

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL REI
CAMPUS ALTO PARAÓPEBA

JOÃO PAULO VIEIRA
MARIANA BOUERI FERREIRA

**COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS DE ARQUITETURA E
ESTRUTURA POR MEIO DA PLATAFORMA BIM: ESTUDO DE CASO
NO MUNICÍPIO DE OLIVEIRA-MG**

**OURO BRANCO
ABRIL 2021**

**MARIANA BOUERI FERREIRA
JOÃO PAULO VIEIRA**

**COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS DE ARQUITETURA E
ESTRUTURA POR MEIO DA PLATAFORMA BIM: ESTUDO DE CASO
NO MUNICÍPIO DE OLIVEIRA-MG**

Trabalho de Conclusão de apresentado à
Coordenação do curso de Engenharia Civil da
Universidade Federal de São João del-Rei, Campus
Alto Paraopeba, como requisito parcial para a
obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

ORIENTADOR: Prof. Me. Marina Donato

**OURO BRANCO
ABRIL 2021**

**MARIANA BOUERI FERREIRA
JOÃO PAULO VIEIRA**

**COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS DE ARQUITETURA E
ESTRUTURA POR MEIO DA PLATAFORMA BIM: ESTUDO DE CASO
NO MUNICÍPIO DE OLIVEIRA-MG**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Graduação em Engenharia Civil, da Universidade Federal de São João del-Rei, Campus Alto Paraopeba, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em 12 / 04 / 2021.

COMISSÃO EXAMINADORA:

M.Sc. Marina Donato - UFSJ
Professora Orientadora do TCC

M.Sc. Laís Ferreira das Graças Souza Fonte - UFOP
(Banca Examinadora)

M.Sc. Jhonatan Willian Souza Faria - UFOP
(Banca Examinadora)

M.Sc. Jailo Mendes Barbosa - UFOP
(Banca Examinadora)

Ficha catalográfica elaborada pela Divisão de Biblioteca (DIBIB)
e Núcleo de Tecnologia da Informação (NTINF) da UFSJ,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

F383c FERREIRA, MARIANA BOUERI .
Compatibilização de projetos de arquitetura e
estrutura por meio da plataforma BIM : Estudo de
caso no Município de Oliveira-MG / MARIANA BOUERI
FERREIRA ; orientadora Marina Donato. -- Ouro
Branco, 2021.
78 p.

Trabalho de Conclusão (Graduação - Engenharia
Civil) -- Universidade Federal de São João del-Rei,
2021.

1. Compatibilização. 2. Projeto. 3. BIM. I.
Donato, Marina , orient. II. Título.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradecemos a Deus por nos guiar por todos esses anos iluminando nossos passos.

Aos nossos familiares pela compreensão e pelo apoio e estímulo em todos os momentos desta caminhada.

Aos nossos colegas de turma, pelo companheirismo, pela atenção e pela troca de informações que muito contribuíram, a fim de que alcançássemos juntos, os objetivos traçados.

A professora Marina Donato pela compreensão e pela ajuda fundamental para a finalização do trabalho de conclusão de curso.

A todos os nossos professores, futuros colegas, por terem se tornado nossos amigos, fizeram com que nós continuássemos e chegássemos até onde chegamos.

A empresa Layout Arquitetura por ter possibilitado a realização deste trabalho. Por fim, a todos aqueles que de alguma forma nos apoiaram e participaram direta ou indiretamente de nossa jornada até aqui.

RESUMO

O BIM já é uma realidade no mercado da construção civil, tendo a sua utilização crescendo a cada ano e possui inúmeros exemplos de sucesso. Através da implementação dessa tecnologia é possível atingir melhores resultados por meio de um processo mais interativo. Dentre as principais vantagens decorrentes da sua implantação, estão a redução de custos, prazos, erros em documentação e reclamações, além da melhoria da qualidade do produto final. O presente estudo buscou analisar e comparar o processo de compatibilização de uma edificação localizada na cidade de Oliveira MG, analisando as interferências e vantagens de se utilizar ferramenta BIM para a interoperabilidade entre os projetos arquitetônicos e estruturais em contrapartida de se utilizar ambos projetos separadamente como é comum de ser feito nos escritórios de engenharia e arquitetura no Brasil. As operações de interoperabilidade simulações e comparações foram realizados a partir dos projetos legais, arquitetônicos e estruturais enviados pelo escritório responsável pela obra e serviu de base comparativa para confronto com o desenvolvimento de tais projetos utilizando as ferramentas BIM, neste estudo focado na plataforma Revit. O estudo de caso serviu para demonstrar que se utilizando das ferramentas BIM e em exemplo o Revit, tivemos uma pré-visualização em 3D o que faz com que fosse possível analisar as interferências e incompatibilizações dos projetos estruturais e arquitetônicos ainda em fase de projeto, com análises visuais e por opções dentro da ferramenta do Revit. Observou-se em estudo in loco na edificação que as interferências obtidas na compatibilização acabaram ocorrendo na obra, o que nos mostra a eficiência desta ferramenta no estudo prévio das incompatibilidades de projetos, o que sugere que para futuros empreendimento é de grande valia o uso de tal ferramenta para os escritórios de arquitetura e engenharia.

Palavras chaves: Compatibilização. Projeto. BIM.

ABSTRACT

BIM is already a reality in the civil construction market, with its use growing every year and has numerous examples of success. Through the implementation of this technology, it is possible to achieve better results through a more interactive process. Among the main advantages resulting from its implementation, are the reduction of costs, deadlines, errors in documentation and complaints, in addition to improving the quality of the final product. The present study sought to analyze and compare the compatibility process of a building located in the city of Oliveira MG, analyzing the interferences and advantages of using a BIM tool for interoperability between architectural and structural projects, in contrast to using both projects separately as it is common to be done in engineering and architecture offices in Brazil. The simulations and comparisons interoperability operations were carried out from the legal, architectural and structural projects sent by the office responsible for the work and served as a comparative basis for confronting the development of such projects using the BIM tools, in this study focused on the Revit platform. The case study served to demonstrate that using the BIM tools and, for example, Revit, we had a 3D preview, which makes it possible to analyze the interferences and incompatibilities of structural and architectural projects still in the design phase, with visual and option analysis within the Revit tool. It was observed in an on-site study in the building that the interferences obtained in the compatibility ended up occurring in the work, which shows us the efficiency of this tool in the previous study of the incompatibilities of projects, which suggests that for future enterprise it is of great importance. it was worth using such a tool for architecture and engineering firms.

