



# ESTUDO DE CASO: MODELAGEM E VERIFICAÇÃO DE INTERFERÊNCIAS ENTRE AS DISCIPLINAS DE UM EDIFÍCIO UTILIZANDO A METODOLOGIA BIM

## ARTIGO DE REVISÃO

OENNING, Kelyn Gonçalves<sup>1</sup>, CORRÊA, Júnior Serafim<sup>2</sup>

OENNING, Kelyn Gonçalves. CORRÊA, Júnior Serafim. **Estudo de caso: modelagem e verificação de interferências entre as disciplinas de um edifício utilizando a metodologia bim.** Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 06, Ed. 04, Vol. 06, pp. 30-43. Abril de 2021. ISSN: 2448-0959, Link de acesso: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/edificio-utilizando>, DOI: 10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/edificio-utilizando

## RESUMO

Com o passar dos anos, os projetos de construção civil começaram a aumentar sua complexidade e a metodologia tradicional, que se baseia em documentação 2D, não está suprindo de forma eficiente as demandas de mercado. As disciplinas de projetos, estão cada vez mais sendo designadas a equipes distintas, ocorrendo o aumento de interferências de projetos, que geram atrasos, retrabalhos e custos além do previsto. O processo mais comum de verificação destas interferências é através da sobreposição das plantas em 2D, porém, além de desgastante, este processo ignora alguns erros que só apareceriam em vistas tridimensionais. Este trabalho teve como objetivo a aplicação dos conceitos da metodologia BIM (*Building Information Modeling*) em um estudo de caso que visou a modelagem e análise de interferências dos projetos arquitetônico, estrutural, hidrossanitário e elétrico de uma edificação mista residencial multifamiliar e comercial. Para tanto, foi realizada a modelagem tridimensional a partir

---

<sup>1</sup> Graduação em Engenharia Civil.

<sup>2</sup> Orientador. Mestrado em Pós-graduação em Energia e Sustentabilidade.



dos projetos já finalizados em CAD 2D, modelando-os no *software Autodesk Revit®* e os associando através do *software Autodesk Navisworks®*. A partir da modelagem e as 9 associações realizadas na compatibilização, foi possível obter um total de 162 interferências, que foram detectadas na fase de projeto e que seriam constatadas, provavelmente, apenas na fase de execução. É possível admitir que a associação mais problemática encontrada neste trabalho foi a relação entre as disciplinas de estrutura e de instalações hidrossanitárias, com 42,60% das interferências.

Palavras-chave: Objetos paramétricos, *Industry Foundation Classes*, Níveis de Desenvolvimento.

## INTRODUÇÃO

Na medida em que os projetos de construção civil se tornam maiores e mais complexos, a quantidade de informações necessárias aumenta. Na presença de tal fato, surgem problemas pertinentes a interferências entre as diferentes disciplinas de projetos, tornando necessária a realização da compatibilização entre elas (OH et al., 2015).

A metodologia BIM é uma das mais promissoras para o desenvolvimento da indústria de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC). Por meio dessa tecnologia, um modelo virtual preciso de um edifício é construído digitalmente, contendo uma geometria precisa e informações relevantes, para auxiliar nas atividades de execução do edifício (EASTMAN et al., 2008).

O BIM emergiu como um dos principais pontos de pesquisas na construção e engenharia civil pelos pesquisadores na última década, sendo, desta forma, uma tendência para o futuro destes setores (YALCINKAYA; SINGH, 2015).

O objetivo deste artigo é demonstrar por meio da realização de um estudo de caso, a aplicação da metodologia BIM como ferramenta de modelagem e compatibilização de projetos.

