ESTUDO DE CASO DE IMPLEMENTAÇÃO E COMPATIBILIZAÇÃO EM BIM

ALVES, Kamila Martinelli
Universidade Federal do Espírito Santo, e-mail: kamilamartinellialves@gmail.com
ANTONIO, Débora Ferrão
Universidade Federal do Espírito Santo, e-mail: deboraferraoantonio@gmail.com
CONDE, Karla Moreira
Universidade Federal do Espírito Santo, e-mail: karla.conde@ufes.br
JESUS, Luciana Aparecida Netto
Universidade Federal do Espírito Santo, e-mail: luciana.njesus@gmail.com

RESUMO

Os intrínsecos processos, sistemas e subsistemas construtivos tornam o setor da construção civil um desafio. Inevitavelmente, ferramentas tradicionais de projeto vão sendo substituídas por novos métodos e *softwares* que proporcionam mais precisão e agilidade no desenvolvimento projetual, no planejamento da construção e nas demais fases do empreendimento. O *Building Information Modeling* (BIM), por meio da interoperabilidade entre *softwares*, permite a geração e compartilhamento de informações entre os profissionais envolvidos. Foi então proposto avaliar o potencial e as dificuldades de implementação do BIM em uma edificação localizada em Três Lagoas - MS, cujos projetos foram desenvolvidos em AutoDesk AutoCAD®. O objetivo deste artigo é apresentar o trabalho de compatibilização entre os projetos arquitetônico, estrutural, elétrico e hidráulico da edificação citada, identificando as dificuldades no processo. Para tal, utilizou-se os *softwares* AutoDesk Revit® para a modelagem paramétrica e o AutoDesk Navisworks® para a compatibilização. Os resultados apresentados enfatizam a necessidade de adaptações organizacionais na empresa que será implementada a plataforma, porém ressaltam os benefícios do uso do BIM, como a redução de erros em obras por incompatibilidade entre projetos. Cabe ressaltar que este artigo apresenta a etapa inicial da pesquisa em desenvolvimento intitulada "Estudo da aplicação e uso da plataforma *Building Information Modeling* (BIM) para implementação dos conceitos de Engenharia Simultânea e sustentabilidade, que visa por meio de um estudo de caso implementar as quatro dimensões do BIM: 4D, 5D, 6D e 7D, e assim demonstrar as aplicações do BIM no Planejamento, Orçamentação, Gestão da Manutenção e Eficiência Energética de Edificações.

Palavras-chave: BIM, BIM 3D, Compatibilização, Modelagem Paramétrica.

ABSTRACT

The processes, systems and subsystems intrinsic of the construction make the construction industry a challenge. Inevitably, traditional design tools are being replaced by new methods and software that provide more precision and agility in design development, construction planning and other phases of the project. Building Information Modeling (BIM), through interoperability between softwares, allows the generation and the sharing of information among the professionals involved. It was then proposed to evaluate the potentialities and difficulties of implementing BIM in a building located in Três Lagoas - MS, whose designs were developed in AutoDesk AutoCAD®. The objective of this article is to present the work of compatibilization between the architectural, structural, electrical and hydraulic designs of the aforementioned building, identifying the difficulties in the process. To do so, AutoDesk Revit® software was used for

ALVES, K. M.; ANTONIO, D. F.; CONDE, K. M.; JESUS, L. A. N. Estudo de caso de implementação e compatibilização em BIM. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 6., 2019, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: PPGAU/FAUeD/UFU, 2019. p 658-670. DOI https://doi.org/10.14393/sbqp19061.

parametric modeling and AutoDesk Navisworks® for compatibilization. The results presented emphasize that organizational adaptations are necessary for the implementation of the platform, but highlighted as benefits of BIM, such as the reduction of mistakes in works due to incompatibility between projects. This article presents an initial stage of the research in development entitled "Study of Building Information Modeling (BIM) for the implementation of concepts of Simultaneous Engineering and sustainability", which through a case study dimensions of BIM: 4D, 5D, 6D and 7D, with BIM applications in Planning, Budgeting, Maintenance Management and Energy Efficiency of Buildings.

***Keywords**: BIM, BIM 3D, Compatibilization, Parametric Modeling.*

1 INTRODUÇÃO

Pesquisas e estudos sobre *Building Information Modeling* (BIM) iniciaram na década 70, porém ainda não há uma definição única e amplamente aceita. Buscando definições para BIM, Succar (2009) afirma que é um conjunto de políticas, processos e tecnologias que, interagindo, geram uma metodologia para a gestão, em formato digital, do projeto de uma edificação e de seus dados, durante todo seu ciclo de vida.

O BIM surge como ferramenta para analisar e facilitar o acesso a inovações e soluções em métodos, ferramentas, processos e conceitos na área da construção civil (CAMPESTRINI et al., 2015). Nesse contexto, percebe-se que para chegar ao produto final da construção é necessário gerenciar todo o processo construtivo, desde a fase de projetos até a manutenção e assim, tem-se a organização da informação em dimensões: 3D, modelagem paramétrica; 4D, planejamento e gerenciamento do tempo; 5D, gerenciamento dos custos; 6D, gerenciamento do ciclo de vida e manutenção; 7D, gerenciamento de energia.

A compatibilização pelo sistema BIM permite uma melhoria no projeto, uma vez que as propostas podem ser rigorosamente analisadas, realizadas simulações, aferição do desempenho e a documentação é flexível e automatizada (AZHAR, 2011). Para isso, é necessário unir as especialidades de projeto em um só modelo a partir de um formato compatível aos *softwares*. Entretanto, apesar dos grandes avanços tecnológicos de *softwares* designados a projetos da área da arquitetura, engenharia e construção (AEC), um único programa ainda não é capaz de realizar todas as funcionalidades requeridas na concepção de uma edificação. Com isso, atrelada à função do BIM de comunicação entre disciplinas de projeto, surge à necessidade da passagem de dados entre *softwares*. A facilidade e eficiência desse processo é medida pela interoperabilidade (EASTMAN *et al*., 2014).