Keywords: Compatibilization. Design. BIM.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxo de trabalho em CAD.....	15
Figura 2 - Fluxo de trabalho em BIM.....	16
Figura 3 - Como metodologias tradicionais podem influenciar os custos do empreendimento ao longo das fases	17
Figura 4 - Relação custo/tempo na possibilidade de modificações do projeto.....	18
Figura 5 - Arranjo tradicional de equipe de projeto	22
Figura 6 - Diferentes componentes de um projeto em BIM (mecânico, elétrico e encanamento)	22
Figura 7 - Processo sequencial x simultâneo	25
Figura 8 - Esquematização das propriedades materiais do gbXML	31
Figura 9 - Importação CAD/TQS para Revit Structure	44
Figura 10 - Importação Revit Structure de CAD/TQS	45
Figura 11 - Importação do Revit Structure para o Revit Architecture	46
Figura 12 - Local da realização da obra	50
Figura 13 - Local da realização da obra	51
Figuras14 - Incompatibilidade encontrada no pavimento subsolo	52
Figuras15 - Incompatibilidade encontrada no pavimento térreo	53
Figuras16 - Incompatibilidade encontrada no 1º pavimento	54
Figuras17 a 24 - Fotos tiradas da obra <i>in loco</i>	55 e 56
Figura 25 - Fotos do software realizando a verificação de interferência.....	52
Figuras26 a 29 - Incompatibilidades e correções apresentadas pela plataforma BIM	59
Figuras30 a 35 - Incompatibilidades e correções apresentadas pela plataforma BIM	60
Figuras36 a 39 - Incompatibilidades e correções apresentadas pela plataforma BIM	61
Figura 40 - Modelo estrutural gerado pelo Revit	62
Figura 41 - Modelo 3D gerado pelo Revit.....	62

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Softwares que utilizam a plataforma BIM	27
Quadro 2 - Barreiras de implementação de BIM.....	28
Quadro 3 - Possibilidades de utilização do BIM	32
Quadro 4 - Diferenças entre o ConsensusDOCS 301-BIM Addendum e o AIA E202.....	34
Quadro 5 - Comparativo entre a dinâmica em CAD e em BIM	42

LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

AEC – Arquitetura, Engenharia e Construção

BIM – *Building Information Modeling*

CAD– *Computer Added Design*

CBPP – Programa de Melhores Práticas de Construção

CoViD-19 – Corona Virus Disease 2019

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte

IAI – Aliança Internacional para a Interoperabilidade

IFC – *Industry Foundation Classes*

M4I – Movimento para Inovação

PFI – iniciativas de financiamento de projetos

TIC – Tecnologias de Informação e Comunicação

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO	12
1.2 JUSTIFICATIVA	13
1.3 OBJETIVO GERAL	13
1.4 OBJETIVO ESPECÍFICO	13
1.5 ESTRUTURA E ASPECTO METODOLÓGICO	14
2 TECNOLOGIA NO DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS	15
2.1 FLUXO DE TRABALHO EM CAD	15
2.2 FLUXO DE TRABALHO EM BIM	15
3 O BIM NO BRASIL	17
3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	17
3.2 O USO DO BIM NOS ESCRITORIOS DE ARQUITETURA	20
3.3 NÍVEL DE MATURIDADE BIM	24
3.4 ENGENHARIA SIMULTÂNEA	25
4 FERRAMENTAS BIM	26
4.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	26
4.2 PROGRAMAS INFORMACIONAIS BIM UTILIZADOS NA PESQUISA	29
4.3 INTEROPERABILIDADE	29
4.4 PROJETOS ESTRUTURAIS E A PLATAFORMA BIM	32
4.5 IFC – INDUSTRY FOUNDATION CLASSES	37
5 COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS	40
5.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	40
5.2 DIMENSÕES DA COMPATIBILIZAÇÃO BIM	44
5.3 DETECÇÃO DE CHOQUES E INTERFERÊNCIAS (“CLASH DETECTION”).....	47
6 ESTUDO DE CASO	50
6.1 DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO	50
6.2 COMPATIBILIZAÇÃO VIA PROCESSO BIM	57
6.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS DO ESTUDO DE CASO	58
7 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	63
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64
ANEXO I Planta Baixa Pavimento Subsolo.....	67
ANEXO II Planta Baixa Pavimento Térreo.....	68

ANEXO III Planta Baixa Primeiro Pavimento – Mezanino.....	69
ANEXO IV Planta de Forma Pavimento Subsolo	70
ANEXO V Planta de Forma Pavimento Térreo	71
ANEXO VI Planta de Forma Primeiro Pavimento – Mezanino	72
APÊNDICE A Planta Baixa Compatibilizada do Pavimento Subsolo	73
APÊNDICE B Planta Baixa Compatibilizada do Pavimento Térreo	74
APÊNDICE C Planta Baixa Compatibilizada do Primeiro Pavimento – Mezanino	75
APÊNDICE D Relatório Incompatibilidade gerado pelo Revit	76

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

O processo tradicional de desenvolvimento de projetos, desde sua concepção até sua fase construtiva é em sua maioria muito fragmentado, não tendo um segmento único com uma base fixa, tende a não ser assertivo, isso se deve a inúmeros fatores, desde a incompatibilização entre os tipos de projetos que são necessários a uma obra, a dificuldade de execução de vários projetos ao mesmo tempo sem ter um projeto único onde se possa analisar a iteração, benéfica ou não, entre eles.

A concepção e produção de projetos, do ponto de vista da engenharia e arquitetura, encontra técnicas e soluções projetuais que vão de acordo com o crescimento tecnológico da época, e também a presença das limitações apresentadas pela tecnologia atual, a evolução das técnicas computacionais acarretaram em uma mudança como vemos o mundo da construção.

O desenho assistido por computador (Computer Added Design – CAD) trouxe uma revolução para o mundo da engenharia e arquitetura, tendo seu início por volta da década de 1970, com desenvolvimento dos primeiros programas voltados para o auxílio da representação gráfica em 2D (KALE e ARDITI, 2005). Com o avanço tecnológico outras ferramentas surgiram, para suprir a necessidade da informatização dos processos da construção civil, visando uma melhora na trabalhabilidade e nos resultados obtidos nos processos construtivos.

A partir da mudança do sistema construtivo ouve-se a necessidade de uma fermenta na qual se assegura que toda a representação gráfica e computacional definida na fase de concepção e projeto possa de fato estar em concordância e ser executada da maneira que foi pensada, sem a necessidade de retrabalho, minimizando as interferências entre os diversos tipos de projetos encontrado em um projeto, evitando atrasos e custos não previstos.

Diante desta realidade surge o conceito BIM (Building Information Modeling) que auxilia no processo construtivo, pois fornece uma nova visão sobre o projeto, apresentando uma modelagem em 3D, na qual reúne todas as informações dos diversos projetos de uma edificação em um único modelo. Proporcionando assim uma integração entre as equipes que antes trabalhavam de forma autônoma. O presente trabalho tem como objetivo apresentar uma alternativa as diversas incompatibilidades hoje presentes na maioria das obras da construção civil feita por modelos tradicionais geralmente apresentados em sobreposição de plantas em 2D.

