



## COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS COMPLEMENTARES DE UMA RESIDÊNCIA ATRAVÉS DO BIM

Cleilton Souza<sup>1</sup>

Caio Eduardo Pinheiro Costa<sup>2</sup>

### **Resumo:**

A presente pesquisa tem o objetivo de detalhar e analisar o processo de compatibilidade de um empreendimento demonstrando as inconsistências ocorridas e a correção desses problemas. A metodologia apresentada pela presente pesquisa se trata de um estudo descritivo, onde será apresentado um estudo prático e a sua relação com o contexto apresentado na teoria, analisando e apresentado diferentes informações quantitativas e qualitativas. Os resultados apresentados e analisados demonstram que a ocorrência de erros no projeto é quase inevitável e que através do BIM foi possível avaliar e verificar esses erros e inconformidades; dessa forma, somente através da compatibilidade de projetos torna-se possível realizar uma obra com mais qualidade e menos ocorrência de erros.

**Palavras-chave:** Compatibilidade. Erros de Projeto. BIM. Revit.

### **Abstract:**

The present research has the objective of detailing and analyzing the process of compatibility of an enterprise demonstrating the inconsistencies that occurred and the correction of these problems. The methodology presented by the present research is an exploratory study, where a practical descriptive study and its relationship with the context presented in the theory will be presented, analyzing and presenting different quantitative and qualitative information. The results presented and analyzed demonstrate that the occurrence of errors in the project is almost inevitable and that through BIM it was possible to evaluate and verify these errors and nonconformities, in this way only through the compatibility of projects, it becomes possible to carry out a work with more quality and fewer errors.

**Keywords:** Compatibility. Design Errors. BIM. Rev.

---

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia Civil pela Unijorge, e-mail: Cleiltonepg@gmail.com

<sup>2</sup> Orientador Professor, Mestre em Matemática, Professor da Unijorge, email: caio.costa@unijorge.edu.br

## 1. INTRODUÇÃO

Com a alta da construção civil, foram surgindo cada vez mais empresas para realização dos serviços neste setor, de diversas áreas e atividades; a atratividade do retorno econômico nesta indústria fez com que a competitividade aumentasse progressivamente neste nicho de mercado. E com isso foi se verificando cada vez mais a ocorrência de problemas no setor, resultando em patologias nas edificações, atraso nas obras, custos desnecessários, dentre diversas outras consequências que demonstram a necessidade de qualificação do setor.

Com base neste contexto, nos dias atuais as organizações estão tentando melhorar a realização de seus serviços para poder então ser consideradas como referência nos serviços oferecidos, por isto cada vez mais as empresas buscam se qualificar. Um dos processos que visam melhorar essa perspectiva e que cada vez mais vem sendo adotado é a realização da compatibilização de projetos na construção civil.

A compatibilidade é uma forma de abrangência de projetos na área da construção civil que realiza a interoperabilidade das representações gráficas e de projetos das estruturas e edificações, dessa forma, seu propósito é integrar todas as informações visando minimizar a ocorrência de erros na execução da obra ou evitar a aparição de manifestações patológicas nas edificações.

Os projetos da área da construção são documentos com muitas informações referentes à empreendimentos que serão executados e necessitam de diversos dados sobre sistemas construtivos, instalações prediais, materiais de construção, equipamentos utilizados, mão de obra, etc; dessa forma, a ocorrência de erros e problemas é muito comum, devido à complexidade de agregar e associar todas essas informações e, dessa forma, a realização da compatibilidade se torna cada vez mais necessária.

Assim, com base no proposto que a presente pesquisa terá o intuito e o objetivo de demonstrar a realização da compatibilidade de projetos na construção civil através do uso das plataformas BIM, apresentando a ocorrência de inconsistências quando realizada a junção dos projetos do empreendimento e assim poder apresentar as alternativas adotadas para correção dos erros verificados.

A metodologia adotada será uma pesquisa descritiva, realizada através de um estudo prático analisando os dados e informações qualitativas e quantitativas que são

demonstradas, e associando as fundamentações teóricas que são contextualizadas e consideradas pela presente pesquisa.

## **2. COMPATIBILIDADE DE PROJETOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Apesar dos avanços tecnológicos e do processo de fabricação introduzidos pela indústria da construção civil nos últimos anos, ainda é comum que projetos sejam encerrados durante o seu desenvolvimento. De acordo com Tavares Júnior et al. (2013), pequenas empresas ainda possuem projetos de desenvolvimento conjunto sem a necessidade de compatibilidade com a realização do projeto, o que acaba resultando a vários fatores negativos, como baixa qualidade de construção, maior retrabalho durante a sua execução e atraso para cumprir os prazos de entrega do cronograma, o que aumenta os custos diretamente.

Segundo Fabrício (2014), vários profissionais da área de projetos de edificações e empreendimentos, consultores e representantes são envolvidos em um projeto para contribuir com a qualidade final do empreendimento. Cada envolvido compartilha seus interesses e conhecimentos para desenvolver parte das soluções e formulações do projeto. Segundo o autor, múltiplas interfaces são visadas entre os principais profissionais do processo de representação gráfica e diferentes interoperabilidades e integrações são necessárias para garantir a consistência entre soluções criadas e representadas dentro dos projetos.

O termo compatibilidade é definido por Sebrae (2015) como o gerenciamento e integração de projetos relacionados, a busca por um casamento perfeito entre eles e o alcance de padrões comuns de controle de qualidade para elementos e componentes específicos.

Para Picchi (2013) a integração, interoperabilidade ou mesmo compatibilidade de projetos define as atividades necessárias para combinar diferentes projetos e analisar as potenciais interferências que podem ser detectadas e assim as soluções podem ser adotadas.

Novaes (2018) destaca que esse processo depende do alinhamento dos projetos criados para os processos geométricos, tecnológicos e de produção física, de acordo com os componentes trabalhando juntos nos elementos verticais e horizontais da edificação. Segundo o autor, esse método é um fator essencial na melhoria da integridade e na agilização da estrutura, além de facilitar a agrupamento

na produção de diversos princípios, ativos e especialidades. O autor afirma ainda que qualquer ação para chegar a um acordo sobre as decisões tomadas para combinar o projeto de um produto e sua produção, as especificações de aplicação serão realizadas por cada subsistema.