Neste presente trabalho foi utilizado o AutoDesk Revit® para a modelagem paramétrica e AutoDesk Navisworks® para a compatibilização, ambos interligados pela interoperabilidade BIM, e foram analisadas as adaptações necessárias para a transição de projetos em 2D para o BIM 3D. Dessa maneira, pode-se realizar a transposição dos projetos do estudo de caso feitos no *software* AutoDesk AutoCAD® para o BIM e observar as adaptações necessárias para uma empresa AEC utilizar a modelagem paramétrica e compatibilização em seus projetos. É necessário enfatizar que outras pesquisas já apontaram muitas vantagens como a redução de erros de construção decorrentes de interferências entre projetos arquitetônicos e complementares e o aumento da produtividade e neste estudo de caso serão estudados tais benefícios e outros mais, bem como as dificuldades no processo.

2 FUNDAMENTAÇÃO

A pesquisa está fundamentada na necessidade de se implementar o BIM nas empresas da área da construção civil. Para tanto, é necessário oferecer meios que permitam e impulsionam essa transição em um mercado predominantemente convencional. Tarvo Savolainen (COMAT, 2019), especialista-chefe de BIM da *Finnish Transport Infrastructure Agency* (FTIA), enfatiza que o objetivo é que haja um crescimento de 20% da produtividade na área de infraestrutura e que isso só será alcançado com a utilização do BIM e a colaboração mútua entre os profissionais envolvidos no desenvolvimento do projeto e da construção. Dessa maneira, é necessário haver uma maior consciência da importância do BIM, além da aquisição de informações quanto aos melhores *softwares* BIM para cada empresa, impulsionando assim o uso da ferramenta como bem comum.

Para analisar o uso atual do BIM, foi elaborado um questionário, "Diagnóstico da implantação do BIM em empresas construtoras", realizado pelo Laboratório de Engenharia Simultânea e BIM (LABESBIM) da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), e respondido por empresas de construção civil da Grande Vitória, região metropolitana do Espírito Santo, no intuito de levantar informações pertinentes à utilização da tecnologia *Building Information Modeling* (BIM). O questionário foi administrado via internet, pela ferramenta Formulários Google, divulgado em grupo de Whatsapp contendo membros do Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado do Espírito Santo (SINDUSCON-ES), no *site* do CREA-ES e também enviado diretamente a empresas de construção civil de Vitória-ES e região, via e-mail. Dessa forma, o questionário foi respondido por um representante de cada empresa que teve interesse em responder. O questionário resultou em 18 respostas, dentre elas, construtoras de grande porte que informaram ter concluído mais de 20 obras nos últimos 5 anos.

Por meio da aplicação do questionário, no que diz respeito ao quantitativo de empresas que utilizam BIM, pode-se observar que metade dos entrevistados afirmou que utilizam a ferramenta. Os respondentes que declararam não utilizar BIM apontaram as principais dificuldades de se implementar o BIM nas empresas em que trabalham. Tais dificuldades estão ilustradas na Figura 1.



Figura 1 – Dificuldades de implementar o BIM de acordo com as empresas participantes do questionário que ainda não utilizam a plataforma -
Fonte: Elaborado pelas autoras (2019)

Das empresas que utilizam BIM, 39% utilizam a menos de 2 anos, 5% utilizam de 2 a 5 anos e 6% utilizam a mais de 5 anos. Outro resultado pertinente é sobre quais *softwares* BIM são utilizados, o que é mostrado na Figura 2, na qual está listada a quantidade de empresas que utilizam cada programa.

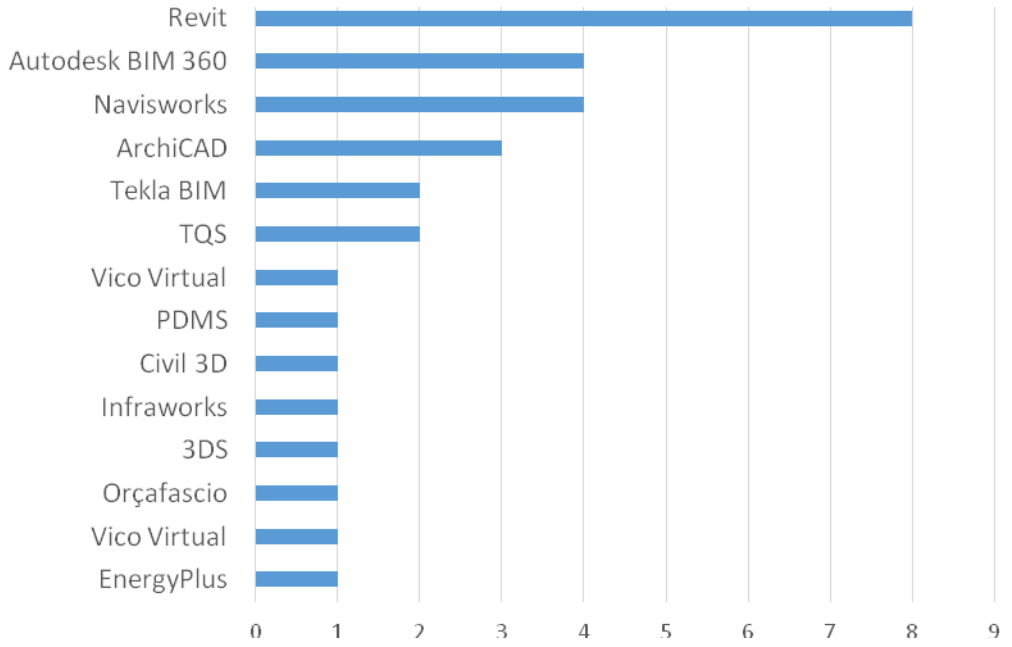

Figura 2 – Softwares BIM utilizados pelas empresas participantes do questionário -
Fonte: Elaborado pelas autoras (2019)

Quanto as finalidades de utilização do BIM nas empresas, pode-se observar que o foco da utilização do BIM na percepção dos entrevistados é a compatibilização dos projetos (29%), seguido pela modelagem (25%) e pela orçamentação (14%), como mostra o gráfico da Figura 3.