1.2 JUSTIFICATIVA

Visto que o processo construtivo convencional, desde sua fase conceptiva até sua execução, apresenta diversos problemas relacionados a compatibilização dos projetos presentes na edificação, e diante disto, surge a tecnologia BIM, capaz de otimizar os processos projetuais e construtivos, evitar retrabalhos e racionalizar gastos.

Uma das grandes vantagens da utilização da tecnologia BIM é a possibilidade de visualização das possíveis interferências entre os projetos que vão dar forma a uma obra, analisando os conflitos antes da execução dos projetos e permitindo alterações em sua fase inicial, evitando gastos com retrabalho quando a obra está em andamento.

A análise dos processos de compatibilização dos sistemas estruturais, arquitetônicos, elétrico hidráulicos entre outros são de grande valia para empresas construtoras e do ramo da engenharia civil e arquitetura, visto que a mudança para este novo modelo construtivo com base na tecnologia BIM se mostra muito vantajoso se comparando com o modelo tradicional.

1.3 OBJETIVO GERAL

Através de um estudo de caso onde diversas mudanças projectuais foram necessárias já na fase de construção, este trabalho visa analisar de que forma a implementação da plataforma BIM pode auxiliar na compatibilização dos projetos arquitetônico e estrutural afim de diminuir o índice de erros, os quais resultam em retrabalho e desperdício de materiais, onerando o custo do empreendimento.

1.4 OBJETIVO ESPECÍFICO

- Fazer uma revisão bibliográfica para aprofundar o conhecimento sobre artigos e informações já publicadas sobre a compatibilização de projetos através da plataforma BIM.
- Aprender a utilização e funcionalidade da plataforma BIM e suas vantagens perante outros softwares.

- Fazer a compatibilização dos projetos arquitetônico e estrutural através da plataforma BIM de um projeto de uma residência unifamiliar que se encontra na fase de construção.
- A partir de uma vistoria em campo, apontar por meio de fotos os problemas decorridos pela falta de compatibilização.

1.5 ESTRUTURA E ASPECTO METODOLÓGICO

A monografia em questão foi estruturada em oito capítulos. O primeiro de destina à introdução, apresentando o tema e fornecendo uma breve justificativa e objetivo do estudo.

No segundo capítulo são abordados conceitos de etapas para a elaboração de um projeto de construção civil assim como normas técnicas e manuais utilizados.

O terceiro capítulo descreve tecnologias e fluxogramas empregados para o desenvolvimento de projetos, abordando principalmente a plataforma BIM e suas dimensões.

O quarto capítulo, por sua vez, se aprofunda no sistema BIM e seus principais softwares utilizados por engenheiros e arquitetos e suas eventuais vantagens.

O quinto capítulo discorre sobre como ocorre a compatibilização de projetos e suas dimensões e a detecção e interferências que podem ocorrer.

O sexto capítulo é reservado para a apresentação do estudo de caso, compatibilização e análise de resultados obtidos.

O sétimo capítulo apresenta as considerações finais e sugestões para trabalhos futuros.

Por fim no oitavo capítulo o referencial bibliográfico.

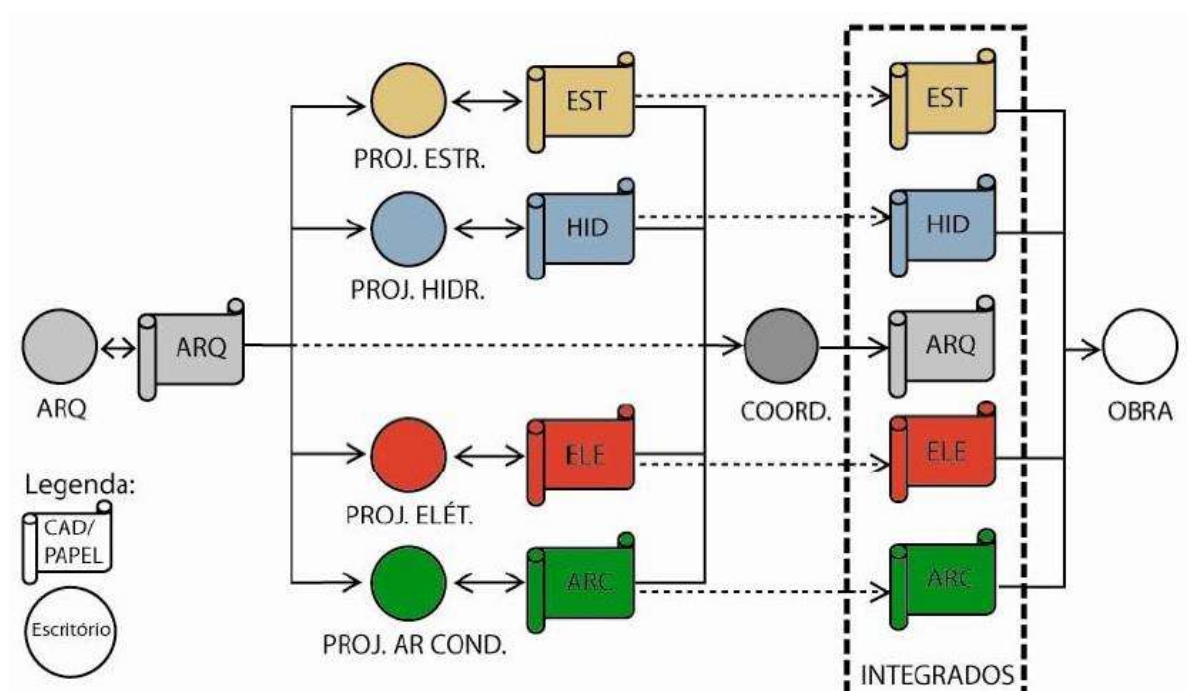
2 TECNOLOGIA NO DESENVOLVIMENTO DE PRJETOS

2.1 FLUXO DE TRABALHO EM CAD

O fluxo de trabalho dentro da plataforma CAD se dá a partir da produção de desenhos relacionados a cada disciplina de maneira vertical, sequencial, o que dificulta a troca de dados e facilita a perda de informação, o que torna o processo menos eficiente. As disciplinas são concebidas uma seguida da outra sem acontecer um diálogo e uma troca de informação durante o processo de criação de cada projeto (arquitetura, estrutura e etc).

O desenvolvimento de projeto convencional, segundo Goes (2011), tem como objetivo a produção de documentação satisfatória para a construção. Este, processo de produção, porém, pode ter seu desenvolvimento prejudicado com falta de integração entre as disciplinas desenvolvidas paralelamente, apresentando resultados com informações insuficientes ou conflitantes nos projetos de execução. A Figura 1 mostra como o fluxo de projeto se desenvolve num caso tradicional.