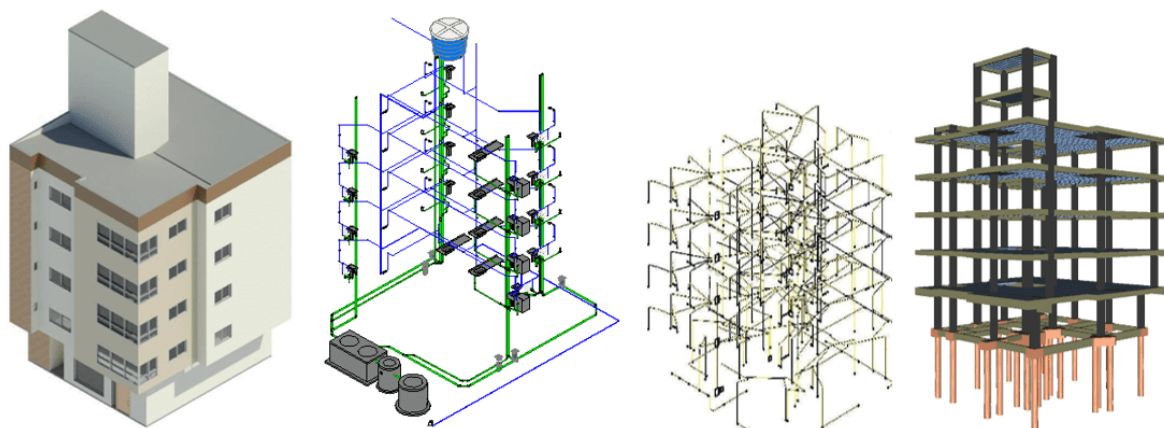
## SOFTWARES UTILIZADOS

Com a obtenção dos projetos em formato 2D, foi feita a escolha dos *softwares* disponíveis no mercado que melhor se encaixam no contexto da pesquisa. O *software* escolhido para a modelagem dos projetos foi o Revit® versão 2020, assim como o AutoCAD®, também desenvolvido pela Autodesk.

O Revit® é o mais conhecido e líder de mercado para o uso do BIM (EASTMAN et al., 2008). Sendo mais fácil encontrar fontes de consulta para sanar dúvidas associadas ao aprendizado, o que também auxiliou na escolha. Para cada disciplina o Revit® disponibiliza um "template", ou seja, um arquivo inicial que contém famílias (paredes, portas, janelas, tubulações, conexões, fiações) básicas para a modelagem.

Para compatibilização das disciplinas foi escolhido o *software* Navisworks® versão 2020 também da Autodesk. O Navisworks® permite melhor coordenação, simulação da construção e análise de todo o projeto para revisão de projetos integrados e possui uma assinatura gratuita (AUTODESK, 2019).

Figura 01: Visão geral das disciplinas modeladas

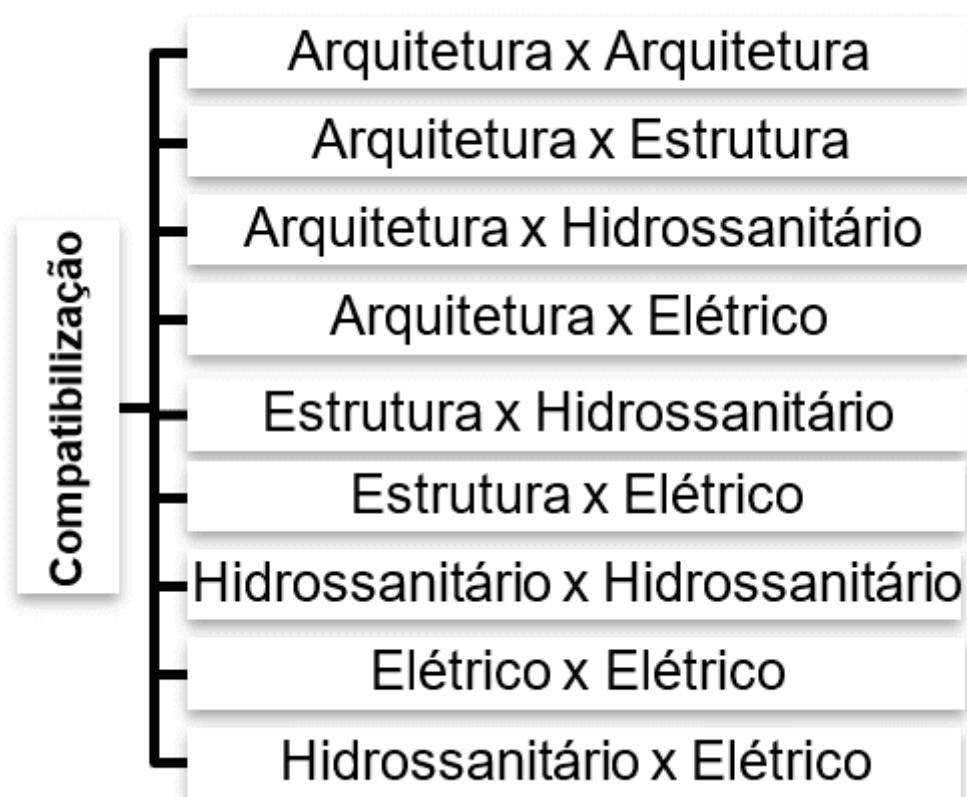


Fonte: Autores, 2019.

## COMPATIBILIZAÇÃO DAS DISCIPLINAS ATRAVÉS DO SOFTWARE

Foram importados via IFC todos os projetos para o *software* Naviswork e criou-se um ambiente 3D de compatibilização BIM. O procedimento escolhido para a análise das incompatibilidades foi a associação a cada duas disciplinas de projetos, respeitando a ordem apresentada na Figura 02.

