

**Universidade Federal de Uberlândia**

Faculdade de Engenharia Civil

Pedro Henrique de Oliveira

**COMPARATIVO ENTRE METODOLOGIA TRADICIONAL 2D E *BIM* NA  
DETECÇÃO DE INCOMPATIBILIDADES DE PROJETOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientador:

Profa. Dra. Ana Carolina Fernandes Maciel

UBERLÂNDIA  
2019

## COMPARATIVO DE INCOMPATIBILIDADES ENTRE METODOLOGIA TRADICIONAL 2D E *BIM* NA COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS

Pedro Henrique de Oliveira<sup>1</sup>

Ana Carolina Fernandes Maciel<sup>2</sup>

### RESUMO

A compatibilização de projetos é uma etapa fundamental para a qualidade da construção de uma edificação e tem por objetivo eliminar as incompatibilidades entre as disciplinas de projetos que envolvem um empreendimento. Na indústria da construção, a atividade de compatibilização, ainda nos dias atuais, é realizada predominantemente por meio da tecnologia *CAD 2D*, porém, a criação e difusão do *Building Information Modeling (BIM)* apresentou solução mais inteligente e produtiva para os projetistas e coordenadores de projetos. Nesse trabalho pretendeu-se estudar e comparar as duas tecnologias, *CAD 2D* e *BIM*, para a compatibilização de projetos por meio de um estudo de caso de uma edificação residencial multifamiliar. Utilizou-se para tal, a compatibilização em 2D com o *software AutoCAD®* e para modelagem e compatibilização em *BIM*, os *softwares Revit®* e *Navisworks®*. Os resultados mostraram um significativo acréscimo da detecção de interferências utilizando a tecnologia *BIM* em relação ao *CAD 2D*. Notou-se também vantagens do uso de *softwares* específicos de coordenação de projetos para o processo de compatibilização.

**Palavras-chave:** BIM, Compatibilização projetos, CAD 2D

### ABSTRACT

The compatibility of projects is a fundamental step for the quality of construction and aims to eliminate incompatibilities between the disciplines of projects that involve an enterprise. In the construction industry, the compatibilization activity still takes place predominantly through 2D CAD technology. However, the creation and diffusion of Building Information Modeling (BIM) presented a more intelligent and productive solution for the designers and projects coordinators. In this work, the aim was to study and compare the two technologies, CAD 2D and BIM, for the compatibilization of projects through a case study of a multifamily residential building. For that, the AutoCAD® software was used for the 2D compatibilization, and for modeling and compatibilization in BIM, Revit® and Navisworks® software were used. The results showed a significant increase in interference detection using BIM technology in relation to 2D CAD. There were also advantages of using specific project coordination software for the compatibilization process.

**Keywords:** BIM, project compatibilization, CAD 2D

## 1 Introdução

A Modelagem da Informação da Construção (do inglês Building Information Modeling – BIM) é um dos mais promissores desenvolvimentos atuais na indústria relacionada à arquitetura, engenharia e construção (AEC) (EASTMAN et al., 2014), e seu uso tem crescido

---

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Uberlândia. E-mail: phenrique2395@gmail.com

<sup>2</sup> Professora da Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Federal de Uberlândia. E-mail: anamaciel@ufu.br

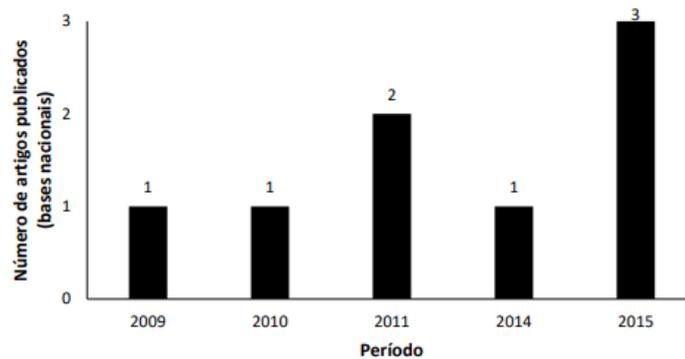
exponencialmente nos últimos anos, dado os seus benefícios e por regulações governamentais. (MCGRAW HILL, 2014).

O sistema BIM permite a criação de um modelo virtual preciso da edificação, com a geometria exata e dados relevantes que provém suportes à construção. Entre os seus benefícios, a verificação de interferências automática nas diferentes disciplinas de projetos se apresenta como grande avanço em relação aos métodos tradicionais de identificação de incompatibilidades, como a sobreposição de plantas em ferramentas de CAD 2D (EASTMAN et al., 2014).

Segundo pesquisa realizada pela Fundação Getúlio Vargas, apenas 9,2% das empresas do setor da construção já adotaram o BIM em suas atividades (CASTELO, 2018). O mesmo levantamento aponta que entre os motivos das empresas que ainda não adotaram o BIM em suas práticas, 33% se deve ao desconhecimento da tecnologia, demonstrando a necessidade de pesquisas de caráter exploratório sobre o tema.

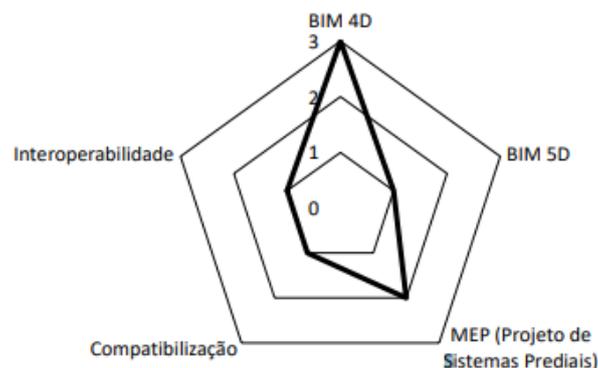
Em mapeamento sistemático da literatura realizado por De Paula (2017) percebe-se um aumento de publicações acerca do tema BIM em bases nacionais e internacionais entre os anos de 2009 e 2015 (Figura 1), evidenciando o crescente interesse de pesquisadores por essa área do conhecimento. Ainda, retrata a baixa produção de trabalhos a respeito de compatibilização de projetos em bases nacionais (Figura 2), indicando uma lacuna sobre essa subárea do tema.

Figura 1 – Evolução anual da publicação de artigos em bases nacionais



Fonte: De Paula (2017)

Figura 2 – Trabalhos sobre BIM publicados em bases nacionais



Fonte: De Paula (2017)

Portanto esse trabalho tem como objetivo a análise do método de compatibilização de projetos utilizando a metodologia BIM em comparação com métodos tradicionais de compatibilização em ferramentas CAD 2D.