Figura 1 – Fluxo de trabalho em CAD



Fonte: Goes (2011)

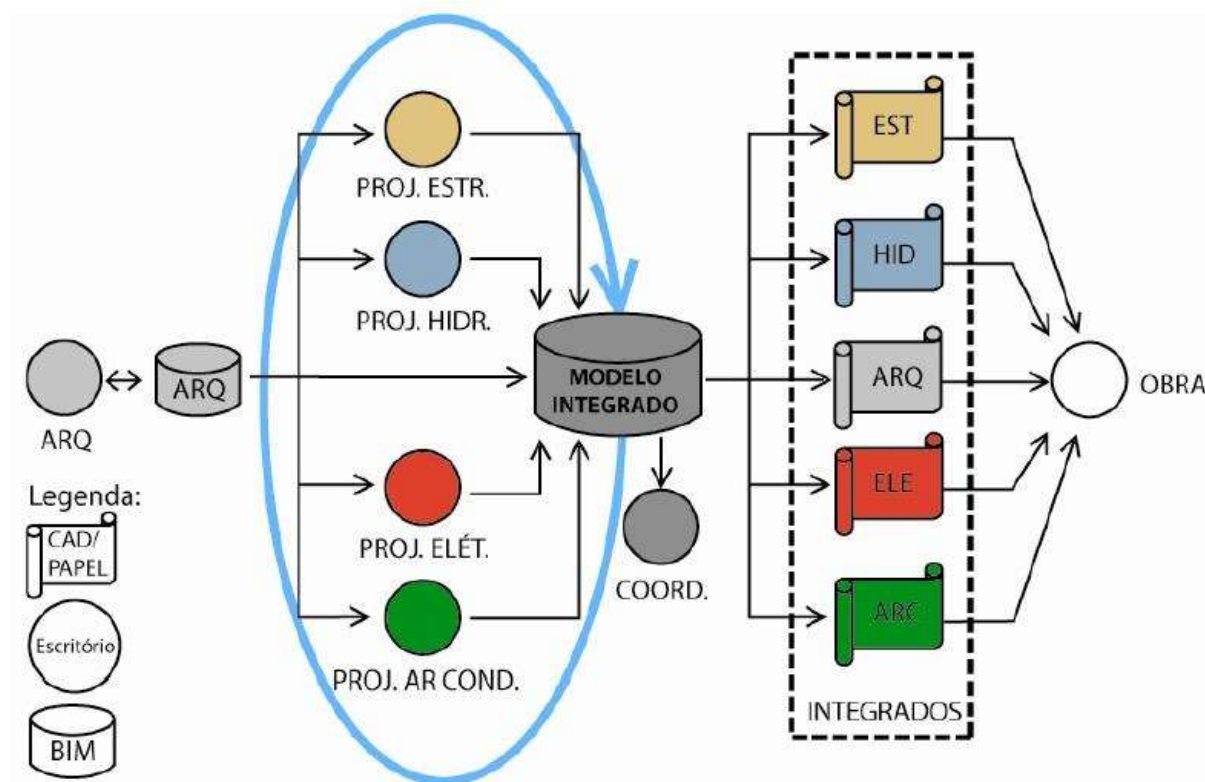
2.2 FLUXO DE TRABALHO EM BIM

O fluxo de elaboração de projeto em BIM deve se dar de forma integrada entre os diversos profissionais envolvidos. São geradas inúmeras informações simultaneamente e em

diferentes disciplinas de projeto. Apesar de todas as informações do projeto estarem contidas em um modelo com banco de dados único, a integração entre os profissionais ainda se faz quase que obrigatória.

Segundo Goes (2011) a aplicação da plataforma BIM no desenvolvimento de projetos interfere não só no fluxo de informações, mas também nas interfaces entre os projetistas e o coordenador de projetos (BIM Manager). A partir do BIM, o projeto deixa de ser encarado como um processo linear e paralelo e torna-se integrado, como mostra a Figura 2.

Figura 2 – Fluxo de trabalho BIM



Fonte: Goes (2011)

3 BIM NO BRASIL

3.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS/INICIAIS (ou outro título que acharem mais adequado)

Segundo Costa (2013), a construção de um empreendimento envolve uma série de fatores, de ordem material e financeira. Além disso, com a profissionalização do setor, este ramo de atuação cresceu muito em complexidade, o que em boa parte se deve ao respeito as normas regulamentadoras. Isso faz com que diversos setores profissionais passem a atuar cada um com um foco distinto, o que implica em um forte trabalho de gestão para coordenar todos estes trabalhos.

Ainda de acordo com Costa (2013), a complexidade dos projetos gerados em decorrência da evolução da tecnologia e hábitos modernos, trouxe como consequência um prejuízo para a comunicação e a integração das equipes. Uma situação que leva ao principal problema a ser analisado neste estudo. A incompatibilidade entre diferentes projetos de uma edificação que, na maioria das vezes, só chegam a ser identificados e solucionados no canteiro de obras, o que certamente traz consigo a consequência de gastos não planejados e atraso na entrega. A Figura 3 ilustra a capacidade de influenciar os custos de acordo com o tempo da obra.

Figura 3 – Como metodologias tradicionais podem influenciar os custos do empreendimento ao longo das fases



Fonte: Costa (2013)

Conforme Costa (2013), os erros originados na etapa de confecção do projeto são se responsabilizam por 60% das patologias na construção, sendo que grande parte desses erros é ocasionada por incompatibilidade entre os projetos de diferentes segmentos. Além disso, observa também que atualmente no Brasil a ferramenta CAD bidimensional é a que encontra mais aceitação no meio profissional da arquitetura e engenharia civil, ferramenta esta que, no entanto, não tem uma proposta tão integrada quanto o BIM, resultando em fragmentação.