Figura 02: Associação das disciplinas para compatibilização de projetos.



Fonte: Autores, 2019.

No decorrer do desenvolvimento do trabalho foi constatada a necessidade de uma compatibilização entre Arquitetura x Arquitetura, Hidrossanitário x Hidrossanitário e Elétrico x Elétrico, devido terem sido projetados em CAD. Os elementos analisados em cada disciplina de projeto para verificação de interferências, foram adotados



conforme a descrição do Quadro 01. Nestas análises não foram considerados os elementos ao externo da edificação.

Quadro 01: Elementos verificados em cada disciplina de projeto.

Disciplina	Elementos Verificados
<b>Arquitetura</b>	Portas / Janelas / Forros / Paredes / Telhado
<b>Estrutura</b>	Lajes / Vigas / Pilares / Blocos de fundação
<b>Hidrossanitário</b>	Tubulações / Dispositivos hidrossanitários (Caixas de passagens, caixas de inspeção, reservatório, ralos)
<b>Elétrico</b>	Conduítes / Acessórios e Conexões Elétricas

Fonte: Autores, 2019.

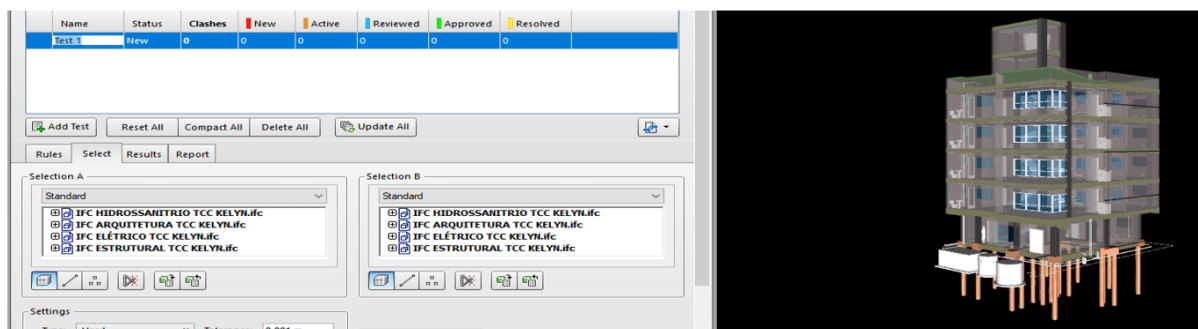
As interferências detectadas pelo *Navisworks®* foram analisadas de forma quantitativa. Para a análise das incompatibilidades, foram adotadas as seguintes situações:

- Foi considerado apenas um pavimento de apartamento, devido à natureza repetitiva dos pavimentos de apartamento.

Na Figura 03 é possível observar todas as disciplinas modeladas e inseridas no formato no *software* de compatibilização.



Figura 03: Modelo para compatibilização através do software Navisworks®.



Fonte: Autores, 2019.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### ARQUITETURA X ESTRUTURA

De acordo com a Tabela 01, a verificação de incompatibilidades entre as disciplinas de arquitetura e estrutura apresentou no total 212 interferências entre os elementos dos sistemas analisados. A maior incidência de conflitos, equivalente a 98,58 % das ocorrências, correspondem às interferências de paredes em conflito com vigas, pilares e lajes.

O restante das interferências, cerca de 1,42% dos problemas refletem no conflito de janelas e portas com pilares.

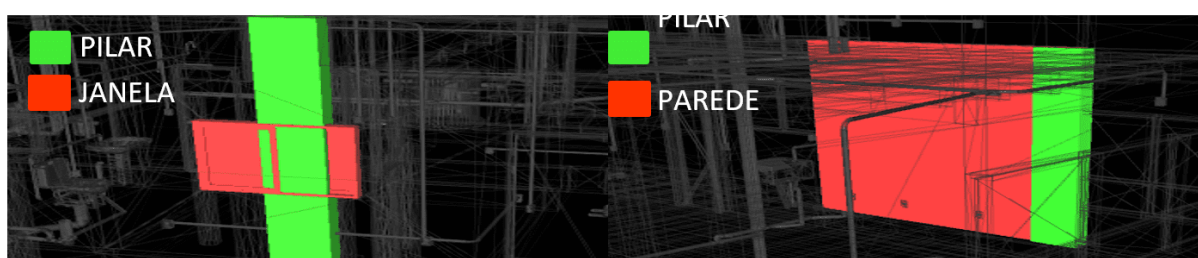
Tabela 01 – Incompatibilidades entre Arquitetura e Estrutura.