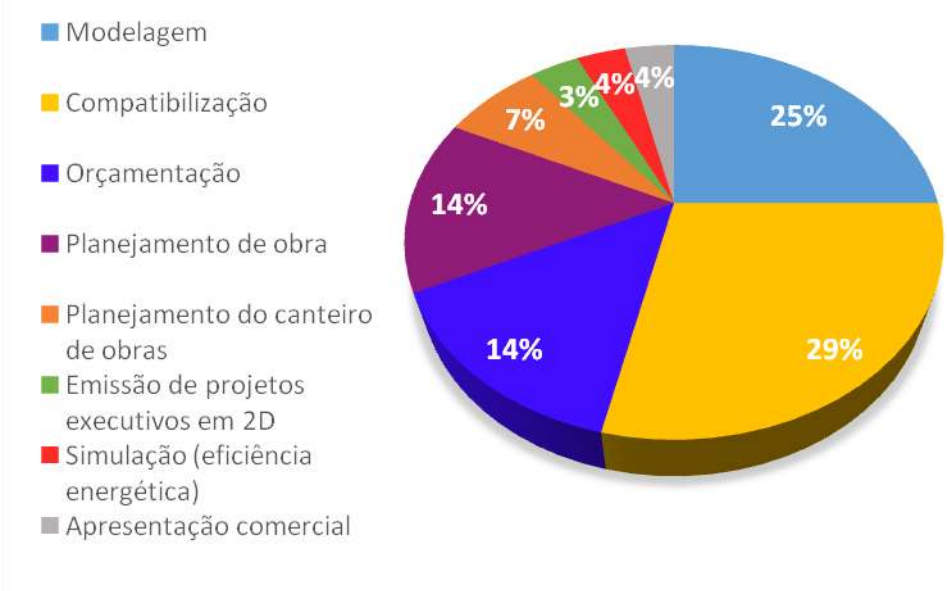

Figura 3 – Finalidades de utilizar o BIM de acordo com as empresas participantes do questionário -
Fonte: Elaborado pelas autoras (2019)

A partir das figuras 2 e 3, nota-se a predominância na utilização dos *softwares* AutoDesk Revit para a modelagem e AutoDesk Navisworks para a compatibilização. Com base neste diagnóstico, fundamenta-se esta investigação, pela necessidade de se aprimorar os estudos em modelagem e compatibilização, aderente ao contexto atual e às necessidades do mercado.

Por meio do questionário, ressaltam-se os principais benefícios observados pelas empresas ao empregar o BIM, conforme a Figura 4. E, assim, esta pesquisa, com o desenvolvimento de estudo de caso, busca explorar tais potenciais.

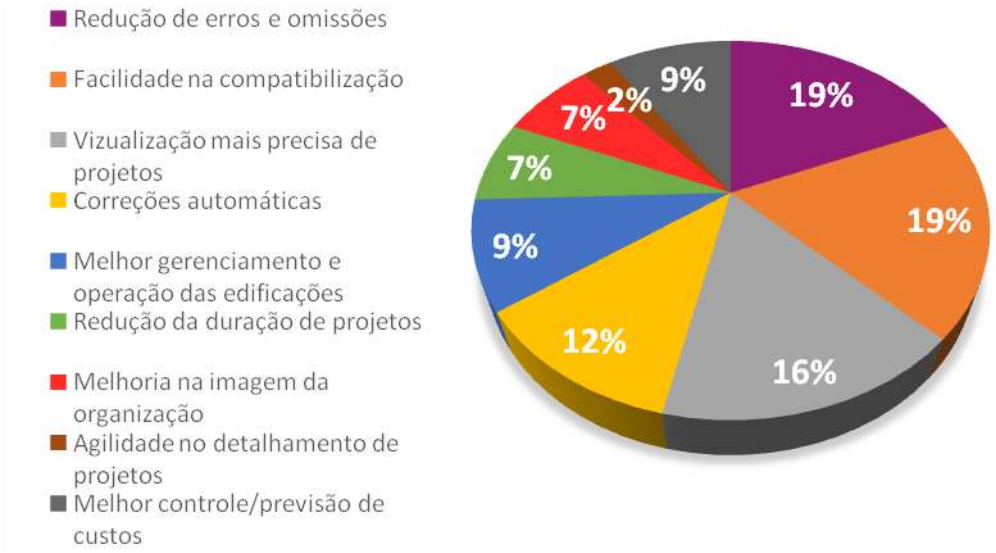

Figura 4 – Benefícios da utilização do BIM de acordo com as empresas participantes do questionário -
Fonte: Elaborado pelas autoras (2019)

Em contrapartida, um dado importante a ser analisado, são as principais dificuldades e empecilhos identificados nas empresas ao realizar a implementação do BIM, apresentados na Figura 5.