Portanto esse trabalho tem como objetivo a análise comparativa entre a metodologia BIM e métodos tradicionais na detecção de incompatibilidades de projetos.

## 2 Revisão bibliográfica

### 2.1 Compatibilização de projetos

A compatibilização de projetos é a atividade integradora que visa obter o perfeito ajuste entre as diversas disciplinas existentes de projeto, garantindo uniformidade entre estes e maior qualidade e controle para a obra (MELHADO, 2005). Segundo Rodriguez e Heineck (2003) a compatibilização está presente em todas as etapas do projeto, desde o estudo preliminar até a fase executiva, sendo processo fundamental para a correta coordenação dos projetos.

A prática mais recorrente entre os projetistas é a utilização de ferramentas CAD 2D na compatibilização de projetos (GONÇALVES, 2016). A representação em duas dimensões por vezes possui um fator limitante na representação de elementos gráficos, o que pode dificultar o entendimento do projeto como um todo. Ferreira e Santos (2007) apresentam em seu estudo cinco características da representação bidimensional de projetos que podem causar transtornos na compatibilização com outras disciplinas (Quadro 1).

Quadro 1 – Características da representação em 2D que podem gerar problemas de análise no processo de projeto

<b>Característica</b>	<b>Descrição</b>
Ambiguidade	A mesma representação pode ser interpretada de mais de uma forma.
Simbolismo	O objeto é representado por um símbolo cujas dimensões e formas não têm relação com o objeto real que representa.
Omissão	Na tentativa de tornar o desenho mais sintético, são omitidas informações consideradas “óbvias” para o especialista que está projetando.
Simplificação	O projetista simplifica determinada representação, alterando o volume real do objeto ilustrado. Este problema é semelhante ao do simbolismo, porém, diferentemente deste, a simplificação guarda algumas relações de forma e dimensão com o modelo real.
Fragmentação (Visão parcial)	A fragmentação está relacionada à separação da informação em várias vistas ortográficas (planta, elevação, corte). Essa característica pode ser agravada com a representação das vistas em documentos separados.

Fonte: Ferreira e Santos (2007)

### 2.2 Sistema de Informação *BIM*

### 2.2.1 Definição

De acordo com Eastman *et al.* (2014), diversas são as definições para o conceito de *BIM*, não existindo uma definição única e amplamente aceita. Para os mesmos autores, o *BIM* trata-se de uma metodologia de projetar mais inteligente em que o projeto deve apresentar seis características principais:

1. Digital;
2. Espacial 3D;
3. Mensurável (quantificável, dimensionável e consultável);
4. Abrangente (incorporando e comunicando a intenção de projeto, o desempenho da construção, a construtibilidade, e aspectos sequenciais e financeiros de meios e métodos);
5. Acessível (a toda a equipe de empreendimento e ao proprietário por meio de uma interface interoperável e intuitiva);
6. Durável (utilizável ao longo de todas as fases da vida de uma edificação)

*BIM* é um processo progressivo que possibilita a modelagem, o armazenamento, a troca, a consolidação e o fácil acesso aos vários grupos de informações sobre uma edificação ou instalação que se deseja construir, usar e manter. Uma única plataforma de informações que pode atender todo o ciclo de vida de um objeto construído (CBIC, 2016).

Underwood e Isikdag (2010) ainda fazem a distinção entre *Building Information Modeling* e *Building Information Model*, sendo o primeiro um processo que permite a modelagem da informação de uma edificação, enquanto o segundo se trata de um conjunto de modelos compartilhados, integrados e digitais.

Para Eastman *et al.* (2014) uma das principais características que diferenciam o modelo *BIM* de um modelo 2D é a presença de objetos paramétricos que possuem as características:

1. Definições geométricas, associadas a regras e dados;
2. Geometria integrada e não redundante;
3. Regras paramétricas para os objetos modificam auto/maticamente a geometria associada quando inseridas no modelo da edificação ou quando modificações são realizadas nos objetos associados;
4. Os objetos podem ser definidos por diferentes níveis de agregação, o que permite definir um objeto (como uma parede) e os componentes a esse relacionados;
5. Os objetos têm a habilidade de ligar ou receber ampla variedade ou conjuntos de propriedades e atributos;
6. O usuário tem a possibilidade de desenvolver os seus próprios objetos paramétricos por meio da criação de bibliotecas de classes de objetos.

### 2.2.2 Nível de desenvolvimento do modelo (LOD<sup>3</sup>)

A criação de um modelo em *BIM* pode variar bastante em relação ao seu grau de detalhamento e desenvolvimento de acordo com o fim que se deseja para o projeto. Na tentativa de padronização dos modelos o conceito de Nível de Desenvolvimento foi elaborado com o intuito de criar uma estrutura conceitual para nortear de maneira coordenada o processo de desenvolvimento do projeto e a evolução do detalhamento das suas informações (MANZIONE, 2013).

---

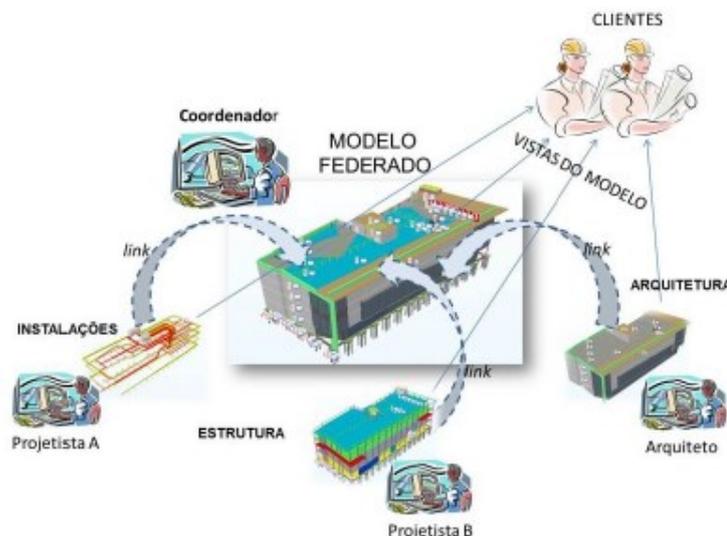
<sup>3</sup> O termo é referido na literatura como *LOD: Level of Development* ou também como *Level Of Detail*. Nesse trabalho foi utilizada a sigla *LOD* para identificar o nível de desenvolvimento, já que essa sigla é reconhecida dentro do jargão internacional sobre o tema.