Para Melhado (2015), a compatibilidade define a implementação de projetos de diferentes áreas e aplica o controle de interferências entre eles e os problemas identificados para que a coordenação possa interagir com eles e resolvê-los. Além disso, o autor enfatiza que a contabilização de projetos funciona como uma “rede fina” na qual possíveis erros podem ser identificados.

Os projetos se sobrepõem, todas as distorções são corrigidas. Apesar dos avanços em relação ao processo de desenvolvimento tradicional, é necessário integrar os recursos do projeto ao invés de sugerir melhorias na realização, para que os melhores projetos fossem mais compatíveis com a realidade de execução in loco do empreendimento (ÁVILLA, 2012).

Dessa forma, um projeto de compatibilidade na construção civil se constitui como uma atividade de gestão de projetos em que a integração das disciplinas se baseia na análise das possíveis interações entre os diferentes elementos e componentes do projeto. A partir de uma forma sistemática de demonstrar o equilíbrio dos ajustes necessários e a correspondência ideal entre os diferentes temas propostos nas diferentes fases do projeto de ação real que simplificam a implantação, antecipam potenciais problemas e minimizam conflitos e assim resultam também em melhorias durante a construção (ÁVILLA, 2012). A compatibilidade começa durante o processo de projeto arquitetônico, preferencialmente no curso preparatório, onde há muita flexibilidade e capacidade de desenvolvimento compatível com outros projetos. Quanto mais avançados os projetos, mais difícil é obter a interoperabilidade.

Callegari (2017) destaca que a interoperabilidade na fase de projeto permite obter, corrigir e propor novas soluções para melhorar a eficiência. Portanto, a preparação de projetos futuros reduz a incerteza de construção. A análise de incompatibilidades entre projetos permite implementar o procedimento qualitativamente respeitando a adequação e eficiência através da melhoria contínua e da implementação de melhorias, ações corretivas do projeto arquitetônico e construção da edificação.

## 2.1 Plataforma BIM

O conceito BIM para a área da Arquitetura, Engenharia e Construção Civil (AEC) serve de embasamento para as ferramentas que permitem simular o desenvolvimento de um bairro, de uma cidade; o comportamento de uma edificação frente a questões climáticas, de segurança, energéticas e de consumo de materiais. Ou seja, permite simular o ciclo de vida da benfeitoria, seus impactos, interferências e ganhos sociais. Com o BIM as fases de projeto destacam-se por sua importância, pois possibilitam realizar análises mais acuradas da viabilidade econômica, urbanística, ambiental e social, no curto, médio e longo prazo, ou seja, da sustentabilidade da benfeitoria (CRESPO; RUSCHEL, 2017).

Segundo Kensek (2018, p.11), *Building Information Modeling* ou também conhecido em português como Modelagem da Informação da Construção (BIM) é um modelo digital feito a partir de um arquivo padrão compartilhado entre equipes, utilizando informações parametrizadas e geométricas para modelar um projeto em todas as suas etapas, partindo da concepção de um projeto, execução, manutenção e até demolição, objetivando a melhoria nos processos e resultados.

De acordo com Eastman et. al. (2014), o BIM é uma filosofia de trabalho que integra arquitetos, engenheiros e construtores (AEC) na elaboração de um modelo virtual preciso, que gera uma base de dados que contém tanto informações topológicas como os subsídios necessários para orçamento, cálculo energético e previsão de insumos e ações em todas as fases da construção.

O BIM é muito mais que um desenho em 3D. Permite aos profissionais trabalharem de modo integrado e colaborativo, desde a concepção do projeto até a demolição da construção; trata-se de um novo fluxo de trabalho na construção civil, pois há agilidade e eficiência no modo de projetar, armazenamento e compartilhamento entre os envolvidos, além de disponibilizar quais materiais e suas especificações a ser empregados na obra, elementos e orientações para execução e manutenção do empreendimento durante todo seu ciclo de vida, antecedendo interferências e impactos da estrutura em sua realidade geográfica e social (ANANTATMULA, 2018).

Com o uso do BIM, as fases de projeto se destacam por sua importância. Na Figura 1, pode-se analisar o ciclo de uma construção.



Conforme visto na figura acima, é possível identificar através da modelagem BIM os impactos, interferências e demais processos os quais possibilitam uma análise acurada de viabilidade econômica, energética, urbanista, social e ambiental, no curto, médio e longo prazo.

De acordo com Eastman et. al. (2014), quando implementado de maneira apropriada, o BIM facilita um processo de projeto e construção mais integrado que resulta em construções de melhor qualidade com custo e prazo de execução reduzidos.

Ainda Segundo Eastman et. al. (2014, p.155), utilizar a plataforma BIM permite que haja uma visualização e maior compreensão sobre o projeto, criar, alterar, excluir, acrescentar ou substituir detalhes e aspectos importantes na fase pré-construção, explorar possibilidades seria o ponto chave. O uso do BIM no processo de elaboração de projetos é considerado a partir de quatro pontos de vista sendo o primeiro o projeto conceitual ou ante projeto; segundo trata-se do uso do BIM para projeto e análise dos sistemas prediais; o terceiro é o uso do BIM convencional no desenvolvimento de informação a nível da construção e quarto e último ponto de vista é a integração de projeto e construção.

### 2.1.1 Interoperabilidade na Plataforma BIM

Crespo e Ruschel (2017), organização não governamental norte americana, afirmam que o BIM é uma ferramenta poderosa que pode mudar a forma como nossa indústria projeta, constrói, opera e mantém instalações.

De acordo com Kensek (2018, p.79), todo o processo da Modelagem da Informação da Construção depende de duas bases tecnológicas: as ferramentas de projeto paramétrico e interoperabilidade. A modelagem paramétrica define que os objetos possuem parâmetros e que têm a habilidade de vincular-se a ou receber, divulgar ou exportar conjuntos de atributos, sendo que esses objetos modificam automaticamente as geometrias associadas, alterando como um todo. A interoperabilidade representa a necessidade de passar dados entre aplicações, permitindo que múltiplos tipos de especialistas e aplicações contribuam para o trabalho em questão, para planejamento, projeto, construção e gerenciamento de edificações é utilizado o Industry Foundation Classes (IFC).