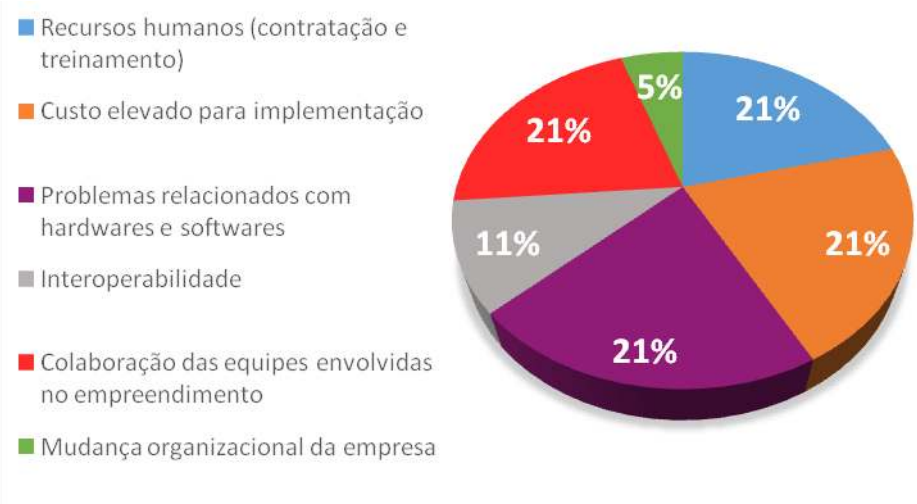

Figura 5 – Dificuldades da utilização do BIM de acordo com as empresas participantes do questionário -
Fonte: Elaborado pelas autoras (2019)

3 METODOLOGIA

Na pesquisa intitulada "Estudo da aplicação e uso da plataforma *Building Information Modeling* (BIM) para implementação dos conceitos de Engenharia Simultânea e sustentabilidade", em desenvolvimento, onde quatro dimensões do BIM (4D, 5D, 6D e 7D) são estudadas, desenvolve-se um estudo de caso em uma edificação já construída.

Na etapa inicial da pesquisa, uma equipe do Laboratório de Engenharia Simultânea e BIM (LABESBIM) da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) realizou a transferência dos projetos 2D para o modelo 3D BIM, utilizando o *software* Autodesk Revit®. Para isso, foram analisados projetos elaborados em 2D no *software* Autodesk Autocad® em arquivos de extensão DWG, como também, em arquivos de extensão PDF, além de dados numéricos e descritivos obtidos em planilhas, escopos, orçamento e fotos.

Este artigo apresenta o trabalho de compatibilização entre o projeto arquitetônico e complementares utilizando o *software* AutoDesk Navisworks®, e por meio de estudo de caso, são identificadas as dificuldades no processo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Transposição dos projetos 2D para 3D

A edificação, objeto dessa pesquisa, refere-se a um ambulatório de uma unidade fabril localizada em Três lagoas – MS e inaugurada em 2016. Essa construção possui somente um pavimento térreo e foi desenvolvida no sistema construtivo *Steel Frame*. Consiste em uma estrutura formada por perfis de aço galvanizado e fechamento feito por meio de painéis termoacústicos isolantes com núcleo de poliuretano e revestimento em chapa de aço. A Figura 6 apresenta o modelo arquitetônico da edificação.



Figura 6 – Modelo arquitetônico da edificação elaborado no Revit e renderizado no Navisworks -

Fonte: Elaborado pelas autoras (2019)

Para a transferência dos projetos 2D para BIM 3D, utilizando o *software* Autodesk Revit®, foram analisados projetos elaborados em 2D no *software* Autodesk Autocad® em arquivos de extensão DWG e/ou PDF.

Dada a dificuldade no desenvolvimento desta etapa pela falta de informações nos desenhos em 2D, foram solicitados planilhas, orçamento e fotos, a fim de esclarecer as dúvidas encontradas nos projetos. Cabe considerar que a edificação foi selecionada pela aparente completude das informações de projeto, completude essa ressaltada pela empresa que construiu a edificação. Entretanto, o vasto material fornecido pela empresa construtora foi insuficiente para esclarecer soluções de projeto.

A dificuldade de modelagem devido à ausência de detalhamento/definições no projeto 2D foi maior no projeto estrutural, visto que se trata de estrutura metálica pré-fabricada, onde os detalhamentos de projeto ficam a cargo do fornecedor da estrutura à construtora. Outra dificuldade significativa foi a de encontrar bibliotecas 3D BIM para instalações elétricas aparentes, ou seja, ainda há uma carência de bibliotecas 3D BIM para soluções de projeto e tecnologias/sistemas construtivos.

As indefinições no projeto 2D se apresentaram como grande desafio para a modelagem em BIM, sendo necessário realizar adaptações para tornar possível a elaboração do modelo. O Quadro 1 ressalta as dificuldades encontradas tanto pela a falta de informações do projeto 2D, quanto pela modelagem 3D feita a partir de um projeto elaborado sem a plataforma BIM.

Quadro 1 – Dificuldades no 2D e 3D e adaptações necessárias para a modelagem paramétrica

<table>
<tr><th colspan="2">Falhas do projeto em 2D</th><th>Modelagem BIM 3D</th></tr>
<tr><td rowspan="4">Ausência de informações, como:</td><td>Espessura de contrapiso</td><td>Conhecimento limitado do software pelos projetistas implica em um tempo maior gasto com a modelagem</td></tr>
<tr><td>Norte magnético</td><td>A falta de informações gerou dificuldades na modelagem, visto que o projeto 3D exige informações com precisão</td></tr>
<tr><td>Detalhamento do telhado</td><td>Necessidade de atribuir valores empíricos a cotas e realizar adaptações, pela falta de informações do projeto original</td></tr>
<tr><td>Representações sem legendas</td><td>Necessidade de visualização de fotos para identificação de posição de elementos</td></tr>
<tr><td colspan="2">Ausência de projeto de estruturas metálicas, por não fazer parte do escopo da empresa fornecedora dos projetos para a pesquisa</td><td>Busca de catálogos de fabricantes para obter informações, podendo assim não ser fiel ao projeto local, já que não foi especificada a marca dos aparelhos e elementos usados</td></tr>
<tr><td colspan="2">Tubulações de esgoto posicionadas de forma não otimizada ou em posições que na prática implicariam em interferências</td><td>Dificuldade de encontrar famílias de objetos que correspondem às especificações do projeto em questão</td></tr>
<tr><td colspan="2">Ausência de cortes no projeto elétrico e hidráulico</td><td>Dificuldade de visualizar as cotas dos conduítes e tubulações</td></tr>
<tr><td colspan="2">Ausência de cotas diferenciais entre tubulações de esgoto e ventilação</td><td>Não é possível modelar em 3D sem essa informação, sendo necessárias adaptações</td></tr>
</table>

Fonte: Elaborado pelas autoras (2019)

A dificuldade da falta de bibliotecas pôde ser percebida também no questionário de diagnóstico de uso do BIM, realizado pelo LabesBIM. Como observado nos dados obtidos pelo questionário, as principais dificuldades de

implementação do BIM, de acordo com as empresas, foram o alto custo envolvido e os problemas quanto à contratação de pessoas especializadas. Assim, para a obtenção de algumas bibliotecas específicas é necessário comprá-las ou contratar profissionais com especialização para modelá-las ou modificar/adaptar as já existentes.

