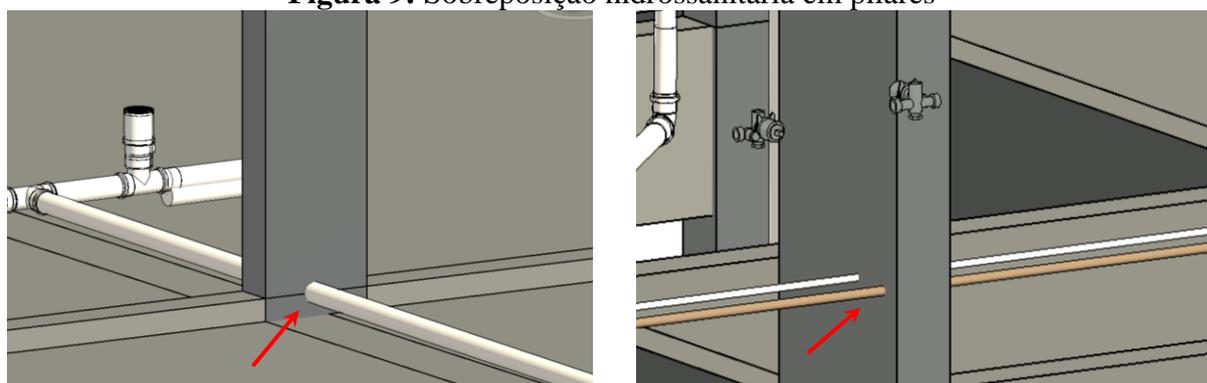
Figura 8: Sobreposição duto de exaustão e janelas.



Fonte: Autores (2021)

No decurso da modelagem, foi possível verificar diversas interferências nas instalações hidrossanitárias, sendo necessário alterar o projeto após a execução da obra. A figura 9 representa algumas sobreposições que ocorreram no projeto hidrossanitário, no qual a tubulação interferiu nos pilares já executados. Neste caso, foi necessário realizar a adequação da tubulação e alterar o projeto.

Figura 9: Sobreposição hidrossanitária em pilares



Fonte: Autores (2021)

Uma ferramenta importante encontrada no *software* Revit, é a geração e exportação de informações quantitativas de materiais de forma automática, sendo possível exportar em formatos compatíveis em forma de planilhas orçamentárias, utilizando o *software* Excel por exemplo, tornando o processo de elaboração de orçamentos mais rápido, dinâmico e confiável. Geralmente o orçamentista coleta as informações analisando os projetos em 2D e isométrico, elaborando os quantitativos dos materiais de forma manual, tornando o processo extenuante, com maior probabilidade de ocorrerem falhas na computação de itens que compõe os materiais para execução da obra.

O sistema BIM permite que em seus *softwares* o projetista lance as especificações que compõe uma edificação em uma determinada família de disciplina. Conforme a execução dos projetos, o próprio *software* gera os cálculos quantitativos, organizando de forma automática em planilhas, bem como a geração de cortes, especificações e detalhamentos, gerando um projeto completo em um menor prazo. A figura 10 demonstra uma tabela de tubulações hidrossanitárias gerada no projeto estudado.

Figura 10: Tabelas de tubulações

<01 - TUBULAÇÕES>			
A	B	C	D
Descrição	Unidade	Tamanho	Comprimento
Esgoto Sanitário, Ventilação e Pluvial			
Tubo PVC rígido, cor branca, linha Esgoto SN - Tigre	m	Ø40	82.06
Tubo PVC rígido, cor branca, linha Esgoto SN - Tigre	m	Ø50	235.13
Tubo PVC rígido, cor branca, linha Esgoto SN - Tigre	m	Ø75	127.37
Tubo PVC rígido, cor branca, linha Esgoto SN - Tigre	m	Ø100	148.32

Fonte: Autores (2021)

Na etapa de compatibilização dos projetos estrutural e hidrossanitário, o *software* elabora um relatório de interferências, que diagnosticou 224 sobreposições de tubulações com vigas, pilares, paredes e escadas. A figura 11 representa o extrato gerado das incompatibilidades ocorridas.