O *American Institute of Architects* (2008) define o nível de desenvolvimento em cinco graus, que correspondem ao detalhamento que ocorre progressivamente ao longo do projeto, sendo: 100 (fase conceitual), 200 (geometria aproximada), 300 (geometria precisa), 400 (execução ou fabricação) e 500 (obra concluída). Apesar da escala variar em intervalos de 100 é possível encontrar definições que preveem níveis intermediários de LOD.

### 2.2.3 Utilização do *BIM* na compatibilização de projetos

O processo de compatibilização de projetos em *BIM* desenvolve-se primeiramente pela modelagem dos diversos tipos de projetos em ferramentas específicas para as disciplinas, e em seguida, esses compilados em um único arquivo, chamado de Modelo Federado (Figura 3), utilizando ferramentas específicas para este fim ou no próprio ambiente de desenvolvimento do projeto. Esse arquivo é composto por modelos distintos e ligados logicamente, em que suas fontes de dados não perdem a identidade ou integridade pelo fato de estarem ligadas (LOWE E MUNCEY, 2008).

Figura 3 – Conceito de Modelo Federado



Fonte: Manzione (2013)

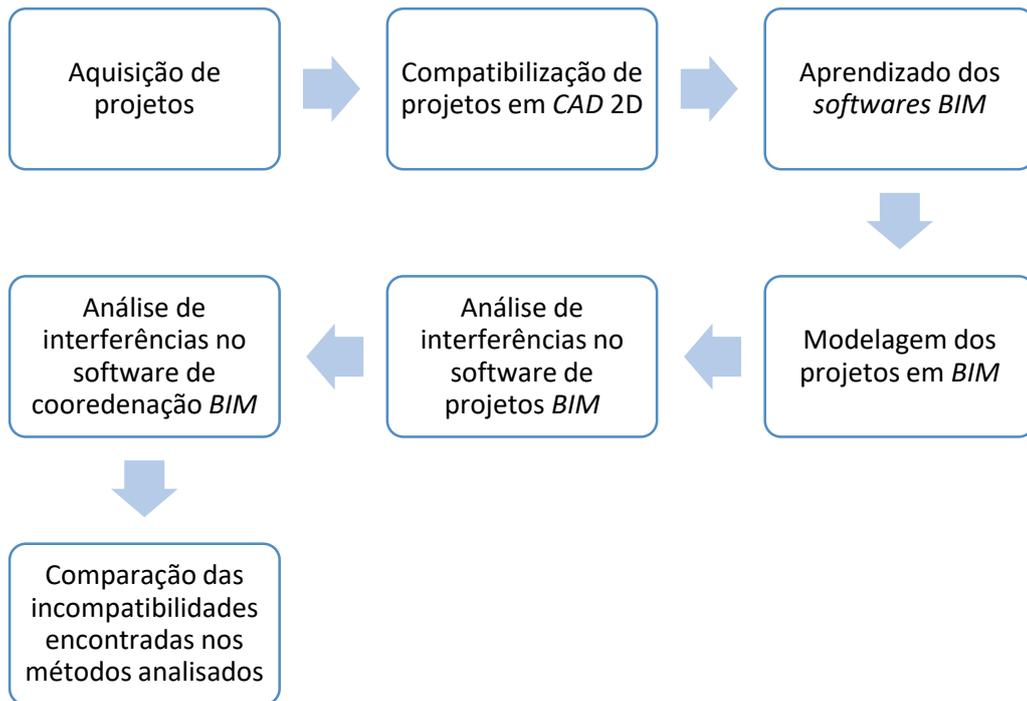
Para Eastman *et al.* (2014) o uso do *BIM* para análise de interferências torna a prática muito mais fácil e confiável, uma vez que todas as informações dos modelos estão interligados entre si e possibilitam verificações sistemáticas (interferências fortes e fracas) e visualmente (para outros tipos de erros). Para os autores, o fato dos projetos estarem em um ambiente integrado facilita a comunicação entre os projetistas, possibilitando revisões muito mais rápidas e assertivas.

Verifica-se em trabalhos de autores como Goes (2011), Costa (2013), Figueiredo *et al.* (2019), Ferreira (2013). Guido *et al.* (2018) e Mesquita *et al.* (2018) que a facilidade no fluxo de trabalho, assim como a visualização 3D integrada dos projetos são grandes diferenciais da compatibilização em *BIM*.

### 3 Metodologia

Nesse trabalho a metodologia adotada consiste na detecção de incompatibilidades dos diversos projetos em três vertentes: método tradicional em CAD 2D, checagem de interferência em *software* de modelagem *BIM* (*Revit*®) e compatibilização em *software* de coordenação de projetos *BIM* (Figura 4). Todas as etapas são descritas conforme fluxograma apresentado na Figura 5:

Figura 4 – Fluxograma das etapas do método



Fonte: Autor (2019)

- a) Obtenção dos projetos das disciplinas arquitetônica, estrutural e instalações de um edifício localizado na cidade de Uberlândia;
- b) Compatibilização dos projetos utilizando a metodologia tradicional de sobreposição de plantas;
- c) Aprendizado do *software Revit*® para as três disciplinas utilizadas nesse estudo de caso: arquitetura, estrutura e instalação hidrossanitária;
- d) Modelagem dos diferentes projetos no *software Revit*®;
- e) Análise do relatório de incompatibilidades geradas pelo *software Revit*®;
- f) Análise das incompatibilidades utilizando o *software Navisworks*®;
- g) Comparar e analisar os dados encontrados para verificar as vantagens e desvantagens de cada tipologia de compatibilização de projetos.

Os *softwares* utilizados neste trabalho foram o *AutoCAD*®, *Revit*® e *Navisworks*®, todos desenvolvidos e distribuídos pela *Autodesk*®. A escolha por esses ocorreu devido a disponibilidade de versão gratuita para estudantes e por serem amplamente difundidos no mercado brasileiro (GOES, 2011).

#### 3.1 Análise de incompatibilidades

Os elementos analisados em cada disciplina de projeto para verificação de interferência foram adotados conforme o Quadro 2.