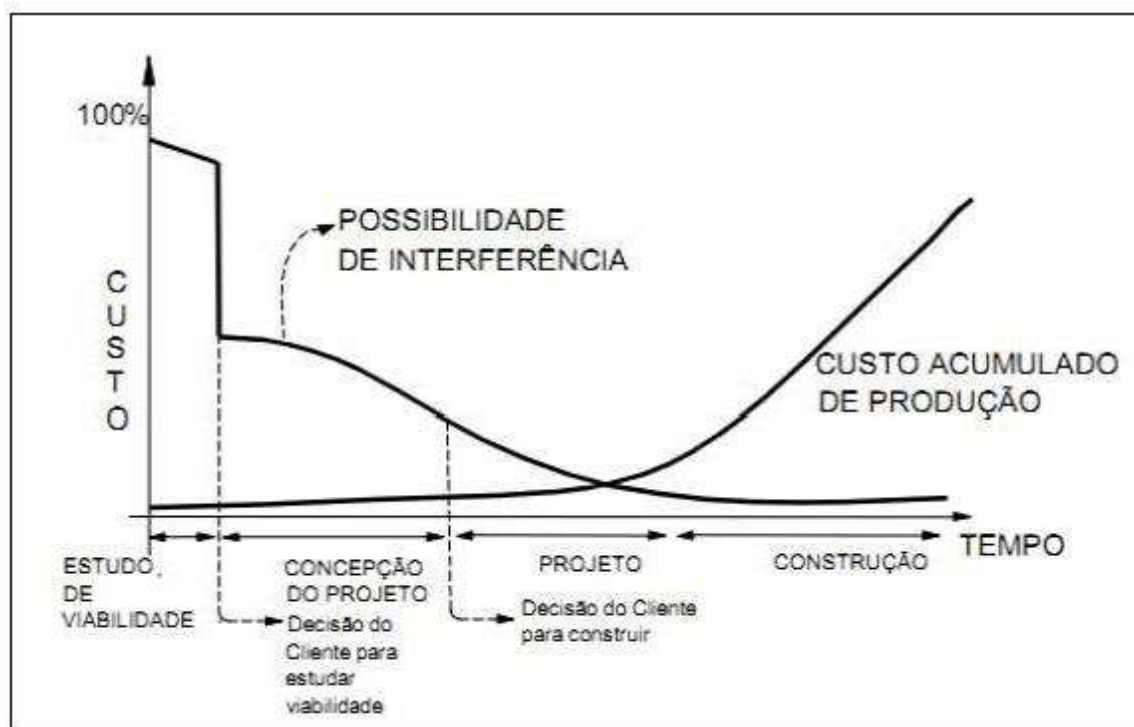
Em seu estudo, Farinha (2012) considera o paradigma da plataforma BIM (Building Information Modeling) como uma das mais importantes inovações no âmbito da engenharia civil. No entanto, afirma que embora esse paradigma já tenha sido largamente introduzido no exterior, como Europa e Estados Unidos, aqui no Brasil esta introdução ainda se encontra bem aquém do esperado. O que entende como sendo reflexo de fatores como a falta de conhecimento acerca de novas tecnologias o que traz como resultado falhas e retrabalhos que oneram severamente o custo das edificações.

E levando em consideração o atual cenário conturbado da economia, principalmente em decorrência da pandemia, Farinha (2012) defende que as metodologias de desenvolvimento de projetos deveriam ter o seu potencial melhor trabalhado possibilitando assim, manter um cronograma definido de forma mais precisa, sem custos adicionais e atrasos. Em seu entendimento, o tempo e o custo podem ser descritos como os principais fatores que impactam na execução de um empreendimento.

Observa-se que Farinha (2012) também defende que em se tratando do cenário brasileiro, uma compatibilização de projetos se torna um imperativo, a fim de que as não conformidades que tomam muito tempo sejam diminuídas e assim o cronograma mantido, o que pode até mesmo evitar que clientes lesados entrem na justiça coletivamente, o que acarretaria em ainda mais custos e prejuízo à imagem (Figura 4).

De acordo com Melo (2014), o cenário brasileiro da construção civil está passando por uma série de transformações, em decorrência de aumento da demanda, políticas de expansão de crédito e planos de financiamento habitacional, o que traz consigo uma série de benefícios, como a geração de empregos, e a movimentação da economia, tanto pelas parcerias que são estabelecidas em matéria de cadeia de produção, quanto em investimentos civis.

Figura 4 – Relação custo/tempo na possibilidade de modificações do projeto.



Fonte: Farinha (2012).

Em outras palavras, Melo (2014) afirma que esta tendência estimula o desenvolvimento e ocasiona mudanças em toda a cadeia de produção, bem como altera aspectos culturais, tecnológicos ou mercadológicos da sociedade. Em suma, é possível afirmar que o setor da construção civil é importante demais, para ter que recorrer a métodos ultrapassados.

Portanto, Melo (2014) considera que a situação ideal seria aquela em que metodologias de projeto foram utilizadas para fornecer dentro de um mesmo contexto, ou pacote de informações, todos os dados necessários no tocante a um projeto, podendo ser mencionados representações textuais, numéricas e gráficas, de forma clara e por meio de uma interface inteligível.

Nesse sentido, Melo (2014) considera assim como outros autores que o paradigma do CAD (*Computer-Aided Design*, ou projeto auxiliado por computador), mesmo que tenha sido introduzido em um momento relativamente recente no Brasil, já se encontra ultrapassado em relação a proposta do BIM, visto que este tem a capacidade de oferecer ferramentas de modelagem virtual, enquanto que o CAD se encontra preso ao paradigma da orientação a objetos.

Por sua vez, Paiva (2016) considera que a metodologia do BIM já se caracteriza como uma realidade em diversos cenários da construção civil, podendo ser mencionados diversos

casos de sucesso. E afirma que por meio da adoção do BIM é possível atingir resultados muito mais significativos devido ao seu perfil de sistema integrado, contribuindo assim para uma melhor sinergia em equipes.

Conforme Paiva (2016), metodologias como o BIM podem trazer como resultado a redução de custos, prazos, inconsistências em documentação e redução no número de problemas que surgem a posteriori, ou seja, o produto final possui um nível de qualidade muito maior. No entanto, considera que em se tratando do cenário brasileiro, a adoção dessa tecnologia no Brasil ainda pode ser considerada incipiente.

Logo não significa que esforços não tenham sido feitos para reverter esse cenário, nesse sentido, Paiva (2016) afirma que esforços produzidos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), bem como a exigência pela utilização da metodologia BIM em licitações públicas como é o caso para o Banco do Brasil, a Caixa Econômica Federal e o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte (DNIT) certamente contribuem positivamente para a introdução do BIM no cenário brasileiro de construção civil.

Em suma, Paiva (2016) defende que atualmente as dinâmicas tradicionais de desenvolvimento de empreendimentos imobiliários se encontra altamente fragmentado e focado em documentação impressa, fazendo com que o nível de retrabalho seja muito grande em um momento em que metodologias como o BIM permitem uma integração muito maior. O que certamente acarreta na possibilidade maior de erros, atritos e custos desnecessários.

3.2 O USO DO BIM NOS ESCRITORIOS DE ARQUITETURA

Becerik-Gerber e Kensek (2010) consideram que os engenheiros e arquitetos do século XXI devem ser muito mais versáteis, o que implica na capacidade de lidar com um ritmo acelerado de mudanças tecnológicas, dentro do contexto de um mundo altamente interconectado, no qual se encontram problemas complexos e que exigem soluções multidisciplinares. Nesse sentido, afirmam que tanto a arquitetura quanto as profissões de engenharia estão adotando novos modos de compartilhamento interdisciplinar de informações e se concentrando em dois conceitos emergentes e em rápido crescimento, sendo eles a construção de modelos de informação, como é o caso do BIM e a metodologia de entrega de projetos integrados (IPD).

Conforme Azhar (2011), o BIM pode ser descrito como um processo virtual que engloba todos os aspectos, disciplinas e sistemas de uma instalação dentro de um único modelo virtual, permitindo que todos os membros da equipe de projeto (proprietários, arquitetos, engenheiros,

empreiteiros, subcontratados e fornecedores) colaborem de forma mais precisa e eficiente do que utilizando processos tradicionais, sendo que à medida que o modelo está sendo criado, os membros da equipe estão constantemente refinando e ajustando suas partes de acordo com as especificações do projeto e mudanças de projeto para garantir que o modelo seja o mais preciso possível antes que o projeto se materialize.