Um exemplo observado relacionado à necessidade de adaptação de biblioteca é ilustrado na Figura 7, que mostra uma caixa de esgoto de quatro entradas, disponível na biblioteca de elementos hidrossanitários obtida para realização da modelagem. O projeto original, no entanto, especifica que tal caixa possui 6 entradas, conforme a Figura 8. Assim, para modelá-la conforme o projeto original é necessário buscar/adquirir ou criar bibliotecas que possuam especificamente tais elementos. Essa dificuldade ocorre, sobretudo, na modelagem de projetos que não foram realizados em BIM desde o princípio.

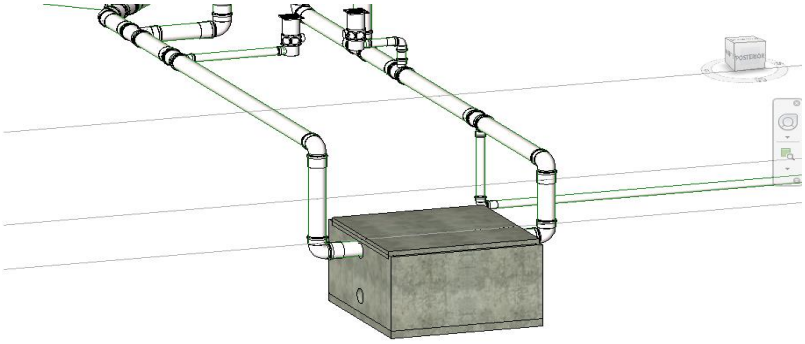

Figura 7 – Biblioteca disponível com caixa de esgoto de apenas 4 entradas -
Fonte: Elaborado pelas autoras (2019)

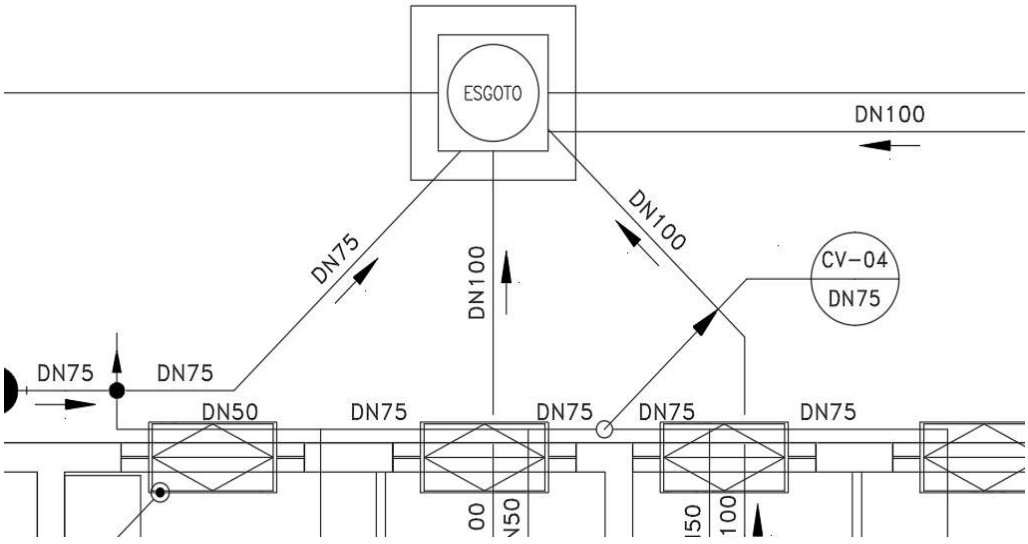

Figura 8 – Caixa de esgoto no projeto de esgoto que necessita de 6 entradas -
Fonte: Elaborado pelas autoras (2019)

4.2 Compatibilização

A compatibilização foi realizada em duas etapas. A primeira foi realizada com os projetos: arquitetônico, elétrico, estrutural e hidrossanitário. Observadas inúmeras incompatibilidades, foram feitas alterações nos modelos, sanando interferências devido a erros na modelagem 3D. Feitas as alterações, foi realizada uma segunda compatibilização. Nesta etapa optou-se por desconsiderar o projeto elétrico, devido a inúmeras inconsistências com o projeto original, e incluir o projeto de proteção contra incêndio.

Para a primeira compatibilização foi utilizado o *software* Navisworks®. Inicialmente, as interferências foram verificadas utilizando o comando *Walk*, pelo qual é possível caminhar virtualmente pela edificação e verificar incompatibilidades visíveis, como a interferência de um conduíte com um pilar. Outra opção é o comando *Clash Detective,* em que é possível combinar dois projetos e verificar suas interferências, fornecendo informações visuais do posicionamento das incompatibilidades, além de listar e quantificar todos os problemas encontrados na combinação de tais projetos (Figura 9). Há também a possibilidade, utilizado o comando *Review,* de fazer anotações no próprio modelo para relembrar e fazer modificações posteriormente. A Figura 10 ilustra uma incompatibilidade, visualizada pelo comando *Clash Detective,* entre os projetos elétrico e estrutural, observada durante a primeira compatibilização.

O *software* Navisworks permite configurar um valor de tolerância ideal para o projeto em questão. Esse recurso do programa permite que o usuário defina o quão conservador ele pretende ser quanto à compatibilização. Na edificação em questão, foi adotado um valor empírico de 0,025m de tolerância.