Quadro 2 – Matriz de elementos verificados nas compatibilizações

<b>Disciplina</b>	<b>Elementos Verificados</b>
Arquitetura	Portas / Janelas / Forros / Paredes / Telhado
Estrutural	Lajes / Vigas / Pilares / Blocos de fundação
Hidrossanitário	Tubulações / Dispositivos hidráulicos (Caixas de passagens, caixas de inspeção, reservatórios)

Fonte: Autor (2019)

Para distinção da análise quantitativa das incompatibilidades, foram adotadas as seguintes condições:

- Incompatibilidades que apresentassem a mesma solução foram consideradas como uma nos relatórios;
- As incompatibilidades encontradas no pavimento tipo foram contabilizadas apenas uma única vez.

### 3.2 Descrição do projeto

O projeto escolhido para estudo de caso foi de uma edificação residencial multifamiliar de múltiplos pavimentos de médio padrão localizada na cidade de Uberlândia. O edifício é composto por um pavimento térreo, um pavimento para estacionamento e sete pavimentos tipo (Figura 5). Os dados de áreas do empreendimento são apresentados conforme a Tabela 1.

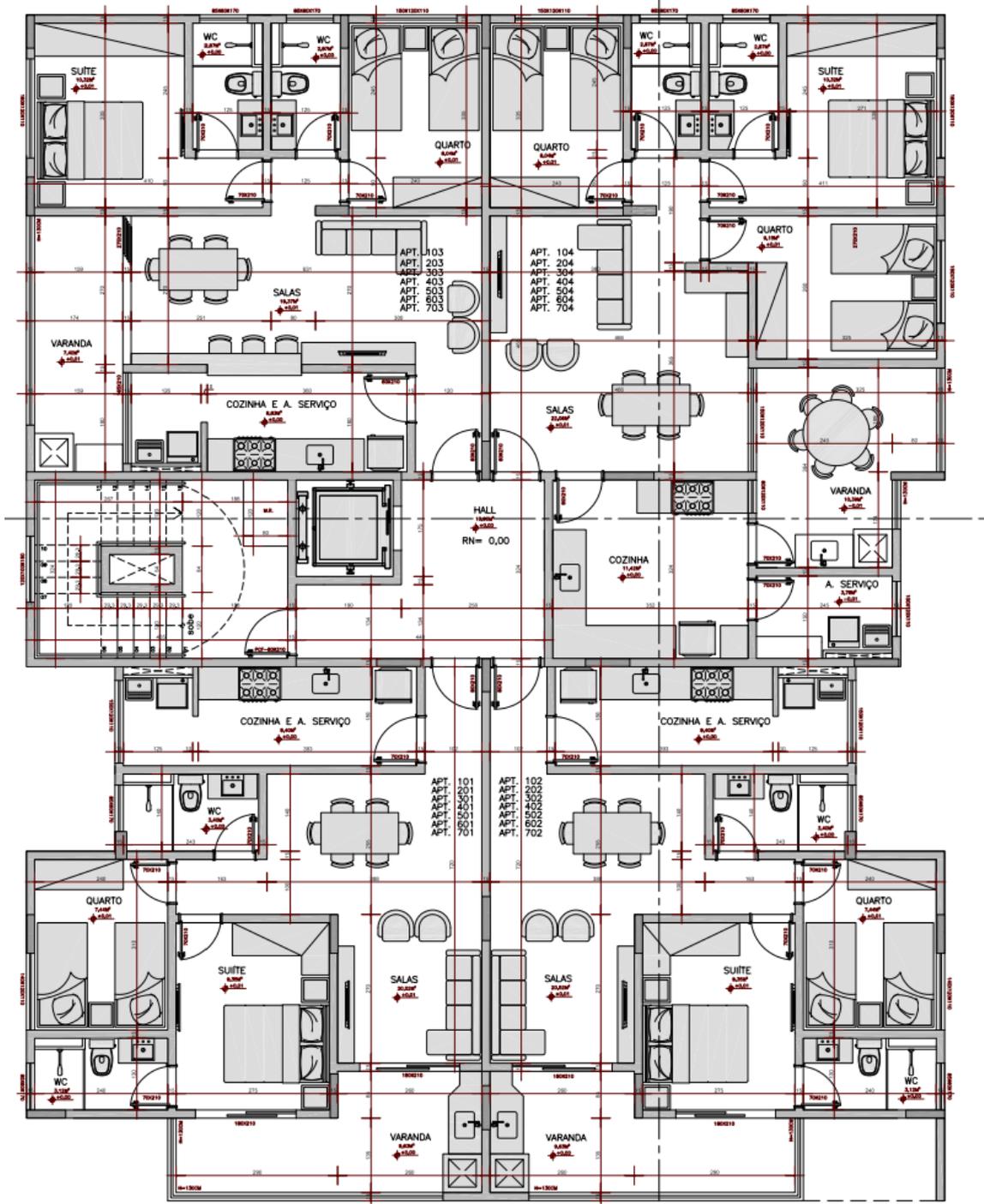
Tabela 1 – Dados da edificação analisada

<b>Pavimento</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>
Pavimento Térreo	671,95
Primeiro Pavimento (estacionamento)	698,37
Pavimento Tipo (x7)	335,46
Total	3718,57

Fonte: Autor (2019)

Os projetos que foram fornecidos estão em sua emissão inicial, ou seja, sem terem passados por qualquer tipo de processo de compatibilização prévia, estando ainda em sua fase inicial de desenvolvimento. E essa condição foi adotada para melhor simulação da atuação real do coordenador de projetos na compatibilização.

Figura 5 – Layout pavimento tipo

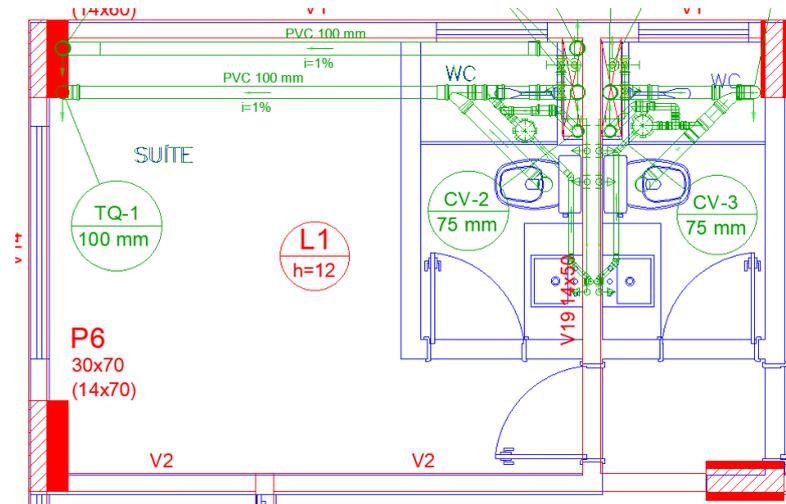


Fonte: Autor (2019)

### 3.3 Utilização do *software* CAD 2D para compatibilização

Para análise das incompatibilidades do projeto em *CAD* 2D foi utilizado o método de sobreposição de *layers* (camadas). Cada projeto foi colocado em uma camada distinta e com coloração única (Figura 6) para facilitar a detecção visual de conflitos. Foi realizada a limpeza de elementos gráficos que não seriam utilizados para identificação de interferências. Para elaboração do relatório de incompatibilidades, foram analisadas as plantas do pavimento térreo, primeiro pavimento (estacionamento), pavimento tipo e cobertura.