Figura 11: Relatório de interferências

Relatório de interferência

Agrupar por:

Tubulação	Mensagem
Escadas	
Escadas	
M2-001_ARQ-EX_v01-r12.rvt : Escadas : Escada moldada no local : Escada : ID 8526963	
Tubulação : Tipos de tubos : Água Fria - PVC Marrom Soldável : ID 5586448	
Escadas	
Escadas	
Escadas	
Fundações estruturais	
M2-001_ARQ-EX_v01-r12.rvt : Fundações estruturais : Laje de fundação : h=0.15 : ID 9039227	
Tubulação : Tipos de tubos : Esgoto/Vent./Pluvial - PVC Série Normal : ID 5723652	
Paredes	
Paredes	

Fonte: Autores (2021)

No decorrer da execução da obra citada, foi realizado um levantamento fotográfico desde a fundação até a entrega do empreendimento, com a finalidade de coletar as informações de interferências ocorridas, as quais geraram retrabalhos e alterações no projeto hidrossanitário.

Neste levantamento fotográfico, foram identificadas diversas incompatibilidades nas instalações sanitárias, sendo um dos principais problemas encontrados a falta de passagens específicas para os dutos de exaustão dos banheiros, onde foi necessário realizar perfurações de vigas para adequação, conforme a figura 12.

Figura 12: Incompatibilidade nos dutos de exaustão



Fonte: Autores (2021)

A figura 13 exemplifica alterações necessárias do projeto hidrossanitário devido a interferências com o projeto arquitetônico e estrutural, sendo necessário realizar escavações e perfurações de vigas não programadas, para adequação da tubulação, o que gerou retrabalhos e atrasos no cronograma, sendo necessário alterar o projeto hidrossanitário da obra.

Figura 13: Adequação do projeto hidrossanitário



Fonte: Autores (2021)

Durante a execução, foi constatado que os pontos específicos posicionados para as passagens das infraestruturas do sistema de ar condicionado, ficaram deslocados 80 cm a direita, fora do alinhamento especificado em projeto, sendo necessário realizar escarificações na viga e alvenarias próximas ao local de instalação para adequações. Esta situação pode ser vista na figura 14.

Figura 14: Interferências nos drenos de ar condicionado.



Fonte: Autores (2021)

Os representantes da construtora informaram que o investimento para execução da obra foi de R\$ 1.200.000,00. Com essa informação e o levantamento em campo dos retrabalhos executados, realizou-se uma medição para estimar o valor despendido com as adequações ocorridas pelas incompatibilidades entre projetos. A tabela 1 descreve os serviços realizados, o tempo dispendido (em horas) e o custo de cada serviço executado. Os valores foram calculados tendo como base as tabelas SINAPI e CUB, totalizando aproximadamente 2,34% do custo total da obra.

Tabela 1: Estimativa de composição de custos dos retrabalhos

Serviços Executados	Profissional	Quant	Und	Valor unitário	Total
Instalações elétricas	Eletricista/auxiliar	24	horas	R\$ 57,18	R\$ 1.372,32
Serviço técnico de furação de lajes e vigas	Empresa terceirizada	40	horas	R\$ 63,00	R\$ 2.520,00
Instalações infra de ar condicionado	Empresa terceirizada	20	horas	R\$ 45,54	R\$ 910,80
Execução de adequação de projetos	Empresa terceirizada	44	horas	R\$ 43,40	R\$ 1.909,60
Instalação de rede hidrossanitária	Encanador/Auxiliar	132	horas	R\$ 43,68	R\$ 5.765,76
Acompanhamento da obra	Engenheiro	120	horas	R\$ 47,14	R\$ 5.656,80
Execução de reparos em alvenaria	Pedreiro	80	horas	R\$ 33,01	R\$ 2.640,80
Corte em alvenaria	Servente	96	horas	R\$ 20,18	R\$ 1.937,28
Escarificação de vigas	Servente	52	horas	R\$ 20,18	R\$ 1.049,36
Escavação manual	Servente	40	horas	R\$ 20,18	R\$ 807,20
Serviços de limpeza e apoio aos serviços técnicos	Servente	172	horas	R\$ 20,18	R\$ 3.470,96
Total				R\$ 28.040,88	