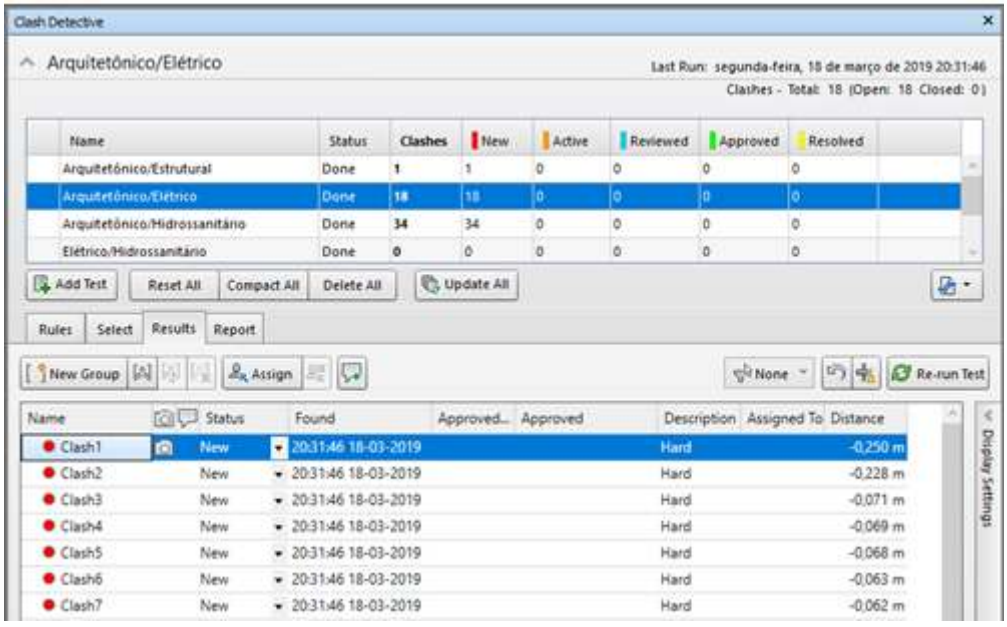

Figura 9 – Listagem e quantificação de incompatibilidades da primeira compatibilização - *Clash Detective* -

Fonte: Elaborado pelas autoras (2019)

Devido a inúmeras interferências, optou-se por uma segunda etapa de compatibilização, para tal, foi desconsiderado o projeto elétrico para a análise de interferências, visto que a biblioteca utilizada para a realização da

modelagem apresentava diferenças muito significativas em relação às utilizadas na construção em questão, o que geraria interferências que não necessariamente seriam relacionadas ao projeto, mas sim a essa incompatibilidade.

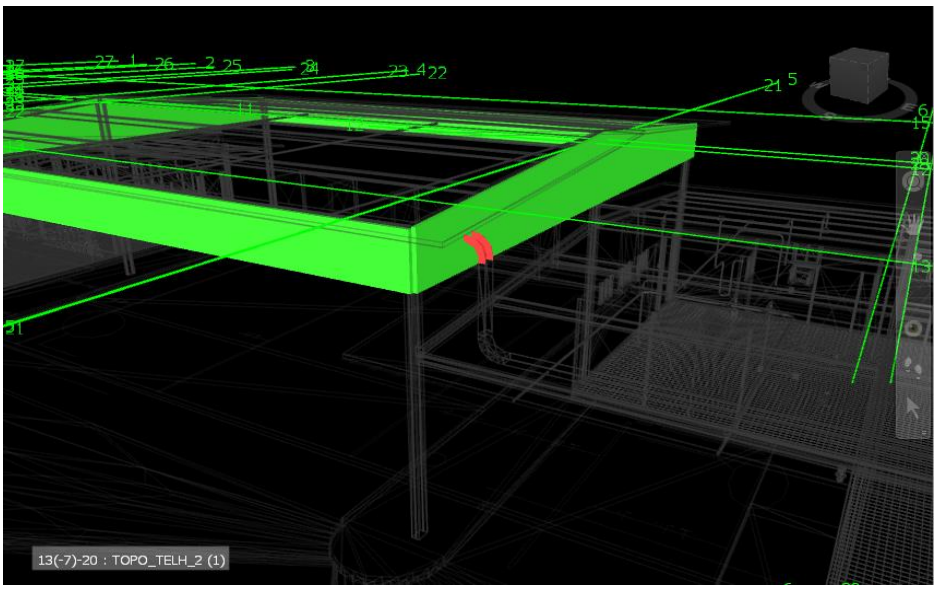

Figura 10 – Incompatibilidade visível pelo comando *Clash Detective* entre os projetos estrutural e de instalações elétricas -

Fonte: Elaborado pelas autoras (2019)

Nessa segunda etapa da compatibilização, foi incluído o projeto de proteção contra incêndio. Para modelá-lo, foi necessário utilizar um *template* disponível apenas para o Revit 2019, sendo que anteriormente se utilizava a versão anterior. Foi observado, então, a necessidade de verificar a versão que será utilizada durante a modelagem de toda a edificação, verificando os *templates* disponíveis. Isso evita a necessidade de instalar versões mais atualizadas, que implica na atualização dos outros projetos quando abertos numa versão posterior, que leva um tempo adicional não planejado e surge a possibilidade de perda de informações durante essa atualização. É imprescindível lembrar que o *software* Revit não permite que se abra em versões anteriores um projeto feito em uma versão posterior, como o AutoCAD permite, sendo necessário esse planejamento antes de dar início à modelagem.

As interferências encontradas na segunda compatibilização estão listadas na Figura 11 a seguir.

Ao visualizar as interferências individualmente, destaca-se em maior número as relacionadas à falta de detalhamento do projeto 2D.