Figura 6 – Sobreposição de projetos em suíte do pavimento térreo.



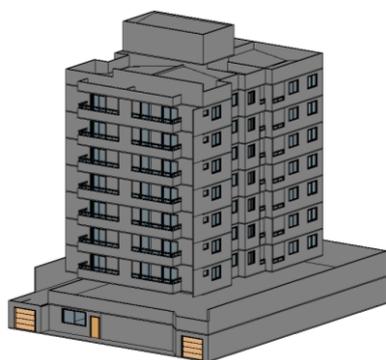
Fonte: Autor (2019)

### 3.4 Modelagem dos projetos utilizando *software* de projeto *BIM*

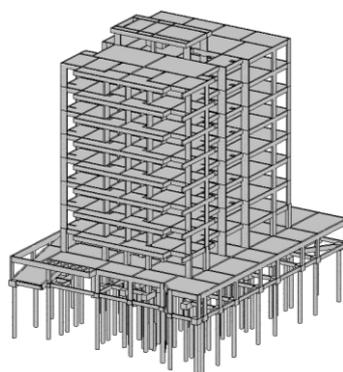
Para que houvesse a compatibilização dos projetos com a utilização do *Revit*®, foi realizada a modelagem de todas as disciplinas no ambiente do *software*. O nível de desenvolvimento do modelo foi adotado como sendo o LOD 300, uma vez que para objetivo de compatibilização é necessário apenas a representação geométrica exata dos elementos e com informações básicas entre estes, assim não houve a intenção de se modelar a representação gráfica real dos elementos do edifício.

Primeiramente foi realizada a modelagem do projeto de arquitetura (Figura 7a) e, em seguida, o projeto estrutural (Figura 7b) e os sistemas hidrossanitários de água fria, esgoto e drenagem, distinto por cores (Figura 7c). As modelagens foram realizadas em arquivos separados, com vínculos de compartilhamento entre si, situação adotada para obtenção de arquivos mais leves que não atrapalhassem o processamento computacional e para que a modelagem de uma disciplina não acarretasse modificações acidentais nas outras, o que ocorre quando os modelos são realizados em apenas um único arquivo.

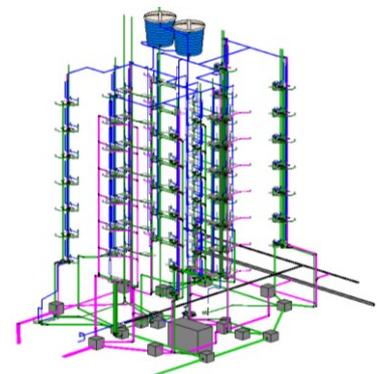
Figura 7 – Modelos desenvolvidos



(a) Modelo arquitetônico



(b) Modelo estrutural



(c) Modelo hidrossanitário

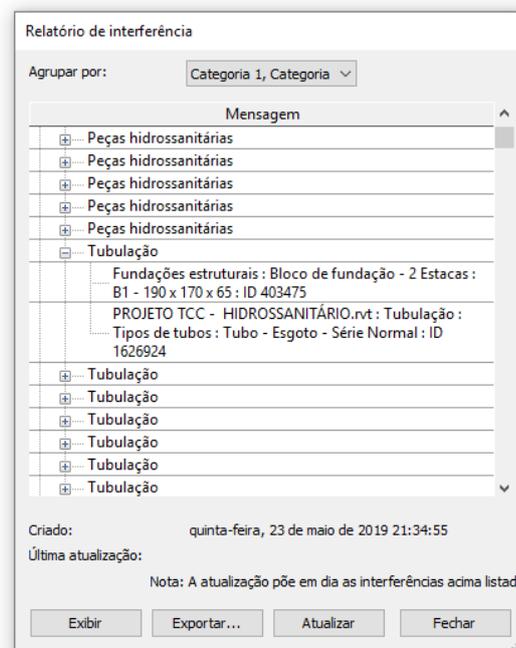
Fonte: Autor (2019)

### 3.5 Compatibilização utilizando o *software* de projeto *BIM*

Para a verificação de incompatibilidades com o *software* de projeto *BIM* (*Revit*®) foi utilizado o próprio ambiente de coordenação desse, pelo relatório de conflitos gerado internamente (Figura 8) com a opção de detecção de interferências e pela identificação visual enquanto eram modeladas as disciplinas. Todos os elementos que se desejavam conferir entre os projetos foram selecionados conforme Quadro 2.

Apesar de se poder configurar o Modelo Federado no *software*, ou seja, integrar todos os projetos em um mesmo arquivo, a compatibilização entre estes não é possível nesse modelo devido a limitações do *software* escolhido. A opção de verificação de interferência apenas permite a análise do projeto atual aberto com um vínculo ligado a ele e não entre vínculos distintos no projeto.

Figura 8 – Relatório de incompatibilidade, gerado pelo *software* *Revit*®, entre projetos Estrutural e Hidrossanitário



Fonte: Autor (2019)

### 3.6 Compatibilização utilizando o *software* de coordenação *BIM*

A compatibilização utilizando o *Navisworks*® foi realizada a partir dos modelos finalizados, desenvolvidos no ambiente do *Revit*®. Uma vez que os *softwares* são da mesma desenvolvedora, a integração entre esses ocorreu de forma facilitada sem a necessidade da exportação em formatos IFC<sup>4</sup>. Com os modelos estavam todos vinculados dentro do mesmo ambiente do *software*, foi configurado então o Modelo Federado do projeto (Figura 9).

<sup>4</sup> *Industry Foundation Classes (IFC)* corresponde ao modelo de dados que define como trocar ou compartilhar informações de um projeto entre *softwares* distintos que não possuem a mesma extensão para leitura de arquivos.