Descrição de Incompatibilidades	Ocorrências	%
<b>Janela e Porta x Pilar</b>	<b>3</b>	<b>1,42</b>
<b>Parede x Viga x Pilar x Laje (Incompatibilidades Ignoradas)</b>	<b>209</b>	<b>98,58</b>

Fonte: Autores, 2019.

A Figura 04, apresenta exemplos das duas principais incompatibilidades identificadas pelo *software* nesta análise. À esquerda, o conflito entre janela e pilar. E à direita, sobreposição de parede no pilar.

Figura 04 – Incompatibilidades entre arquitetura e estrutura identificadas pelo *software*.



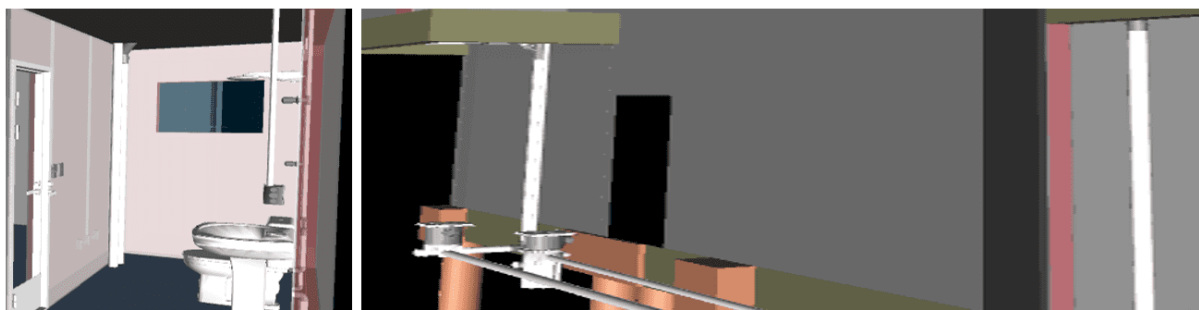
Fonte: Autores, 2019.

## ARQUITETURA X HIDROSSANITÁRIO

Durante esta análise, foi possível perceber que a disciplina de arquitetura não previu mochetas para a passagem das prumadas de esgoto. A ferramenta de testes só identifica conflitos entre as geometrias e não aponta erros de projeto como esse. A falta de um local adequado destinado para acomodar as tubulações acabou gerando vários conflitos entre os modelos de estrutura e hidrossanitário. A Figura 05, apresenta à esquerda uma vista interna de um dos banheiros, as tubulações sob a laje de concreto ficam ocultas sobre o forro, mas as prumadas ficam aparentes. E à direita, no térreo ocorre o mesmo problema na fachada da edificação.



Figura 05 – Tubulação aparente no banheiro e prumadas do sanitário aparentes na fachada.



*Fonte: Autores, 2019.*

Por fim, foram realizados os testes de interferência entre os modelos de arquitetura e hidrossanitário, de acordo com a Tabela 02, o teste apresentou 35 interferências. Cerca de 74,29 % dos problemas diagnosticados foram as interferências entre forro e tubulações. Com 25,71%, a segunda interferência com mais incidência apresentada ocorreu entre telhado e tubulação. Na Figura 06, pode ser observado, à esquerda, o conflito entre forro e tubulação. E à direita, o conflito entre telhado e as tubulações de ventilação.

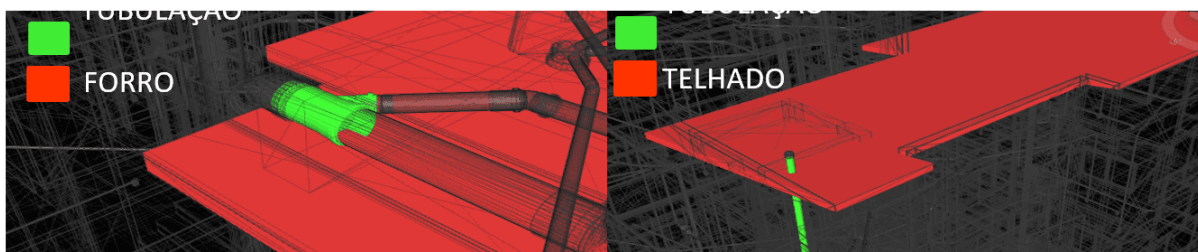
Tabela 02 – Incompatibilidades entre Arquitetura e Hidrossanitário.

Descrição de Incompatibilidades	Ocorrências	%
<b>Forro x Tubulação</b>	<b>26</b>	<b>74,29</b>
<b>Telhado x Tubulação</b>	<b>9</b>	<b>25,71</b>

*Fonte: Autores, 2019.*



Figura 06 – Incompatibilidades entre arquitetura e hidrossanitário identificadas pelo software.



Fonte: Autores, 2019.