Além disso, Azhar (2011) chama a atenção para o fato de que o BIM não se caracteriza apenas como um software, pois acima disso, é um processo e um software. Dentre as suas diversas inovações em relações a paradigmas anteriores, BIM significa não apenas usar modelos inteligentes tridimensionais, mas também fazer mudanças significativas no fluxo de trabalho e nos processos de entrega do projeto.

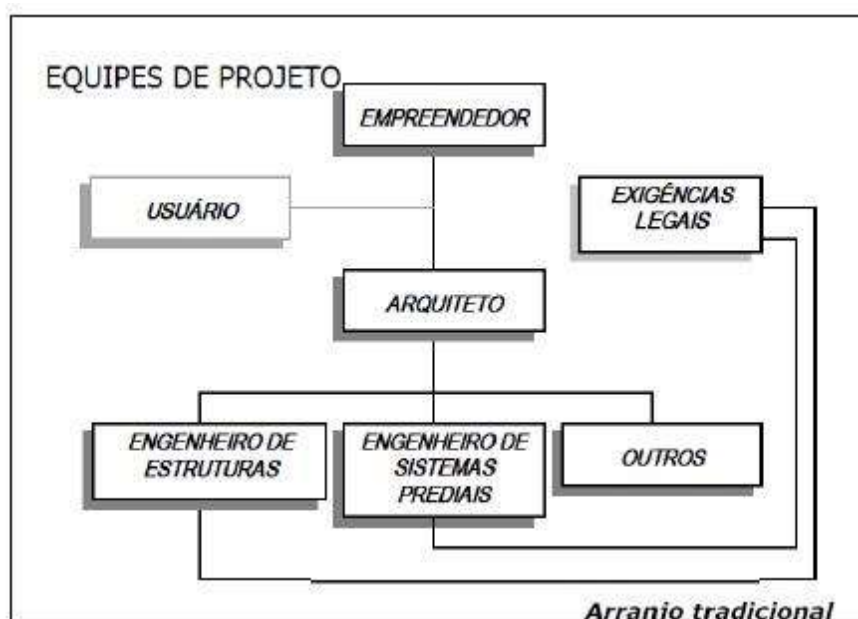
Por sua vez, Abdirad (2015), defende que a indústria deve considerar o BIM como um método de entrega de construção que introduz novas tecnologias, processos e relacionamentos para o setor de Construção Civil. Entretanto, as novas tecnologias e processos são geralmente fontes primárias de risco em projetos de construção. Portanto, esta novidade na implementação do BIM levanta uma série de riscos legais e contratuais especiais que novas abordagens de contratação exigem para mitigá-los.

Um cenário que já pode ser observado no Brasil devido a exigência da utilização do BIM em projetos voltados para certames licitatórios. Nesse sentido, Abdirad (2015) considera como um desafio para mitigar os riscos a falta de documentos contratuais padrão que possam fornecer uma estrutura para a alocação de riscos e recompensas, bem como a redução das ineficiências contratuais e dos custos de transação. Ou seja, uma espécie de Associação Brasileira de Normas Técnicas que fosse voltada para o contexto do BIM.

Em seu estudo, Azhar (2011) considera que o BIM representa um novo paradigma no âmbito da construção civil, um paradigma que incentiva a integração dos papéis de todas as partes interessadas em um projeto, tendo o potencial de promover maior eficiência e harmonia entre os atores que, no passado, se viam como adversários.

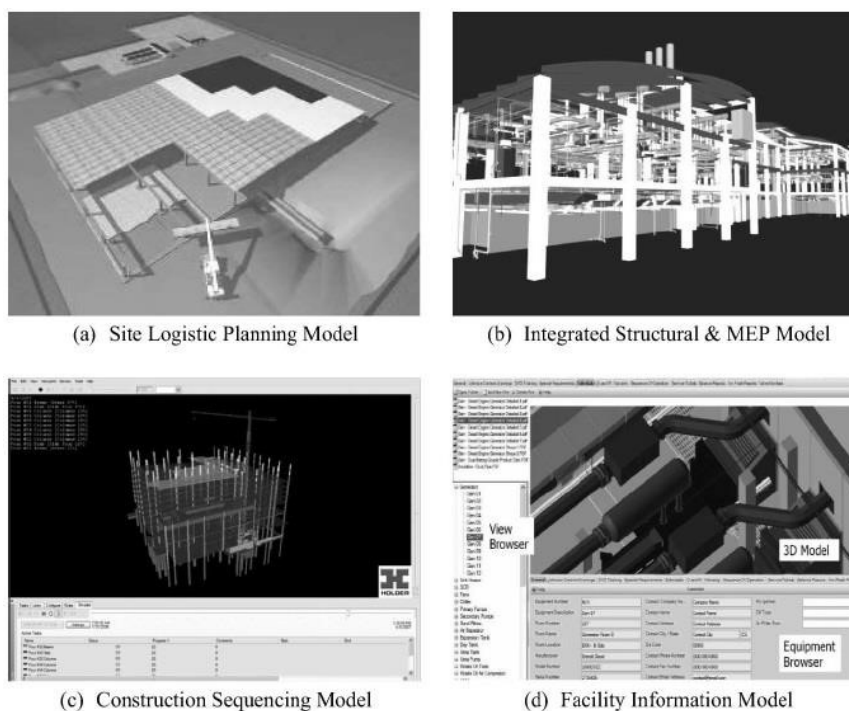
Em suma, é possível dizer que o BIM também apoia o conceito de entrega integrada de projetos, uma nova abordagem de entrega de projetos para integrar pessoas, o que difere do arranjo tradicional mostrado na Figura 5. Portanto, compreende-se que a proposta do BIM tem como característica contar com sistemas, estruturas e práticas empresariais em um processo colaborativo para reduzir o desperdício e otimizar a eficiência através de todas as fases do ciclo de um projet, o que pode ser observado por meio da Figura 6.

Figura 5 – Arranjo tradicional de equipe de projeto.



Fonte: Costa (2013).

Figura 6 – Diferentes componentes de um projeto em BIM (mecânico, elétrico e encanamento).



Fonte: Azhar (2011).

Além disso, Abdirad (2015) também aponta que as disposições contratuais do BIM são dependentes dos níveis de maturidade do BIM, sendo que um nível mais alto de maturidade do BIM deve abordar mais questões e detalhes mais complexos sobre a implementação do BIM

porque as responsabilidades, relacionamentos, nível de colaboração e tecnologias são diferentes em cada nível.