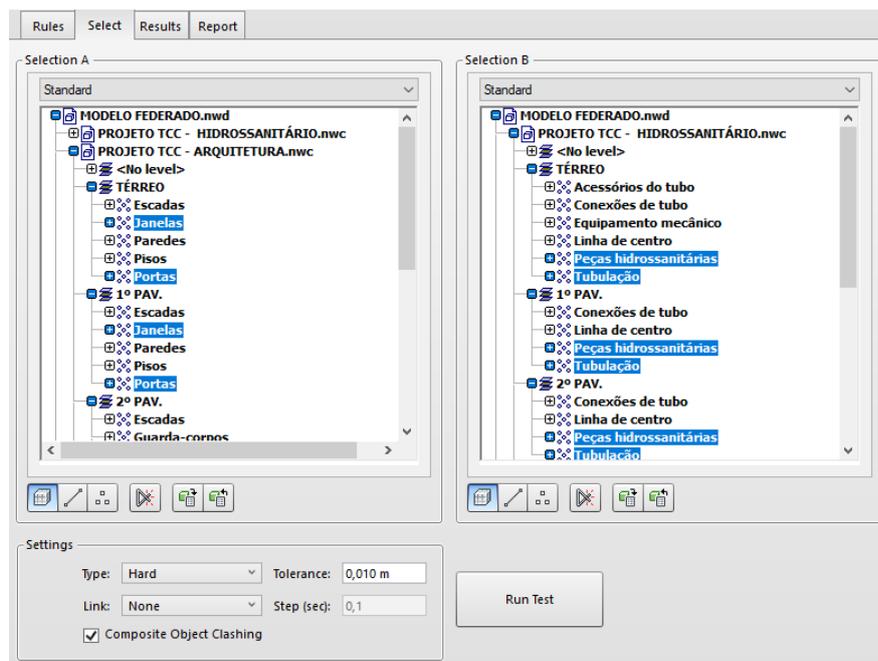
Figura 9 – Modelo Federado *Navisworks*®



Fonte: Autor (2019)

A checagem de interferências ocorreu por meio da ferramenta *clash detect* do próprio *software*. Na Figura 10 apresentasse as configurações que são disponibilizadas pela ferramenta.

Figura 10 – Configurações para detecções de interferências - *Navisworks*®



Fonte: Autor (2019)

## 4 Resultados e análises

Após as análises de incompatibilidades, os resultados quantitativos das interferências encontradas nos *softwares* *AutoCAD*®, *Revit*® e *Navisworks*®, foram compilados na Tabela 2.

Tabela 2 – Incompatibilidades encontradas na análise CAD 2D

Disciplinas analisadas	Tipo interferência	N° de conflitos		
		AutoCAD®	Revit®	Navisworks®
Arquitetônico x Estrutural	Janela x Viga	-	1	1
	Porta x Viga	-	1	1
Arquitetônico x Hidrossanitário	Janela x Tubulação	-	1	1
	Forro x Tubulação	1	1	1
	Telhado x Dispositivo hidráulico	-	1	1
Estrutural x Hidrossanitário	Pilar x Tubulação	20	23	22
	Viga x Tubulação	13	24	27
	Blocos de fundação x Tubulação	-	1	1
	Dispositivo hidráulico x Bloco de fundação	2	3	4
TOTAL		36	56	59

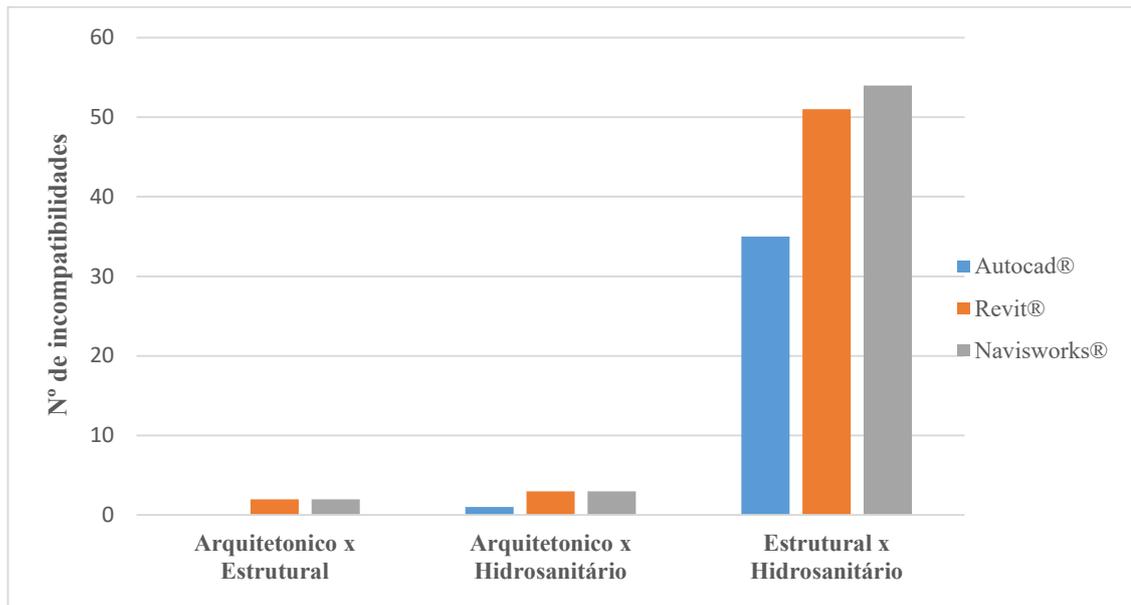
Fonte: Autor (2019)

Os dados coletados apresentam significativa diferença nas incompatibilidades encontradas entre o método tradicional em CAD 2D e utilizando ferramentas *BIM*, porém a quantidade de conflitos encontrados entre os dois *softwares* *BIM* analisados foi similar, como pode ser percebido analisando a Figura 11. No comparativo entre *softwares* 2D e *BIM*, houve um aumento de 56% na detecção de incompatibilidades utilizando o *Revit*® em relação ao *AutoCAD*® e 64% do *CAD* em relação ao *Navisworks*®.

Pode-se perceber que o maior número de incompatibilidades encontradas ocorreu entre a disciplina de estrutura e instalações hidráulicas (Figura 12), 97% no *AutoCAD*®, 91% no *Revit*® e 92% no *Navisworks*®.