## ARQUITETURA X ELÉTRICO

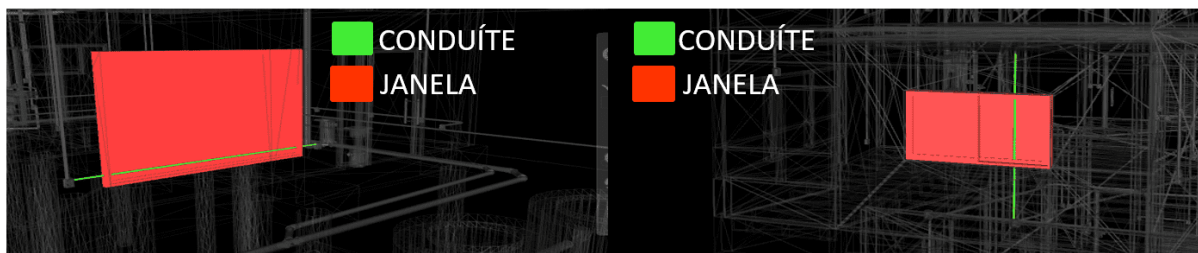
Analizando a Tabela 03, a compatibilização entre as disciplinas de arquitetura e elétrica foi a que menos apresentou interferências, apenas duas, sendo o conflito de conduítes e conexões elétricas com janelas. As duas incompatibilidades encontradas podem ser observadas na Figura 07.

Tabela 03 – Incompatibilidades entre Arquitetura e Elétrico

Descrição de Incompatibilidades	Ocorrências	%
<b>Janelas ou Portas x Conduítes x Conexões Elétricas</b>	<b>2</b>	<b>100,00</b>

Fonte: Autores, 2019.

Figura 07 – Incompatibilidades entre arquitetura e elétrica identificadas pelo software.



Fonte: Autores, 2019.



## ESTRUTURA X HIDROSSANITÁRIO

De acordo com a Tabela 04, a verificação de incompatibilidades entre as disciplinas de estrutura e de instalações hidrossanitárias apresentou no total 69 interferências entre os elementos dos sistemas analisados. O equivalente a 23,19% das interferências diagnosticadas pelo *software*, foram o conflito entre lajes e dispositivos hidrossanitários, por exemplo, a interposição de ralos com as nervuras da laje.

A segunda maior incidência com 21,74%, ocorreu devido à ausência de previsão de furos nas vigas para passagem de tubulação, precisando ser previsto um total de 15 furos.

Cerca de 20,29% das interferências diagnosticadas aconteceram entre lajes e tubulações, das 14 interferências encontrados 8 refletem na ausência de previsão de furos nas lajes dos pavimentos para a passagem das tubulações verticais, precisando ser previsto um total de 8 furos na laje. Os outros 6 problemas, refletem no conflito entre laje e tubulação na horizontal. Para solução deste conflito deve-se baixar mais as tubulações sanitárias.

Ainda de acordo com a tabela, cerca de 18,84% das interferências ocorrem entre vigas e dispositivos hidrossanitários. Como por exemplo: um ralo em conflito com uma viga.

No caso de fundações é comum o conflito entre blocos de fundações com tubulações, este conflito gerou um total de 11,59% das ocorrências neste trabalho. Como solução deve ser adotado a realocação destas tubulações. A interferência com menor incidência aconteceu entre pilares e tubulações hidrossanitárias, com apenas 4,35%. Como solução, deve ser previsto furos nos pilares ou a realocação das tubulações.

Tabela 04 – Incompatibilidades entre Estrutura e Hidrossanitário.

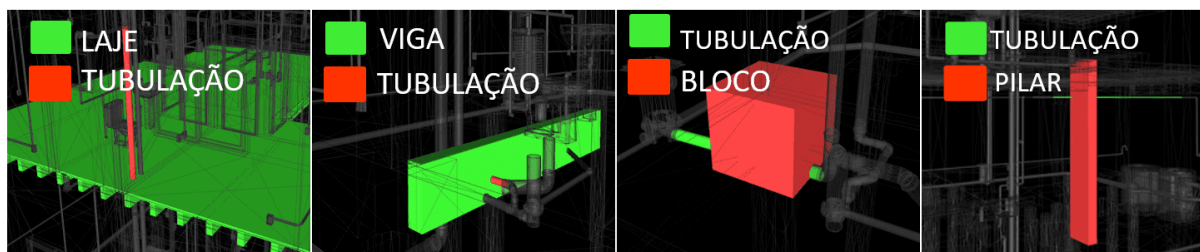
Descrição de Incompatibilidades	Ocorrências	%	
<b>Lajes x Tubulação</b>	<b>14</b>	<b>20,29</b>	
<b>Vigas x Tubulação</b>	<b>15</b>	<b>21,74</b>	