Fonte: Autores (2021)

5. CONCLUSÃO

Com o presente estudo de caso, verificou-se que a realidade da compatibilização de projetos torna-se cada vez mais necessária, afim de aperfeiçoar a qualidade dos processos executivos na construção civil. Como um dos fatores de desperdícios ocasionados por retrabalho, a compatibilização de projetos vem ganhando cada vez mais espaço, quebrando obstáculos e incertezas gerados pelas barreiras culturais e resistência as mudanças na construção civil.

O sistema BIM foi criado para facilitar a comunicação entre engenheiros, gestores de obras, projetistas e arquitetos, sendo que ainda não ocorre plenamente por diversos fatores, principalmente o cultural. Outro fator é a baixa demanda de profissionais capacitados para operarem esses sistemas que exigem treinamentos e conhecimento técnico específico para cada disciplina na elaboração de projetos. O alto valor no investimento de aquisição dos *softwares* que compõe o sistema BIM também se torna uma barreira, principalmente para pequenas construtoras que geralmente contratam o serviço de projetos legais e não tem os *softwares* em seu escritório.

Essas barreiras tendem a ser derrubadas conforme a otimização do sistema BIM seja reconhecida por profissionais e creditada pela classe docente. Devido sua grande versatilidade, facilidade comunicativa entre setores, capacidade de padronização, organização de processos, redução de desperdícios e retrabalhos, tornando a obra mais sustentável e limpa, o sistema BIM demonstra de forma inequívoca seus predicados.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÀVILA, V. M. Compatibilização de projetos na construção civil: Estudo de caso em um edifício residencial multifamiliar. 2011, 84p. Monografia (Especialista em Construção Civil) - de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

BALEM, Amanda Forgiarini. Vantagens da compatibilização de projetos na engenharia civil aliada ao uso da metodologia BIM. Santa Maria, 2015.

CAIXA, SINAPI, Metodologias e Conceitos: Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil / Caixa Econômica Federal. – 8ª Ed. – Brasília: CAIXA, 2020.

CALLEGARI, Simara. Análise da compatibilização de projetos em três edifícios residenciais multifamiliares. 2007.

CAMPESTRINI, Tiago Francisco et al. Entendendo BIM. Curitiba, PR, 2015.

- CBIC, Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Coletânea Implementação de BIM para Construtoras e Incorporadoras – *Building Information Modeling***. Vol. 2. Brasília, 2016.
- EASTMAN, Charles et al. **Manual de BIM: Um guia de modelagem a informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. Bookman Editora, 2014.
- EASTMAN, C. M.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R. e LISTON, K. **BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors**. Hoboken: Wiley, 2008, 490 p. CLAYTON et al (2008).
- HARON, A.T., 2009. *Modeling building information in practice intergrated*. Manchester: Universidade de Salford.
- JIMENEZ, L., 2003-2017. Grupo Rand [online]. Disponível em:
<https://www.randgroup.com/insights/bim-overviewbuilding-information-modelling-part-ii/>.
- JORDANI, D.A (2010). *“BIM and FM: The Portal to Lifecycle Facility Management.” Journal of Building Information Modeling, Spring 2011, 13-16.*
- JOSEPHSON, P. E.; LARSSON, B.; LI, H. Illustrative benchmarking rework and rework costs in Swedish construction industry. *Journal of Management in Engineering*, v. 18, n. 2, p. 76-83, 2002.
- JR, JORGE & SCHEER, SERGIO. (2008). **COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS OU ENGENHARIA SIMULTÂNEA: QUAL É A MELHOR SOLUÇÃO?** *Gestão & Tecnologia de Projetos*. 3. 10.4237/gtp. v3i1.63.
- KASTNER W., Neugschwandtner G., Srucek S., and Newman H.M. (2005). *“Communication systems for building automation and control”*. *Proceedings of the IEEE*, 93(6), 1178-1200.
- KIRSTEN, ANDRÉ EGON. **Três possíveis consequências da falta de compatibilização em projetos**. Disponível em: <https://maisengenharia.altoqi.com.br/estrutural/consequencias-falta-compatibilizacao-em-projetos/>. Acesso 17 nov. 2021.
- LINO, José Carlos; AZENHA, Miguel; LOURENÇO, Paulo. **Integração da metodologia BIM na engenharia de estruturas**. BE2012-Encontro Nacional Betão Estrutural, p. 2-3, 2012.
- MACIEL, Marcelo Augusto Costa. **Dificuldades para a implantação de softwares integradores de projeto (BIM) por usuários da cidade de Aracaju – Sergipe**. 2014, 99p.– Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2014.
- MATIAS, Karina; MELHADO, Silvio Burrattino. **PROJETOS INDUSTRIAIS–BARREIRAS PARA A IMPLEMENTAÇÃO DA MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO**. 2015.