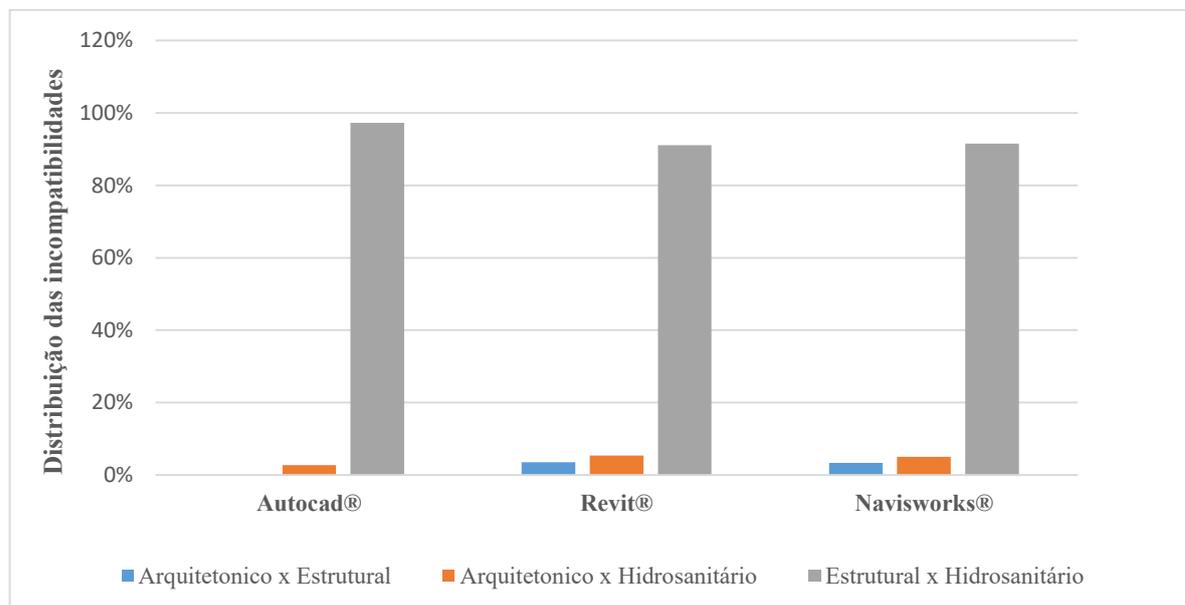
Essa grande diferença entre as disciplinas estrutural e hidrossanitário pode ter ocorrido devido ao fato de que a compatibilização no método tradicional se limita à sobreposição de plantas baixas, o que pode dificultar a detecção de incompatibilidades que não estejam no plano de corte, como é o caso de tubulações e vigas.

Figura 11 – Comparativo entre incompatibilidades encontradas entre os métodos



Fonte: Autor (2019)

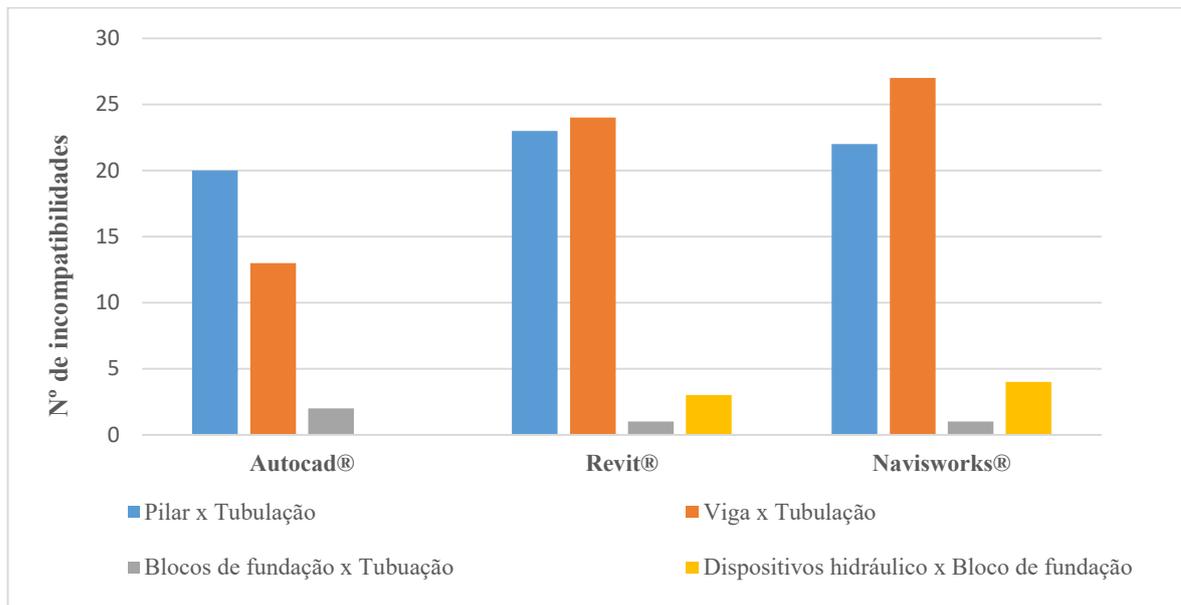
Figura 12 – Distribuição das incompatibilidades encontradas nas análises



Fonte: Autor (2019)

As interferências encontradas entre tubulações e vigas foram as que mais apresentaram diferenças quantitativas entre os métodos, sendo detectadas 13 vezes em *CAD 2D*, 24 vezes no *Revit®* e 27 ocorrências no *Navisworks®* (Figura 13).

Figura 13 – Comparação de incompatibilidades entre projeto estrutural e projeto hidrossanitário



Fonte: Autor (2019)

Além das limitações da compatibilização com sobreposição de plantas no método *CAD 2D*, foi constatado que nesse tipo de método as não conformidades representativas entre projetos podem ser elementos dificultadores para análise precisa. Dentre essas, estão a falta de uniformidade de escalas entre projetos e de padronização de *layers* em nomenclaturas e cores.

Apesar de não registrarem diferenças significativas entre os dois *softwares BIM* na quantidade de incompatibilidades, notou-se a importância de se executar a compatibilização em um ambiente específico para coordenação de projetos como o *Navisworks®*. O *Revit®* não apresenta muitas opções de critérios para caracterização de incompatibilidades em comparação com um *software* de coordenação, gerando assim um número muito grande de conflitos, sendo necessário uma análise muito mais criteriosa e longa do coordenador de projetos.

Notou-se também que para a solução de incompatibilidades, o método em *BIM* demonstra-se ser muito rápido e assertivo já que as informações entre modelos estão compartilhadas, sendo que uma alteração realizada é notificada e atualizada nos outros projetos. Essa comunicação entre modelos pode ocorrer de forma distinta entre *softwares*, porém é uma característica inerente à metodologia *BIM*.