<b>Pilares x Tubulação</b>	<b>3</b>	<b>4,35</b>	
<b>Lajes x Dispositivos hidrossanitários</b>	<b>16</b>	<b>23,19</b>	
<b>Vigas x Dispositivos hidrossanitários</b>	<b>13</b>	<b>18,84</b>	
<b>Blocos de Fundação x Tubulação</b>	<b>8</b>	<b>11,59</b>	

*Fonte: Autores, 2019.*

A Figura 08, apresenta as 4 incompatibilidades que precisam de mais atenção dos projetistas para serem resolvidas. À esquerda, pode ser observado o encontro entre prumada de descida das tubulações de esgoto e laje. Ao centro, o conflito entre tubulações e vigas, e o conflito entre bloco de fundação e tubulação. E à direita, o encontro entre tubulação e pilar. Evidenciando a falta de comunicação entre os projetistas responsáveis pelas disciplinas.

Figura 08 – Incompatibilidades entre estrutura e hidrossanitário identificadas pelo software.



*Fonte: Autores, 2019.*

## ESTRUTURA X ELÉTRICO

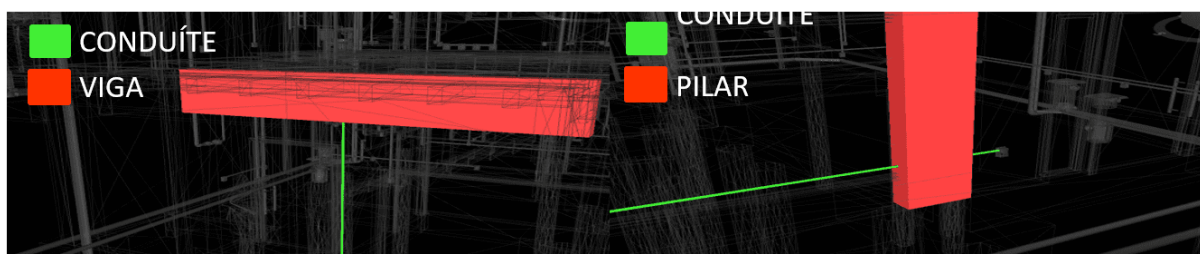
Dentre as análises realizadas com as disciplinas de estrutura e elétrica, pode-se observar na Tabela 3, que cerca de 60,00% das incompatibilidades correspondem ao conflito de conduítes e conexões elétricas com vigas. As demais ocorrências, que representaram 40,00%, foram as incompatibilidades entre pilares com conduítes. A Figura 09, traz as duas interferências encontradas. À esquerda, o encontro entre conduíte e viga. E à direita, o conflito entre pilar e conduíte.

Tabela 05 – Incompatibilidades entre Estrutura e Elétrico.

Descrição de Incompatibilidades	Ocorrências	%
<b>Vigas x Conduítes x Conexões Elétricas</b>	<b>24</b>	<b>60,00</b>
<b>Pilares x Conduítes x Conexões Elétricas</b>	<b>16</b>	<b>40,00</b>

Fonte: Autores, 2019.

Figura 09 – Incompatibilidades entre estrutura e elétrico identificadas pelo software.



Fonte: Autores, 2019.

## HIDROSSANITÁRIO X HIDROSSANITÁRIO

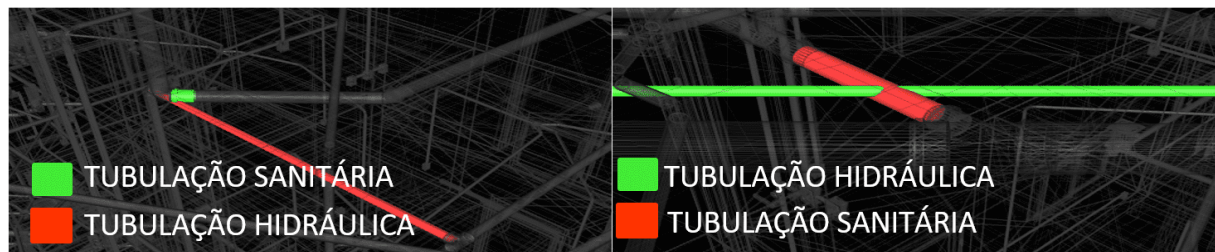
Com o objetivo de identificar conflitos entre os elementos de uma mesma disciplina de projeto, foi realizado a verificação de incompatibilidade nas instalações de um único sistema. A análise entre os elementos do projeto de instalações hidrossanitárias buscou a sobreposição de tubulações hidráulicas e sanitárias, com o intuito de demonstrar a importância da compatibilização de elementos da mesma disciplina quando desenvolvidos em CAD. Os 10 conflitos encontrados correspondem as tubulações de hidráulica e sanitária cruzando-se entre si. Esta situação demonstra uma falta de visão geral do projeto, pois em 2D, interferências como estas são dificilmente perceptíveis por estarem no mesmo plano horizontal, quando deveriam estar em alturas diferentes. Estas ocorrências são exemplificadas na Figura 10.