O Industry Foundation Classes (IFC) é uma especificação de dados de padrão aberto, baseada em objetos, neutro em relação ao fornecedor, de código-fonte aberto e livremente disponível para o público e desenvolvedores de software. Seu objetivo é a interoperabilidade BIM e é usado para descrever componentes de construção e dados de construção (FABRICIO, 2012).

Segundo Eastman et. al. (2014), IFC – para planejamento, projeto, construção e gerenciamento de edificações – e o CIS/2 – para engenharia e fabricação de aço estrutural. De acordo com Kensek (2018), a BuildingSmart Internacional é quem realiza a certificação IFC, permitindo aos usuários alta fidelidade no intercâmbio de dados, pois há vários meios para compartilhar, além da concretização de dados em BIM, sendo projeto, análise ou simulação.

A interoperabilidade permite que todos os envolvidos no modelo possam sugerir alterações no modelo de modo que este tenha um melhor desempenho da AEC e redução de erros no canteiro de obras (FU, 2016). Entretanto, a interoperabilidade pode não ocorrer de com uma eficiência de 100%, devido haver vários fornecedores diferentes, por exemplo, Autodesk, AltoQi, Solibri, entre outros (GARBER, 2019).

O uso do IFC na construção civil permitirá avançar e muito na questão de gestão e aproveitamento dos recursos disponíveis em projeto e em obra. Seus

recursos tecnológicos permitem análises e simulações virtuais, que antes do BIM não eram possíveis, e a aplicação do conhecimento permanecia muitas vezes no sentido empírico. O IFC inclui definições sobre os elementos de um edifício, como equipamentos de AVAC, espaços, zonas, móveis, elementos estruturais etc. e também inclui propriedades específicas do objeto (KENSEK, 2018, p. 101).

De acordo com Eastman et. al. (2014), “ainda que o IFC seja capaz de representar uma ampla gama de projetos de construção, informações de engenharia e de produção, a gama de possíveis informações a serem intercambiadas na indústria AEC é enorme”. É fácil identificar as funções que o IFC gera para um empreendimento, através desta interoperabilidade entre profissionais e dados, possibilita projetar, analisar, construir e manter a estrutura funcional com base em dados.

As entidades bases são compostas para definir objetos comumente usados em AEC, chamados de *Shared Objects* (Objetos Compartilhados) no modelo IFC. Estes incluem elementos da construção, como paredes genéricas, pisos, elementos estruturais, elementos de sistemas prediais. Elementos de processos, elementos de gerenciamento e características gerais. O nível mais alto do modelo de dados IFC são as extensões específicas de domínio. Estas lidam com diferentes entidades específicas necessárias para determinado uso (EASTMAN et. al., 2014, p.75).

Segundo Kensek (2018), a criação e o desenvolvimento do IFC não tiveram origem para atender conter as informações paramétricas, seu objetivo é permitir que esses dados e informações se comuniquem bem em sistemas diferentes, como mesclar o projeto arquitetônico com o estrutural que são elaborados em softwares diferentes.

A principal vantagem oferecida pelo formato IFC é a possibilidade de permitir a colaboração entre as várias figuras envolvidas no processo de construção, permitindo o intercâmbio de informações através de um formato padrão. Isso implica maior qualidade, redução de erros, redução de custos e economia de tempo, com dados e informações coerentes em fase de desenho, realização e manutenção (ROBINSON, 2017).

## 2.2 Apresentação da Edificação

O empreendimento que foi obtido e realizado para estudo da presente pesquisa se refere à uma edificação residencial que possui uma área total de 7853 m<sup>2</sup>, com 16 pavimentos, 3 destes são níveis destinados para a garagem e o térreo, com hall de entrada e vaga para visitantes. Para melhor percepção do empreendimento a Figura 2 ilustra a sua perspectiva obtida pelo Revit.

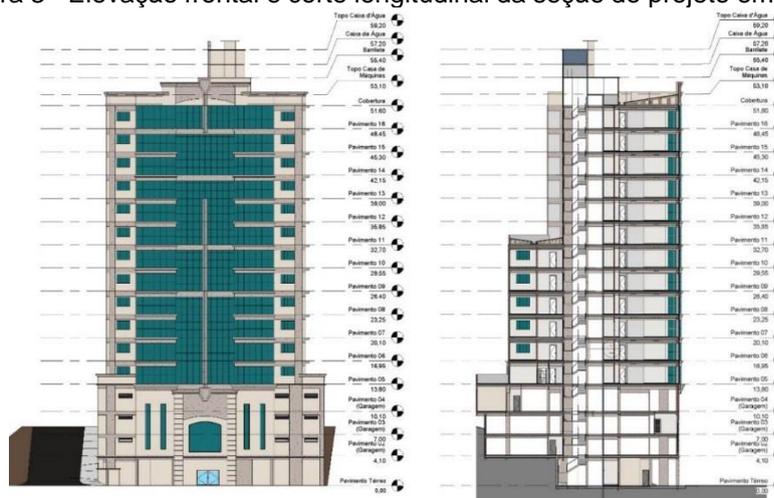
Figura 2 – Perspectiva isométrica do projeto analisado.



Fonte: Autoria Própria (2022).

E para melhor ilustração da edificação se analisa sua elevação e corte longitudinal por meio da Figura 3.

Figura 3 - Elevação frontal e corte longitudinal da seção do projeto em análise



Fonte: Autoria Própria (2022).

Os apartamentos possuem duas diferentes configurações de ambientes, sendo do pavimento 6º até o 10º com 3 apartamentos por andar e do 11º até o 16º 2 apartamentos por andar.