Apesar da metodologia *BIM* se apresentar mais eficiente para detecção de incompatibilidades, percebeu-se que o tempo gasto para aprendizado dos *softwares* e modelagem dos projetos pode ser um fator dificultador para adesão da metodologia por parte do mercado de AEC. A compatibilização em *CAD 2D* requer ferramentas de uso mais simples, do ponto de vista técnico e tecnológico, que podem ser determinantes para escolha desse método.

Entende-se que um processo iniciado desde a sua concepção com a metodologia *BIM* apresente número reduzido de incompatibilidades, uma vez que o processo é realizado em ambientes compartilhados e as interferências são encontradas ainda na fase de modelagem e solucionadas durante o processo de projeto. Assim, atribui-se a muitas das incompatibilidades encontradas nesse trabalho ao processo de desenvolvimento de projetos em *CAD 2D*, onde não há informações compartilhadas de forma simultânea.

## 5 Considerações finais

Com base nas análises efetuadas e as considerações realizadas no decorrer do trabalho, é possível destacar que a utilização do *BIM* para compatibilização de projetos apresenta melhores resultados em comparação com o método tradicional em 2D. Além de resultados quantitativos (número de interferências), também notou-se aumento da qualidade do processo, já que as informações compartilhadas entre os modelos *BIM* facilitam a comunicação entre projetos, fazendo com que a solução de interferências seja realizada de forma mais rápida e eficiente.

A variedade de *softwares* que utilizam como base a metodologia BIM no mercado é extensa, porém se faz necessário a escolha do tipo adequado de ferramenta para compatibilização de projetos. A utilização de *softwares* específicos para coordenação é necessária para uma boa compatibilização, já que esses conseguem tratar as informações contidas nos modelos de maneira mais eficiente do que em *softwares* que tem como seu foco principal a modelagem de projetos.

## Referências bibliográficas

AMERICAN INSTITUTE OF ARCHITECTS. BIM Protocol Exhibit E202: BIM Protocol Exhibit. 2008. 9p.

CÂMERA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO, **Fundamentos BIM – Parte 1: Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras**. Brasília, 2016.

CASTELO, A. M.; MARCELLINI, L.; VIANA, I. A construção digital parte 2. Disponível em: <<https://blogdoibre.fgv.br/posts/construcao-digital-parte-2>> Acesso em: 8 jul. 2019.

COSTA, E. N. **Avaliação da metodologia BIM para a compatibilização de projetos**. Mestrado (Dissertação) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2013.

DE PAULA, H. M.; RODRIGUES, K. C.; MESQUITA, H. C.; EDUARDO, R. C. Mapeamento sistemático de referências do uso do bim na compatibilização de projetos na construção civil. Reec - Revista Eletrônica de Engenharia Civil, [S.l.], v. 13, n. 1. Disponível em: <<https://www.revistas.ufg.br/reec/article/view/45014>>. Acesso em: 31 out. 2018.

EASTMAN, C.; TEILCHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **Manual de BIM: Um Guia de Modelagem da Informação da Construção para Arquitetos, Engenheiros, Gerentes, Construtores e Incorporadores**. Porto Alegre: Bookman, 2014.

FERREIRA, E. A. M. A aplicação da metodologia BIM para compatibilização de projetos, 2013. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/280295312\\_A\\_aplicacao\\_da\\_metodologia\\_BIM\\_para\\_a\\_compatibilizacao\\_de\\_projetos](https://www.researchgate.net/publication/280295312_A_aplicacao_da_metodologia_BIM_para_a_compatibilizacao_de_projetos)> Acesso em: 20 abr. 2019.

FERREIRA, R.; SANTOS, E. Características da representação 2d e suas limitações para a compatibilização espacial. Gestão & Tecnologia de Projetos, São Carlos, v. 2, n. 2, p. 36-51, 2007.

FIGUEIREDO, L. L. H.; MARIANO, L. N.; NETO, L. S. C.; RESENDE, L. G. S. Compatibilização de projeto de instalações: Um estudo comparativo entre o método tradicional

(2D) e a ferramenta BIM. **O Essencial da Arquitetura e Urbanismo 3**, Belo Horizonte, v. 3, p. 376-383, 2019.

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

GONÇALVES, F. Os processos de compatibilização de projetos na construção civil. Disponível em: <<https://maisengenharia.altoqi.com.br/bim/os-processos-de-compatibilizacao-de-projetos-na-construcao-civil/>> Acesso em: 8 jul. 2019.

GUIDO, L. F. M.; NETO, S. A.; JUNIOR, F.N.S.; IZQUIERDO, I. S.; SERRA, S. M. B. Tecnologia BIM aplicada a compatibilização de projetos na construção civil. In: XXVI Simpósio De Engenharia De Produção, 2018, São Paulo. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/330813066\\_TECNOLOGIA\\_BIM\\_APLICADA\\_A\\_COMPATIBILIZACAO\\_DE\\_PROJETOS\\_NA\\_CONSTRUCAO\\_CIVIL](https://www.researchgate.net/publication/330813066_TECNOLOGIA_BIM_APLICADA_A_COMPATIBILIZACAO_DE_PROJETOS_NA_CONSTRUCAO_CIVIL)> Acesso em: 15 abr. 2019.

LOWE, R. H.; MUNCEY, J. M. Consensus DOCS 301 BIM Addendum. 2009, 9p.

MANZIONE, L. **Proposição de uma estrutura conceitual de gestão do processo de projeto colaborativo com o uso do BIM**. Tese (Doutorado) – Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

McGraw HILL CONSTRUCTION. **SmartMarket Report on the business value of BIM for construction in major global markets: how contractors around the world are driving innovation with building information modelling**. Bedford, Massachusetts: McGraw Hill Construction, 2014. 60 p.

MELHADO, S. B. **Coordenação de projetos de edificações**. São Paulo: Nome da Rosa Editora, 2005. 1. Ed. 115 p.

MESQUITA, H. C. M. Estudo de caso da análise de interferências entre as disciplinas de um edifício com projetos convencionais (re) modelados em BIM. **Revista Matéria**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 3, 2018.

RODRÍGUEZ, M. A. A.; HEINECK, L. F. M. A construtibilidade no processo de projeto de edificações. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 2003, São Carlos.

UNDERWOOD, J.; ISIKDAG, U. **Handbook of research on building information modeling and construction informatics: concepts and technologies**. 2010.