Tabela 06 – Incompatibilidades entre Hidrossanitário e Hidrossanitário.

Descrição de Incompatibilidades	Ocorrências	%
<b>Tubulações hidráulicas x Tubulações sanitárias</b>	<b>10</b>	<b>100,00</b>

*Fonte: Autores, 2019.*

Figura 10 – Incompatibilidades entre as instalações hidrossanitárias identificadas pelo software.



*Fonte: Autores, 2019.*

## ELÉTRICO X ELÉTRICO

Como realizado anteriormente com a disciplina de instalações hidrossanitárias, as instalações elétricas também foram compatibilizadas entre si, os resultados foram apresentados pela Tabela 07. Apenas 4 interferências foram encontradas, entre elas, a ausência de previsão de furos nas caixas de passagem para as entradas e saídas dos conduítes. Por se tratar de um problema no lançamento, essas incompatibilidades devem ser ignoradas. Outra incompatibilidade encontrada, decorreram entre conduítes sobrepostos, mas como são flexíveis, é extremamente normal estarem sobrepostos, portanto, tais interferências também serão ignoradas no relatório final. A Figura 11 apresenta as duas incompatibilidades encontradas. À esquerda, o conflito entre caixa de passagem e conduítes. E à direita os conduítes sobrepostos.



Tabela 07 – Incompatibilidades entre Elétrico e Elétrico.

Descrição de Incompatibilidades	Ocorrências	%
<b>Instalações elétricas (Incompatibilidades Ignoradas)</b>	<b>4</b>	<b>100,00</b>

*Fonte: Autores, 2019.*

Figura 11 – Incompatibilidades entre as instalações elétricas encontradas pelo software.



*Fonte: Autores, 2019.*

## HIDROSSANITÁRIO X ELÉTRICO

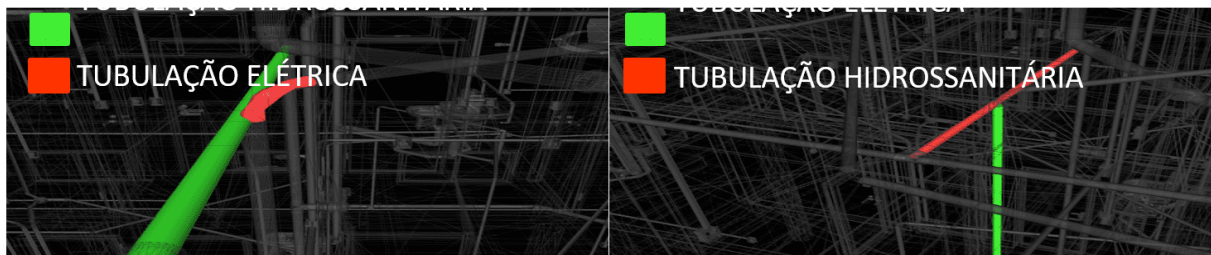
De acordo com a Tabela 8, 100,00 % das incompatibilidades identificadas estavam relacionadas ao conflito entre tubulação hidráulica e tubulação flexível para passagem de fiação elétrica conforme Figura 12.

Tabela 08 – Incompatibilidades entre Hidrossanitário e Elétrico.

Descrição de Incompatibilidades	Ocorrências	%
<b>Hidrossanitário x Elétrico</b>	<b>3</b>	<b>100,00</b>

*Fonte: Autores, 2019.*

Figura 12 – Incompatibilidades entre elétrico e hidrossanitário identificadas pelo software.