Como se observa pelo empreendimento então apresentado, sua realização se deu através do projeto e modelo desenvolvido em uma plataforma BIM, no caso o Revit, seguindo as diretrizes e determinações do projeto arquitetônico para que o mesmo representasse graficamente a edificação que foi concebida e criada no projeto original estabelecido. É possível analisar a realização da compatibilidade através das ferramentas de interoperabilidade do Revit, verificando as conformidades com os outros elementos e complementos de projeto da edificação.

### 2.3 Análise do Processo de Compatibilização do Projeto

A compatibilidade da edificação dentro da plataforma Revit foi realizada paralelamente às fases de desenvolvimento do modelo; dessa forma, para efeito de análise e avaliação serão demonstradas todas as verificações e avaliações que foram obtidas durante o processo de compatibilidade do modelo. Uma questão importante a ser esclarecida é que as instalações elétricas não foram compatibilizadas com o projeto e nem usadas no modelo, esse fator ocorreu devido a licença do software utilizado não ter os direitos autorais para uso dos componentes da área de instalação elétrica, dessa forma, estes elementos não foram abordados pela presente pesquisa.

A interoperabilidade e realização de compatibilização do projeto como contextualizado anteriormente, só foi possível devido ao uso da ferramenta BIM, o Revit da Autodesk. Primeiro a realização da modelagem e correção de erros analisados se deu por meio do Revit Architecture, tendo o uso específico para o desenvolvimento do modelo arquitetônico que concebeu o projeto original do empreendimento, foi utilizado também o complemento do software, sendo no caso o Revit Structure, que tinha a função específica de detalhar e modelar os elementos estruturais da edificação, por fim foi utilizado o Revit MEP, sendo o complementado adotado para as instalações prediais e para projetos complementares, e foi através desse que se permitiu integrar os diferentes modelos, realizar a análise de erros e assim compatibilizar o projeto.

O processo de compatibilidade se deu de dois modos diferentes, o primeiro processo foi através da análise manual e verificação visual, conforme introduzido e apresentado na teoria, onde se avaliou e analisou as diferentes inconsistências possíveis de ser encontrada no modelo, o segundo modo foi através da ferramenta automatizada que o software possui chamada “Verificação de Interferências”, onde

são listadas diferentes elementos do modelo para avaliação e verificação que apresentam e demonstram incompatibilidades entre os componentes construtivos da edificação. É importante ressaltar que o processo manual foi necessário, pois o modo automatizado do software não conseguiu chegar a todas as inconsistências que foram obtidas pelo Revit

Portanto, obtendo todos os resultados de inconformidades que foram verificadas e analisadas dentro do modelo e a partir da realização das suas correções através da compatibilidade é possível detalhar através da Tabela 1, todo esse processo.

Tabela 1 - Compatibilização do projeto.

Compatibilização	Disciplinas	Tipo	Pavimento	Descrição	Solução adotada
1	Arquitetônico	Incoerência	11º	Não foi desenhado parede ao lado do telhado	Correção automática pelo softw are; este tipo de erro não ocorre no Revit
2	Arquitetônico	Incoerência	5º	Telhado em frente à sacada do apartamento tipo 02	Retirou-se o telhado e impermeabilização da laje
3	Arquitetônico	Incoerência	Cobertura	Vão de descida do pluvial desalinhado com pavimentos adjacentes	Alinhamento do vão
4	Arquitetônico	Incoerência	Cobertura	Platibanda desalinhada	Alinhamento da platibanda com paredes
5	Arquitetônico	Incoerência	Cobertura	Altura do telhado ultrapassou altura da platibanda	Altura da platibanda aumentou de 1,50m para 1,85m; inclinação do telhado mudou de 15% para 13%
6	Arquitetônico	Incoerência	5º	Telhado sobre janela do BWC da Suíte - apartamento tipo 02	Divisão do telhado em duas águas com calha central
7	Estrutural	Incoerência	6º a 11º	Viga e laje da sacada do apartamento tipo 03 desalinhadas com pilar	Fez-se um dente na viga e laje para alinhá-los ao pilar
8	Instalações	Incoerência	Cobertura	A enorme área de telhado e a grande extensão da calha requerem mais descidas para água pluvial, além das existentes nas duas extremidades	Criação de mais uma descida para água pluvial no meio do vão da calha
9	Instalações	Incoerência	5º	A grande área de varanda próxima ao salão de festas requer mais de um ralo para captação de água pluvial	Adição de um segundo ralo na outra extremidade da varanda
10	Arquitetônico vs Estrutural	Desalinhamento Estrutura - Alvenaria	Fundação	Viga de baldrame desalinhada com parede do térreo	Alinhamento da parede com a viga de baldrame
11	Arquitetônico vs Estrutural	Desalinhamento Estrutura - Alvenaria	2º	Viga desalinhada com face externa da parede	Alinhamento da parede com a viga
12	Arquitetônico vs Estrutural	Sobreposição Estrutura - Esquadria	2º, 3º e 4º	Pilar sobrepondo janela (fachada frontal, lado esquerdo)	Diminuição da largura da janela
13	Arquitetônico vs Estrutural	Sobreposição Estrutura - Esquadria	2º, 3º e 4º	Pilar sobrepondo janela (fachada frontal, lado direito)	Diminuição da largura da janela
14	Arquitetônico vs Estrutural	Alteração de fachada	Térreo a 4º	Pilar criou um dente indesejado na fachada frontal - lado direito	Realocação da moldura sobre o dente para escondê-lo
15	Arquitetônico vs Estrutural	Sobreposição Estrutura - Esquadria	4º	Pilar sobrepondo janela (fachada de fundos)	Diminuição da largura da janela