Conforme Becerik-Gerber e Kensek (2010), uma colaboração entre indústria/academia mutuamente benéfica tem a capacidade de levar a um crescimento significativo no âmbito da pesquisa estratégica e também em matéria de computação, podendo ser mencionado nesse sentido a pesquisa em tecnologia da informação na engenharia civil e arquitetura.

De acordo com Becerik-Gerber e Kensek (2010), a indústria de arquitetura, engenharia e construção, é constantemente reconhecida como uma indústria de baixa tecnologia, o que certamente traz como reflexo um maior nível de ineficiência, a despeito de ser a maior indústria dos Estados Unidos, responsável por um décimo do produto interno bruto mundial. Nesse sentido, afirmam que atualmente este setor enfrenta enormes transformações tecnológicas e institucionais, com suas dificuldades e desafios resultantes.

Portanto, Becerik-Gerber e Kensek (2010) consideram que um instrumento muito importante para esta agenda de mudanças é uma maior utilização do que as tecnologias da informação tem a oferecer, e todo o potencial de metodologias como é o caso do BIM. Em sua pesquisa, Azhar (2011) observou-se:

- i. Os arquitetos foram os usuários mais pesados do BIM. 43% o usaram em mais de 60% de seus projetos - enquanto os empreiteiros foram os usuários mais leves, com quase metade (45%) usando-o em menos de 15% dos projetos e apenas um quarto (23%) usando-o em mais de 60% dos projetos.
- ii. Oitenta e dois por cento dos usuários do BIM acreditaram que o BIM teve um impacto muito positivo sobre a produtividade de sua empresa.
- iii. Setenta e nove por cento dos usuários do BIM indicaram que o uso do BIM melhorou os resultados dos projetos, tais como menos pedidos de informação (RFIs) e diminuiu os problemas de coordenação de campo.
- iv. Sessenta e seis por cento dos pesquisados acreditam que o uso do BIM aumentou suas chances de ganhar projetos.
- v. Dois terços dos usuários mencionaram que o BIM teve pelo menos um impacto moderado em suas práticas de projetos externos.
- vi. Sessenta e dois por cento dos usuários do BIM planejavam usá-lo em mais de 30% de seus projetos em 2009.

3.3 NÍVEL DE MATURIDADE BIM

Para Khosrowshahi e Arayici (2012) podemos definir os níveis ou estágios de maturidade BIM como:

Nível 0 (Pré-BIM): Também conhecido como pré BIM, é o nível de utilização somente do desenho técnico 2D CAD. Esse nível ainda apresenta ineficiência e barreiras significativas. Toda a informação é armazenada em documentos gráficos escritos, pranchas e detalhes 2D. Facilita a perda de informação e a existência de falhas e erros humanos e problemas entre diferentes versões de projeto. 44

Nível 1: Trata-se do estágio de transição de 2D para 3D onde o modelo passa a ser construído com elementos construtivos reais. Nesse estágio, as diversas disciplinas ainda são tratadas isoladamente e a representação gráfica e a documentação final ainda é composta, em sua maioria, por desenhos bidimensionais em CAD.

Nível 2: Nessa fase já existe um avanço da modelagem 3D para a colaboração e interoperabilidade. Este estágio requer o compartilhamento integrado de informações e dados entre as partes envolvidas com o objetivo de suprir a abordagem colaborativa.

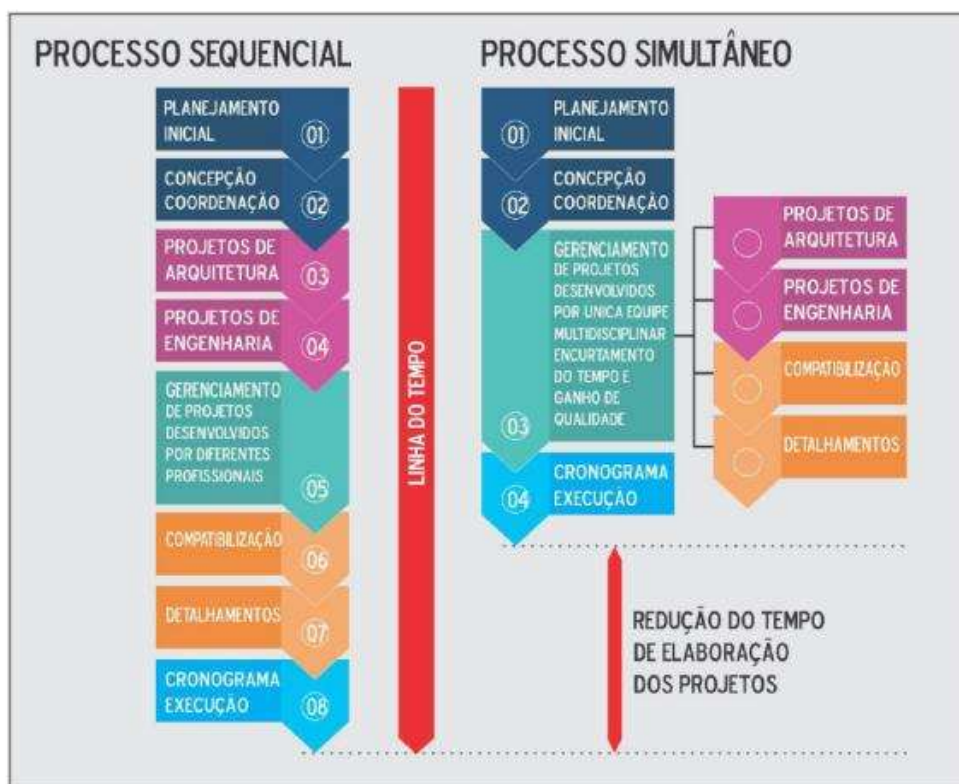
Nível 3: Esse estágio já passa do nível de colaboração para o da integração, surgindo assim o real propósito BIM. Nesse nível de maturidade os profissionais envolvidos no projeto trabalham em tempo real possibilitando análises complexas nas fases iniciais de projeto. O produto final inclui, além da documentação 2D, informações geométricas e semânticas dos elementos, princípios de construção inteligente, posturas e adoção de soluções sustentáveis por exemplo.

3.4 ENGENHARIA SIMULTÂNEA

No processo de engenharia simultânea os projetos são gerados em uma única etapa por equipes multidisciplinares que realizam concomitantemente a modelagem e a compatibilização entre os projetos. A coordenação do processo é feita pelo gerente de projetos (BIM Manager) que trabalha por uma atuação simultânea e coordenada entre os diversos profissionais e seus interesses.

Para Eastman *et al.* (2008) a modelagem BIM integrada é capaz de agregar todo o processo de projeto, sendo uma tecnologia que permite maior colaboração entre os projetistas, desde as etapas iniciais de projeto até durante o uso da edificação, abrangendo todo o ciclo de vida do projeto, possibilitando os processos de quantificação, orçamentação, simulações e gerenciamento do uso dos edifícios, ilustrado a seguir (Figura 7).