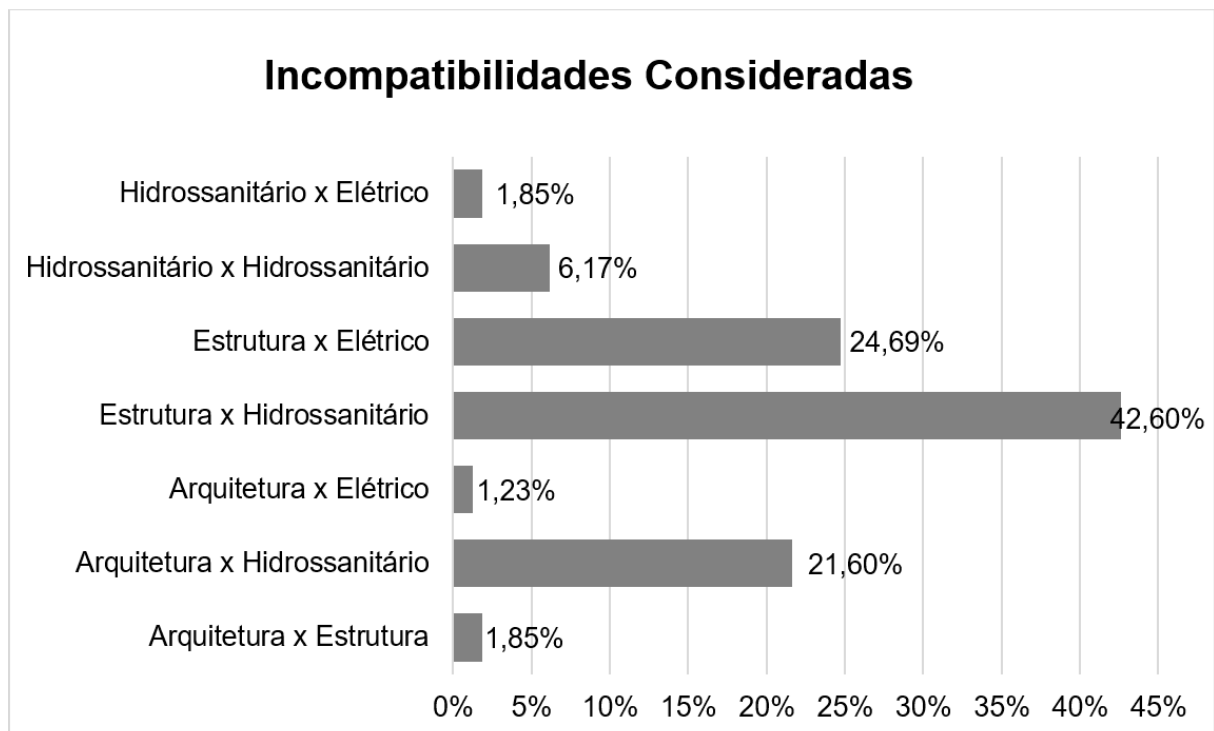
Fonte: Autores, 2019.[/caption]

## ANÁLISE GERAL DAS INCOMPATIBILIDADES ENCONTRADAS

Após o processo de compatibilização, foi possível verificar um total de 162 interferências. Entre elas, a associação mais problemática foi ocasionada pelo conflito entre estrutura e hidrossanitário, com 69 interferências, que representaram 42,60 % do total (Figura 13). Esse número elevado de interferências se deve à falta de comunicação dos projetistas, falta de previsão de dutos na arquitetura e a falta de previsão de furos em lajes e vigas.



Figura 13 – Incompatibilidades Consideradas



Fonte: Autores, 2019.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados deste trabalho apresentam uma boa perspectiva para utilização da metodologia BIM para modelagem e compatibilização. Ao modelar e compatibilizar as disciplinas de projetos do edifício, foi possível detectar 162 interferências, e a associação mais problemática foi ocasionada pelo conflito entre estrutura e hidrossanitário, que representaram 42,60 % do total. Como os projetos já estavam finalizados e seriam utilizados para execução, vários problemas puderam ser evitados.

Conclui-se que a aplicação da metodologia BIM para modelagem e compatibilização de projetos é o principal ganho imediato, podendo minimizar problemas, e contribuir para a melhoria dos processos na área de AEC. Destaca-se que para se ter ganhos completos com esta metodologia, ela deverá ser utilizada por todos os envolvidos



durante todo ciclo de vida da edificação, iniciando pelo projeto, passando para construção, manutenção e até a demolição.

## REFERÊNCIAS

AUTODESK. **Navisworks: Análise do modelo 3D para arquitetura, engenharia e construção.** 2019. Disponível em: <<https://www.autodesk.com.br/products/navisworks/overview>>. Acesso em: 09 out. 2019.

AUTODESK. **Revit: Melhore os resultados do projeto com o software de BIM multidisciplinar.** 2019. Disponível em: <<https://www.autodesk.com.br/products/revit/overview>>. Acesso em: 09 out. 2019.

EASTMAN, C. et al. **BIM HANDBOOK - MANUAL BIM - ED.1 - PT-BR CHUCK EASTMAN - LQ.pdf.** [s.l: s.n.].

OH, M. et al. **Integrated system for BIM-based collaborative design.** Automation in Construction, v. 58, p. 196–206, 2015.

YALCINKAYA, M.; SINGH, V. Patterns and trends in Building Information Modeling (BIM) research: A Latent Semantic Analysis. **Automation in Construction**, v. 59, p. 68–80, 2015.

Enviado: Agosto, 2020.

Aprovado: Abril, 2021.