- MENDES, Anna Carolina Brito. **Estudo aprofundado sobre o formato universal para troca de informações BIM IFC: estrutura do IFC para BIM 4D-planejamento e controle.** 2016.
- DE MENEZES, Gilda Lúcia Bakker Batista. **Breve histórico de implantação da plataforma BIM. Cadernos de Arquitetura e Urbanismo**, v. 18, n. 22, 2011.
- MELLER, Gabriela; POZZOBON, Cristina Eliza. **Custo unitário básico para Santa Rosa-RS.** Salão do Conhecimento, 2016.
- MIKALDO JR, Jorge; SCHEER, Sergio. **Compatibilização de projetos ou engenharia simultânea: qual é a melhor solução.** *Gestão & tecnologia de projetos*, v. 3, n. 1, p. 79-99, 2008.
- MOTA, Tim Lucas Costa da. **Plano de implantação BIM em uma microempresa de construção civil.** 2021. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Centro Universitário Unichristus. Fortaleza, 2021
- NAGALINGAM, G., Jayasena, H. S. e Ranadewa., K.A.T.O., 2013. *Modeling Building information and future quantity survey practice in Sri Lanka's construction industry, Colombo: world building symposium.*
- PAIVA, Daniel Capistrano Sarinho. **Uso do BIM para compatibilização de projetos: Barreiras e oportunidades em uma empresa construtora.** 2016. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
- RUIKAR D., Anumba C.J., Duke A., Carillo P.M., and Bouchlaghem N. M. (2007). *“Using the semantic web for project information management.”* *Facilities*, 25(13/14), 507-524.
- RUSCHEL, Regina; ANDRADE, Max; MORAIS, Marcelo. **O Ensino de BIM no Brasil: onde estamos?** *Ambiente Construído*. Porto Alegre, v. 13, n. 2, p. 151-165, abr./jun. 2013.
- SCHUERMANN, Bruno Coccozza Simoni; ESTEVES, Hugo Cardoso. **O uso da plataforma BIM (building information modelling) para a compatibilização de projetos na engenharia civil.**
- SUCCAR, Bilal. *Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders.* *Automation in construction*, v. 18, n. 3, p. 357 - 375, 2009.
- VIEIRA, Tayna Teixeira; FIGUEIREDO, Karoline Vieira. **Vantagens de planejar uma obra com a plataforma BIM, REVIT.** *Boletim do Gerenciamento*, [S.l.], v. 17, n. 17, p. 10-19, ago. 2020. ISSN 2595-6531. Disponível em:
<<https://nppg.org.br/revistas/boletimdogerenciamento/article/view/357>>. Acesso em: 17 nov. 2021.
- WANG, S., Xie, J. (2002). *“Integrating Building Management System and facilities management on the Internet.”* *Automation in Construction*, 11(6), 707-715.