Compatibilização	Disciplinas	Tipo	Pavimento	Descrição	Solução adotada
16	Arquitetônico vs Estrutural	Alteração de fachada	Térreo a 4º	Pilar criou um dente indesejado na fachada direita	Prolongamento do pilar até o andar superior, escondendo o dente
17	Arquitetônico vs Estrutural	Sobreposição Estrutura - Esquadria	2º e 3º	Vigas sobrepondo janelas da fachada frontal	Colocou-se uma parede de blocos de 9cm em frente ao pilar, permitindo a colocação das janelas
18	Arquitetônico vs Estrutural	Desalinhamento Estrutura - Alvenaria	6º	Pilar e viga desalinhados com face externa da alvenaria	Alinhamento da parede com o pilar e viga
19	Arquitetônico vs Estrutural	Desalinhamento Estrutura - Alvenaria	6º a 16º	Viga da sacada do tipo 02 desalinhada da laje proposta no projeto arquitetônico	Alinhamento da laje com a viga (redução da sacada)
20	Arquitetônico vs Estrutural	Desalinhamento Estrutura - Alvenaria	5º	Laje ao lado da área verde do 5º pavimento maior que a proposta no projeto arquitetônico	Aumentou-se a laje, conforme o projeto estrutural
21	Arquitetônico vs Estrutural	Desalinhamento Estrutura - Alvenaria	6º a 10º	Pilar criou dente indesejado na cozinha do apto tipo 03	Alinhamento da parede com o pilar
22	Arquitetônico vs Estrutural	Sobreposição Estrutura - Esquadria	6º a 16º	Pilar sobrepondo porta de entrada da Suíte 1 no apto tipo 01	Parede divisória das suítes 1 e 2 foi mudada de bloco de 14cm para 9cm
23	Arquitetônico vs Estrutural	Desalinhamento Estrutura - Alvenaria	Cobertura	Pilar criou dente indesejado na fachada direita	Realocação da moldura sobre o dente para escondê-lo
24	Instalações vs Arquitetônico	Sobreposição Tubulação - Esquadria	5º ao 16º	Tubulação de Água Pluvial da área técnica do espaço split da fachada esquerda obstruindo vista da janela	Redução da largura da janela de 1,80m para 1,60m
25	Instalações vs Estrutural	Sobreposição Tubulação - Estrutura	4º	Descida de Água Pluvial da cobertura, lado esquerdo, em sobreposição com viga de transição	Mudança na direção da descida em cima da laje, antes da viga
26	Instalações vs Estrutural	Sobreposição Tubulação - Estrutura	4º	Tubulação de Água Pluvial em sobreposição com Pilar P14	Alteração da coluna de Água Pluvial
27	Instalações vs Estrutural	Sobreposição Tubulação - Estrutura	4º	Tubulação de Água Pluvial em sobreposição com viga do G4	Alteração da direção do tê para a tubulação passar sob a viga
28	Instalações vs Estrutural	Sobreposição Tubulação - Estrutura	6 a 11	Descida de Água Fria da cozinha do apto tipo 03 em sobreposição com viga	Mudança da posição da coluna de Água Fria
29	Instalações vs Estrutural	Sobreposição Tubulação - Estrutura	4º	Tubulação de Água Fria em sobreposição com viga de transição do G4	Alteração da direção da tubulação para desviar a viga
30	Instalações vs Estrutural	Sobreposição Tubulação - Estrutura	6º a 10º	Tubulação de Água Fria em sobreposição com viga 605 do apto tipo 03	Em função da altura da viga ultrapassar o forro, será previsto a furação da viga para passagem da tubulação

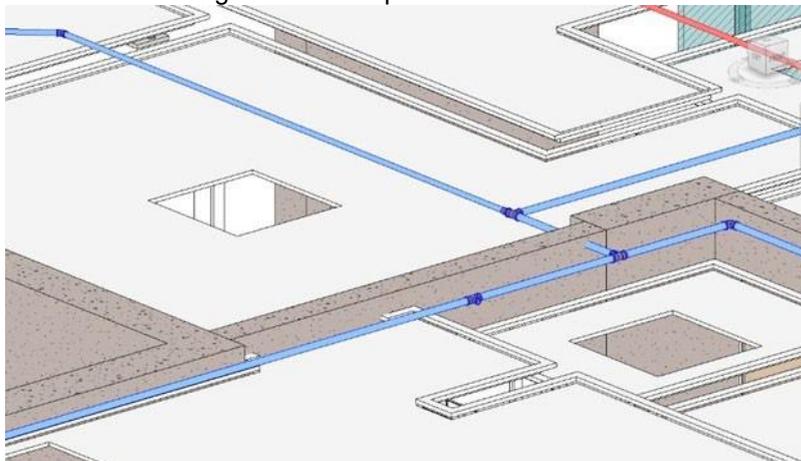
Compatibilização	Disciplinas	Tipo	Pavimento	Descrição	Solução adotada
31	Instalações vs Estrutural	Sobreposição Tubulação - Estrutura	6º a 16º	Tubulação de Água Fria em sobreposição com viga V638 do apto tipo 01	Em função da altura da viga ultrapassar o forro, será previsto a furação da viga para passagem da tubulação ( $\varphi$ 32mm)
32	Instalações vs Estrutural	Sobreposição Tubulação - Estrutura	6 a 16º	Tubulação de Água Fria em sobreposição com viga V615 do apto tipo 01	Em função da altura da viga ultrapassar o forro, será previsto a furação da viga para passagem da tubulação ( $\varphi$ 32mm)
33	Instalações vs Estrutural	Sobreposição Tubulação - Estrutura	6 a 16º	Tubulação de Água Quente em sobreposição com viga V642 do apto tipo 01	Em função da altura da viga ultrapassar o forro, será previsto a furação da viga para passagem da tubulação ( $\varphi$ 25mm)
34	Instalações vs Estrutural	Sobreposição Tubulação - Estrutura	6 a 10º	Tubulação de Esgoto Sanitário em sobreposição com viga entre cozinha e lavanderia do apto tipo 03	Criação de mucheta para descida da tubulação na cozinha
35	Instalações vs Estrutural	Sobreposição Tubulação - Estrutura	5º	Tubulação de Esgoto Sanitário de banheiros do apartamento tipo 02 em sobreposição com viga de transição	Aumento em 10cm do nível do box com relação ao nível do apartamento; Substituição da caixa sifonada para um modelo de menor altura (100x100x50); Desvio da coluna de queda do esgoto para fora da viga
36	Instalações vs Estrutural	Sobreposição Tubulação - Estrutura	5º	Tubulação de Esgoto Sanitário de banheiros do apartamento tipo 01 em sobreposição com viga de transição	Aumento em 10cm do nível do box com relação ao nível do apartamento; Substituição da caixa sifonada para um modelo de menor altura (100x100x50); Criação de mucheta em toda a divisa dos banheiros; Desvio da coluna de queda do esgoto para fora da viga; Utilização de vaso sanitário com saída lateral
37	Instalações vs Estrutural	Sobreposição Tubulação - Estrutura	5º	Tubulação de Esgoto Sanitário do banheiro da suíte master do apartamento tipo 02 em sobreposição com viga de transição	Aumento em 10cm do nível do box com relação ao nível do apartamento; Substituição da caixa sifonada para um modelo de menor altura (100x100x50); mudança na descida dos vasos sanitários para passarem por debaixo da viga