Também foi notada uma incompatibilidade relacionada ao comando "*Inserir vínculos*" no *software* Revit, utilizado quando se necessita de outro projeto para modelar algum complementar, como por exemplo, do projeto arquitetônico para inserir componentes do projeto de proteção contra de incêndio. Ao utilizar essa ferramenta é necessário "*Copiar/monitorar*" os elementos que devem ser vinculados no projeto, como por exemplo, as paredes onde estarão localizados os hidrantes – elemento hospedeiro. Porém, ao compatibilizar estes projetos, o *software* Navisworks reconhece os

elementos copiados e os elementos originais como sobrepostos, apontando todos como *clashs*. Assim, para fins de compatibilização, caso não se intencione apresentar tais *clashs*, é necessário apagar o elemento no projeto original, já que não é possível perder o hospedeiro no projeto complementar.

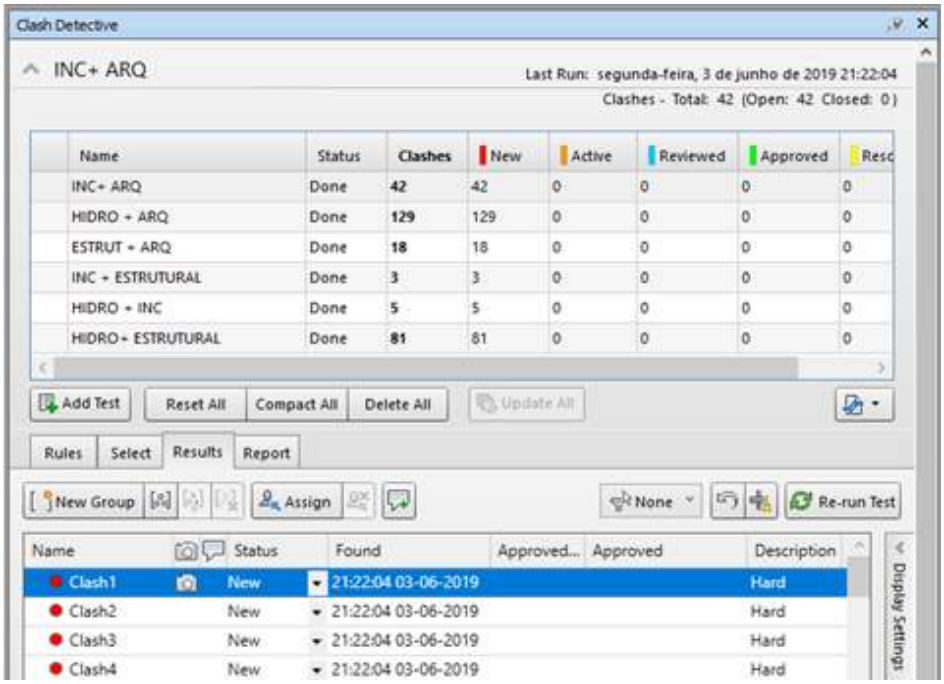

Figura 11 – Listagem e quantificação de incompatibilidades da segunda compatibilização - *Clash Detective* -

Fonte: Elaborado pelas autoras (2019)

Outra incompatibilidade encontrada foi relacionada ao projeto estrutural e arquitetônico. A armadura da laje conflitou com os ralos e caixas sifonadas, uma vez que não foi modelada pensando em tais elementos. Sabe-se que na obra, antes da concretagem e ao posicionar a armação, posicionam-se os elementos hidráulicos e elétricos, para que não ocorra tais interferências, e esta não é uma preocupação relevante no projeto 2D. A Figura 12 mostra a interferência entre a armadura da laje e o ralo.

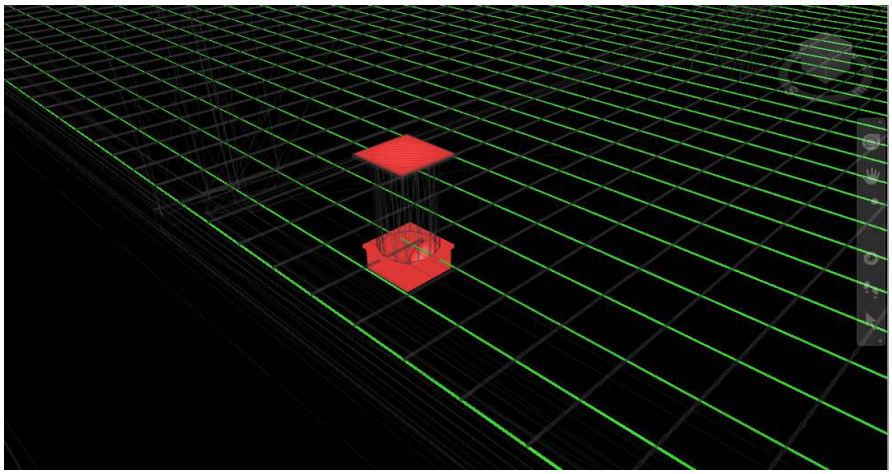

Figura 12 – Interferência do projeto estrutural com o projeto hidrossanitário -

Fonte: Elaborado pelas autoras (2019)

Estas interferências muitas vezes não são de grande importância caso não utilize os quantitativos gerados para orçamentos ou mesmo para o planejamento de obra. Desta forma, a Figura 13 mostra a diferença alterando a tolerância entre o projeto estrutural e hidráulico, ferramenta já utilizada anteriormente. As tolerâncias aplicadas foram "HIDRO + ESTRUTURAL" com uma tolerância de 0,001m; "HIDRO + ESTRUTURAL (2)" com uma tolerância de 0,01m; "HIDRO + ESTRUTURAL (3)" com uma tolerância de 0,1m. A quantidade de interferências encontrada em cada um dos testes ilustra a adaptabilidade do programa quanto à demanda do projeto.