Compatibilização	Disciplinas	Tipo	Pavimento	Descrição	Solução adotada
38	Instalações	Sobreposição Tubulação - Tubulação	6 a 16º	Sobreposição de tubulação de Esgoto Sanitário com Água Fria e Água Quente no apartamento tipo 01	Mudança nas tubulações de água fria e água quente para desviar da tubulação de esgoto
39	Instalações	Sobreposição Tubulação - Tubulação	4º	Coluna de esgoto sanitário em sobreposição com tubulação de água pluvial no 4º pavimento	Desvio da tubulação de água pluvial

Fonte: Autoria Própria (2022).

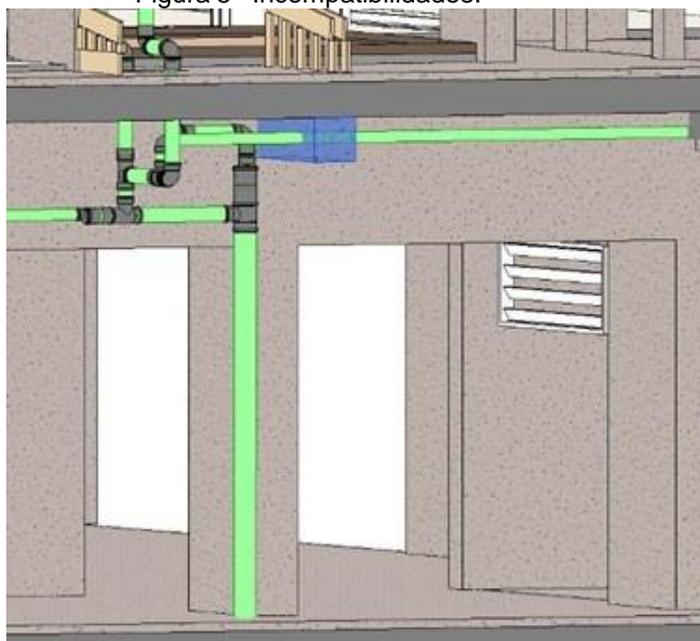
A seguir, é possível ver graficamente algumas das inconsistências encontradas no modelo em questão.

Figura 4 - Incompatibilidades



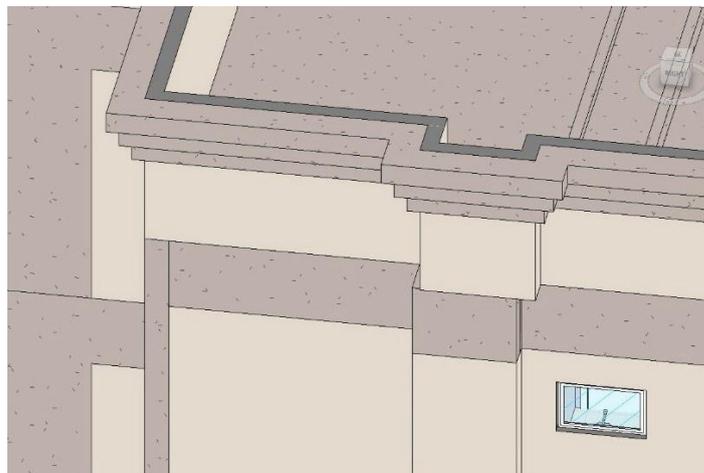
Fonte: Próprio autor

Figura 5 - Incompatibilidades.



Fonte: Próprio autor

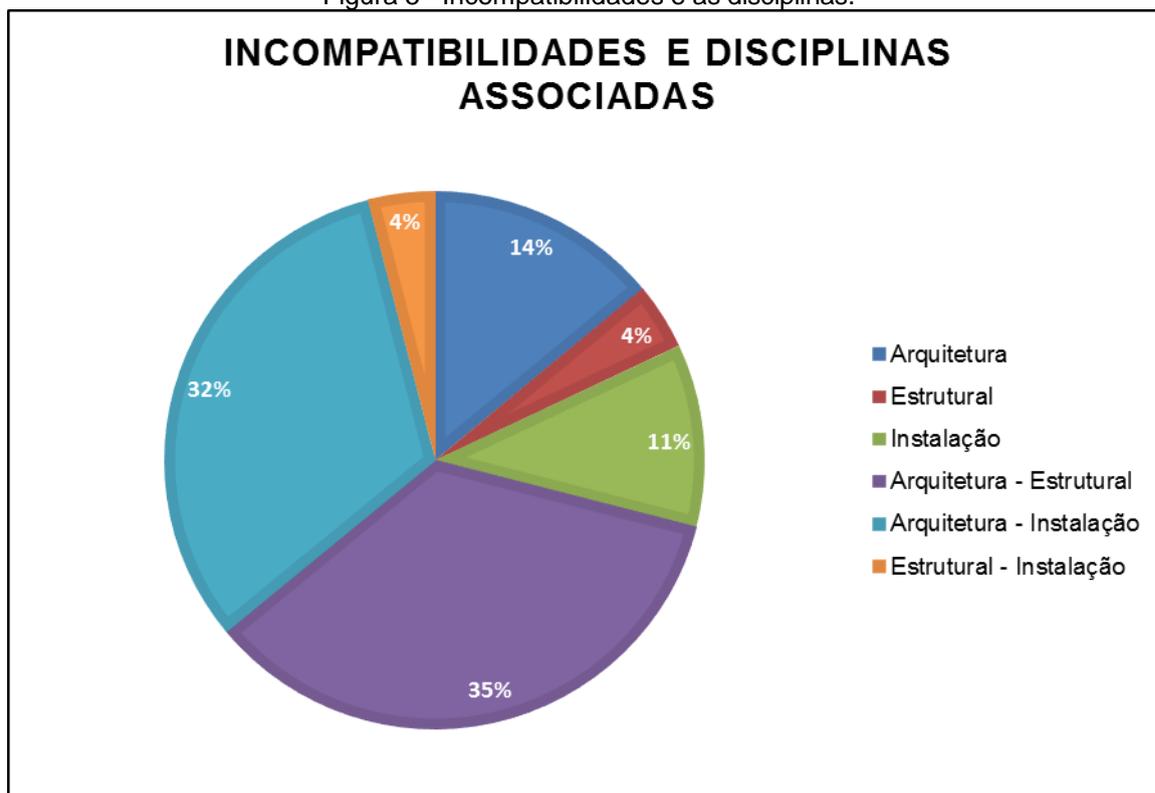
figura 5 - Incompatibilidades.



Fonte: Próprio autor

Analisando a Tabela 1, se verifica que 39 inconsistências foram consideradas dentro de todos esse processo, sendo o maior resultado a ocorrência de 14 inconformidades de projeto estrutural com arquitetônico e na sequência 13 inconformidades verificadas com relação do projeto estrutural e o projeto de instalações prediais. Conforme é detalhado pela literatura apresentada nos capítulos anteriores, esses realmente são os componentes construtivos que apresentam maiores inconformidades na compatibilização de um projeto de uma edificação, o principal aspecto que é associado a isso se refere ao desenvolvimento do projeto individual de cada processo construtivo, dessa forma, quando agregado todas essas partes a ocorrência de inconformidades é natural. É possível ilustrar na Figura 4 a relação das diferentes inconformidades analisadas na realização da sua compatibilidade.

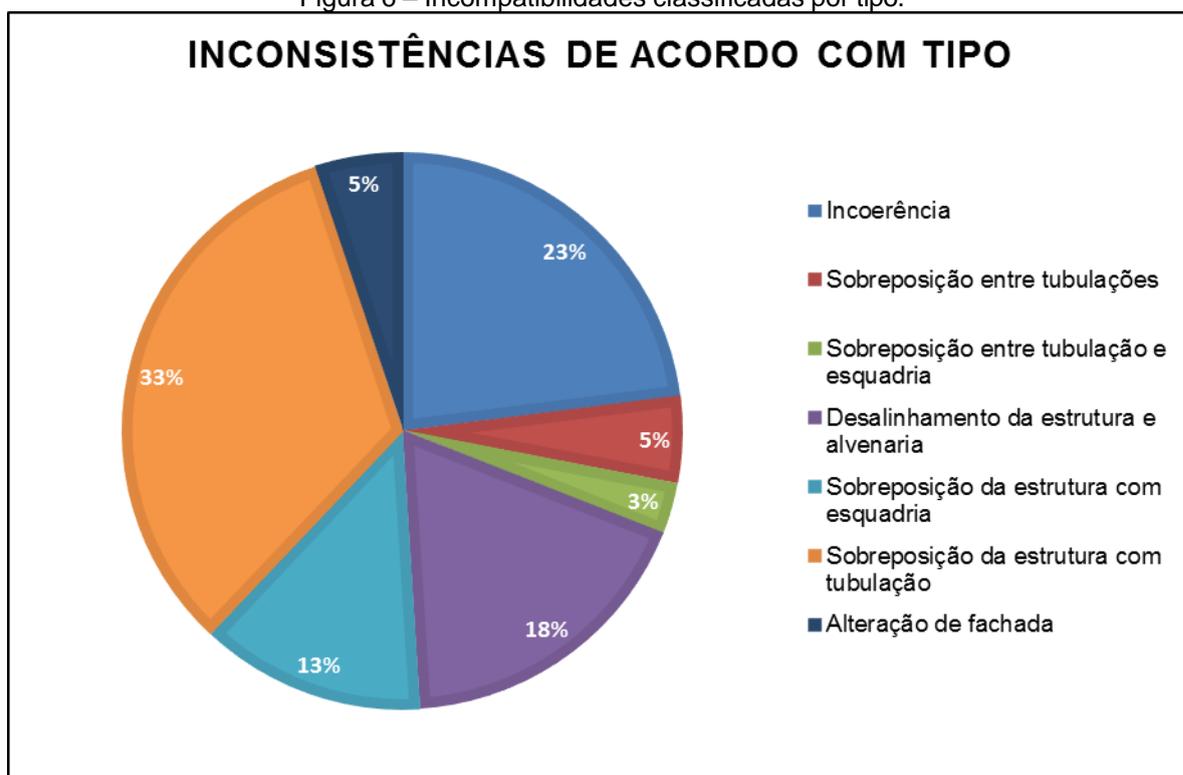
Figura 5 - Incompatibilidades e as disciplinas.



Fonte: Autoria Própria (2022).

Analisando a Tabela 1, se avalia também que o modo mais comum de incompatibilidade encontrada no modelo foi sobreposição de estrutura e tubulação hidrossanitária. Mesmo tendo maiores ocorrências de problemas entre o arquitetônico e o estrutural, as inconformidades analisadas foram classificadas em diferentes tipos, e teve uma maior predominância entre o desalinhamento da estrutural com as vedações de alvenaria. É possível verificar na Figura 5 a relação dos erros ocorridos de acordo com o tipo de inconsistência.

Figura 6 – Incompatibilidades classificadas por tipo.



Fonte: Autoria Própria (2022).

Portanto, com base nas inconsistências verificadas é possível até mesmo analisar e corrigir certos erros e vícios de desenvolvimento de projetos que muitas vezes levam a inconformidades e os dados e informações apresentados demonstram que a elaboração de um projeto com diversas informações e dados de diferentes componentes e elementos necessita da realização da integração e interoperabilidade de todos esses fatores, pois a realização de erros é quase inevitável e as plataformas BIM como elemento agregador, apresenta uma importante compreensão dentro da construção civil para que a qualidade final dos projetos e dos empreendimentos desenvolvidos tornem-se mais qualificados.