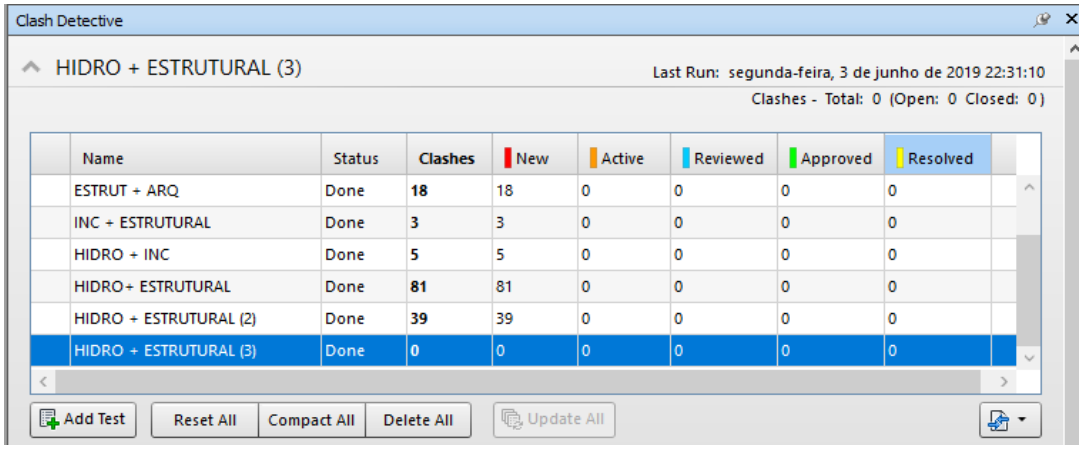

Figura 13 – Alterando a configuração de tolerância no comando *Clash Detective* para os projetos hidrossanitário e estrutural -
Fonte: Elaborado pelas autoras (2019)

Outra opção é na aba *Rules*, do comando *Clash Detective*, em que a ferramenta permite ignorar algumas interferências específicas como: "*Items in same layer*", que ignora os conflitos entre objetos do mesmo *layer* ou pavimento; "*Items in same group/block/cell*", que ignora os conflitos entre objetos do mesmo grupo, bloco ou célula; "*Items in same file*", que ignora os conflitos entre objetos do mesmo arquivo; "*Items with coincident snap points*", que ignora os conflitos entre objetos com ponto de *snap* coincidentes ou criar novas regras em *New* (OLIVEIRA; NETTO, 2017). Desta forma, é possível verificar todas as inferências com alto nível de detalhamento, sem configurar a tolerância e as regras ou conforme o objetivo da compatibilização.

Por fim, vale ressaltar que, em caso de obras já concluídas, alguns recursos são imprescindíveis para o processo de transição e compatibilização, como fotos internas e externas da edificação, ou o próprio projeto *As Built*, quando elaborado. A partir de uma incompatibilidade detectada pelo *software* Navisworks, é possível utilizar esses recursos para verificar como foi executado. Dessa maneira, pode-se solucionar a interferência conforme a realidade ou relatar que a solução tomada não foi a mais econômica e produtiva, uma vez que o Revit sugere os caminhos de tubulação que gastam menos material, por exemplo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa faz um diagnóstico, por meio de aplicação de questionário a representantes de empresas de construção civil, do nível de adaptação do mercado atual capixaba quanto à utilização do BIM no desenvolvimento de

empreendimentos. Como resultado, têm-se que os maiores obstáculos encontrados quanto à implementação da tecnologia estão relacionados ao custo elevado, visto que os programas requerem um investimento inicial para serem adquiridos, além de questões ligadas a contratações e treinamentos. Destaca-se também, os benefícios observados com o uso da plataforma, sendo os mais citados: a redução de erros e omissões, a facilidade na compatibilização e a visualização mais precisa de projetos, o que mostra a importante característica da ferramenta de reduzir as imprecisões e falhas que surgem durante a elaboração de projetos. Além da modelagem e da compatibilização, também deve ser destacada a orçamentação e o planejamento de obras como os principais aspectos nos quais as empresas empregam o uso do BIM.

Por meio de estudo de caso, consegue-se demonstrar que para a modelagem BIM a partir de projeto 2D é necessário que o projeto esteja detalhado, e que caso a edificação já esteja construída, recursos adicionais como registro fotográfico no local e/ou projeto *As Built* são imprescindíveis.

A compatibilização tem papel importante no aumento da produtividade e efetividade da construção, visto que no processo de integração se observou problemas que provavelmente só foram observados na execução, o que ocasiona atrasos no planejamento e desperdícios. O BIM, portanto, surge como uma ferramenta valiosa para a racionalização do processo construtivo, permitindo que seja dada ênfase na elaboração dos projetos ao aumentar a precisão e garantir a análise mais rápida e visual de interferências entre as disciplinas de projetos.

REFERÊNCIAS

AZHAR, S. Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry. **Leadership and Management in Engineering**, v. 11, p. 241-252, 2011.

CAMPESTRINI, T.; GARRIDO, M; MENDES JÚNIOR, R; SCHEER, S; FREITAS, M. **Entendendo BIM**. Curitiba: Tiago Francisco Campestrini, 2015.

COMAT. **Os principais destaques do 2º Seminário Internacional BIM CBIC**. Disponível em: <https://cbic.org.br/inovacao/2019/06/03/artigo-os-principais-destaques-do-2o-seminario-internacional-bim-cbic-2/>. Acesso em: 4 jun. 2019.

EASTMAN, C.; TELCHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **Manual de BIM: Um guia de modelagem da informação da construção**. Porto Alegre: Bookman, 2014. 483 p. Revisão técnica: Eduardo Toledo Santos. Tradução de: Cervantes Gonçalves Ayres Filho et al.

OLIVEIRA, A; NETTO, C. **AutoDesk Navisworks 2017 - Conceitos e aplicações**. São Paulo: Saraiva, 2017

SUCCAR, B. Building Information Modelling Framework: a research and delivery foundation for industry stakeholders. **Automation in Construction**, v. 18, n. 3, p. 357-375, 2009.