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve o propósito e intuito de realizar a análise do processo de compatibilidade de uma edificação utilizando o BIM como ferramenta de

interoperabilidade do projeto, e dessa forma avaliar a integração dos diferentes componentes e elementos projetados de um empreendimento considerando as inconsistências e detalhando a correção dos erros verificados.

Como foi possível contextualizar e apresentar no presente trabalho, a elaboração e realização de um projeto é um processo extremamente complexo, pois determina a criação e organização de tarefas e atividades, realiza o controle e direcionamento dos diferentes recursos, necessita da gestão de prazos e custos e assim demonstra ser um procedimento que carece do controle e gerenciamento de muitas informações diferentes e na construção civil isso se torna muito mais abrangente pois os projetos desenvolvidos e elaborados na construção civil contém diferentes sistemas construtivos, materiais, profissionais, serviços, diferentes tipos de custos (insumos, aluguéis, mão de obra, etc.), dessa forma é uma área que necessita e precisa de um projeto que seja bem claro e otimizado.

Portanto, a compatibilização de projetos é uma das abrangências utilizadas na construção civil que apresenta esse aspecto, pois é através dessa realização que se torna possível agregar diferentes tipos de projetos de um empreendimento, arquitetônico, instalações, estruturas e através da integração de dados e informações, sendo possível associar os elementos construtivos e corrigir erros de representação gráfica que já foram concebidos, evitando a ocorrência de erros e retrabalhos na execução da obra.

Foi possível apresentar e demonstrar a análise de um estudo prático através do uso de um modelo que foi realizado na plataforma BIM e assim detalhar a realização do processo de compatibilização. Os primeiros dados e informações apresentados pelo estudo demonstram que a ocorrência de erros de projeto é algo bastante natural e recorrente do desenvolvido de um empreendimento.

Dessa forma, foram analisadas e apresentadas as principais ocorrências e incompatibilidades encontradas sobre o projeto e se verifica como os maiores resultados observados resultam na ocorrência de inconsistência entre o projeto estrutural e arquitetônico e constantemente se observa a sobreposição da estrutura sobre as tubulações hidrossanitárias, sendo esses aspectos que podem ser corrigidos e alterados através da realização da compatibilização do projeto.

## **REFERÊNCIAS**

ANANTATMULA, V. S. **The Role of Technology in the Project Manager Performance Model**. Project Management Journal. Sylva: mar/2018. vol. 39, issue 1, p34-48, 2018.

AOUND, G., LEE, A., WU, S. **The utilization of Building Information Models in nD modeling: a study of data interfacing and adoption barriers**. 2015. Disponível em: <<http://www.itcon.org/2015/08>>. Acesso em: 25 jun. 2022.

ÁVILLA, V. M. **Compatibilização de Projeto na Construção Civil Estudo de Caso em um Edifício Residencial Multifamiliar**. Monografia (Especialização em Construção Civil), Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, Belo Horizonte, 2012.

CALLEGARI, S. **Análise da Compatibilização de Projetos em Três Edifícios Residenciais Multifamiliares**. Dissertação (Arquitetura e Urbanismo). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

CRESPO, C. C., RUSCHEL, R. C. **Ferramentas BIM: um desafio para a melhoria no ciclo de vida do projeto**. Proceedings of Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção Civil - TIC, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2017.

EASTMAN, C. et al. **Manual de BIM: Um guia de Modelagem da Informação da Construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. Porto Alegre: Bookman, 2014.

FABRÍCIO, M. M. **O Processo De Projeto Na Construção De Edifícios**. Gestão e Coordenação de Projetos de Edifícios. Notas de Aula. Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2014.

FABRÍCIO, M. M. **O Projeto Simultâneo na Construção de Edifícios**. Dissertação (Doutorado em Engenharia), Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

FU, C.; et al. **IFC model viewer to support nD model application**. Automation in Construction – 15 (2016) 178-185, 2016.

GARBER, R. **Optimisation Stories - The Impact of Building Information Modelling on Contemporary Design Practice**. Architectural Design. Volume 79, Issue 2, p. 6-13 - Special Issue: 'Closing the Gap', 2019.

GIL, A.C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. Edição: São Paulo, editora atlas s.a. 2014.

KENSEK, K. **Building Information Modeling: BIM: fundamentos e aplicações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018.

MARTINI, G. **BIM e as Políticas Públicas do Brasil**. 2018. Disponível em: <<https://www.gmarquiteturaengenharia.com/single-post/2018/03/10/BIM-E-AS-POLITICAS-P%C3%9ABLICAS-DO-BRASIL>> Acesso em: 25 jun. 2022.

MELHADO, S. B. **Coordenação de projetos de edificações**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2015.

NOVAES, C. C. **Ações para controle e garantia da qualidade de projetos na construção de edifícios**. Workshop Nacional De Gestão Do Processo De Projeto Na Construção De Edifício, 2018, São Carlos, 2018.

PICCHI, F. A. **Entrevista**. Revista Técnica, São Paulo, mar. / abr. 2013.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. – Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

ROBINSON, C. **Structural BIM: discussion, case studies and latest developments**. The Structural Design of Tall and Special Buildings. Volume 16, Issue 4, Pages 519 – 533, 2017.

RODRIGUES, W. C. **Metodologia Científica**. Paracambi: FAETEC/IST, 2014. SEBRAE/ SINDUSCON – PR. **Diretrizes Gerais para Compatibilização de Projetos**. Curitiba, 2015.

SILVEIRA, D. T.; GERHARDT, T. E. **Métodos de pesquisa**. Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS e pelo Curso de Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2018.

TAVARES JÚNIOR, W.; BARROS NETO, J. P.; POSSAMAI, O.; MOTA, E. M. **Um Modelo De Registro Das Tecnologias Para Uso Na Compatibilização De Projetos De Edificações**. Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, São Carlos, SP, 2013.