Figura 7 – Processo sequencial x simultâneo



Fonte: Ramirez (2018)

4 FERRAMENTAS BIM

4.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Para Farinha (2012), o cenário brasileiro da engenharia civil ainda se encontra aquém do esperado em matéria de introdução da metodologia BIM no contexto do desenvolvimento de projetos. Sendo que paradigmas tradicionais baseados em 2D e 3D como é o caso do AutoCad ainda são a maioria no cenário universitário e mercado de trabalho, ou seja, é possível dizer que exista uma zona de conforto relacionada a utilização destes programas clássicos, o que resulta em uma adoção mais lenta da proposta do BIM no Brasil.

O autor considera que o mercado da construção civil e arquitetura no Brasil ainda conviverá com o uso de softwares 2D e 3D em conjunto com a metodologia BIM por alguns anos, da mesma forma que ocorre com os desenhos feitos em pranchetas em relação ao CAD. Por isso que é tão importante a iniciativa de órgãos governamentais em promover a utilização do BIM por meio de licitações (Farinha, 2012). Nesse sentido, o Quadro 1 permite observar as principais plataformas e suas respectivas atribuições.

De acordo com Farinha (2012), atualmente a ferramenta voltada para o BIM mais difundida é o Autodesk Revit, que tem como características principais permitir uma maior familiarização do usuário com a interface simples e intuitiva do programa, além de contar com uma vasta biblioteca de blocos publicada pela própria fabricante, por terceiros, ou até mesmo pela indústria (IFC).

A ferramenta Revit traz como inovação uma proposta a partir da qual não é mais necessário desenvolver uma série de desenhos, imagens e tabelas, como se faz em ferramentas tradicionais na academia e no mercado de trabalho, a exemplo do CAD (*Computer Aided Design*), pois é possível criar um modelo digital central único, a partir do qual é possível extrair todas as informações necessárias para execução e manutenção da obra (TEIXEIRA, 2016).

Originalmente o Autocad Revit foi desenvolvido em 1997, por obra dos desenvolvedores da Parametric Technology Corporation, com a proposta inicial de contribuir para o desenvolvimento de projetos arquitetônicos, permitindo assim projetar e documentar esses projetos por meio de um modelo paramétrico tridimensional que contenha informações geométricas e não-geométricas do desenho e da construção (TEIXEIRA, 2016). O que é justamente a premissa básica do que veio a se chamar BIM.

Software	Fabricante	Atribuições
Revit Architecture	Autodesk	Projetos Arquitetônicos
Revit Structure	Autodesk	Projetos Estruturais
Revit MEP	Autodesk	Projetos de Instalações
Archicad	Graphisoft	Projetos Arquitetônicos e Plug-ins para Instalações
Vector Works	Nemetschek	Projetos Arquitetônicos
Navis Works	Autodesk	Gerenciamento e Compatibilização
Bentley Architecture	Bentley	Projetos Arquitetônicos
3D CAD Architecture	Ashampoo	Projetos Arquitetônicos
Multi BIM	Multiplus	Todos os Projetos
Active 3D	Archimen	Projetos Arquitetônicos
Risa 3D	Risatech	Projetos Estruturais
Tekla BIM	Tekla	Arquitetura e Estrutura
Robot	Autodesk	Estrutura

Fonte: Farinha (2012)

Nesse sentido, menciona o caso do TigreCad que possui um aplicativo para Revit voltado para o desenvolvimento de projetos complementares. Farinha (2012) ainda afirma que para superfícies curvas complexas o Autodesk Revit ainda não conta com um suporte adequado, se caracterizando como um ponto negativo. Além disso, também aponta como desafio a ser superado a questão da demanda de hardware exigido pela ferramenta, principalmente em se tratando de memória e placa de vídeo, o que se deve ao volume de informações processadas com certa frequência, em específico em projetos de grandes dimensões. Em seu estudo, Melo (2014), defende que as três principais ferramentas usadas dentro do paradigma BIM são o *Revit* da *Autodesk*, o *ArchiCAD* da *Graphisoft* e o *Bentley Architecture*, da *Bentley*. Sendo que outras ferramentas são voltadas exclusivamente para o cenário da orçamentação e planejamento, como é o caso da *Affinity* da *Trelligence* e o *DProfiler* da *Beck*.

Para Melo (2014), a escolha por uma ferramenta em detrimento de outra pode ser uma tarefa desafiadora, pois a despeito de o BIM representar um salto qualitativo em relação a

propostas anteriores, como o caso do CAD, cada empresa possui suas características e particularidades, portanto, considera como sendo válido identificar antes de mais nada o que se pretende alcançar por meio de tais ferramentas, como concepção de projeto, orçamento ou gerenciamento da obra.

É possível identificar se o ideal é adquirir um software ou então um conjunto de softwares, levando em consideração que se de um lado gasta-se esforço e tempo para aprender a trabalhar com uma ferramenta baseada em BIM, por outro lado, significa uma aplicação de um investimento que certamente irá trazer retornos financeiros e mercadológicos significativos para um escritório de arquitetura ou empresa de construção civil (MELO, 2014).

Para Paiva (2016), apesar dos evidentes benefícios da adoção do paradigma BIM, afirma que esta adoção demanda planejamento e investimento em treinamento de profissionais, bem como infraestrutura a fim de que os programas atuem como se deve. Portanto, considera que assim como ocorre na introdução de qualquer nova tecnologia, um empreendedor interessado por encontrar barreiras, como mostra o Quadro 2, de ordem cultural, financeira, legal e tecnológica. Principalmente em se tratando de uma ferramenta que possui o salto qualitativo do BIM.

Quadro 2 – Barreiras de implementação de BIM. (Continua)

Categoria	Ítem	Literatura
Falta de padronização nacional	Padronização nacional incompleta	Bernstein & Pittman, 2004; Thomson & Miner, 2006; Björk & Laakso, 2010; Azhar, 2011; Aibinu & Venkatesh, 2014; Alreshidi et al., 2014.
	Falta de compartilhamento de informações BIM	
	Problemas de licenciamento	

Quadro 2 – Barreiras de implementação de BIM. (Continuação)

Categoria	Ítem	Literatura
Alto custo de	Alto custo inicial de software	

implementação	Alto custo do processo de implementação	Allen Consulting Group, 2010; Thomson & Miner, 2010; Azhar, 2011; Ganah & John, 2014.
Falta de profissionais capacitados	Falta de profissionais	Smith & Tardif, 2009; Allen Consulting Group, 2010; Sharag-Eldin & Nawari, 2010; Becerik-Gerber et al., 2011; NATSPEC, 2013; Wu & Issa, 2014
	Alto custo de treinamento e educação	
Problemas organizacionais	Problemas de processos	Arayici et al., 2011; Won et al., 2013; Aibinu & Venkatesh, 2014; Demian & Walters, 2014
	Curva de aprendizado	
	Falta de interesse por funcionários mais antigos/experientes	
Problemas legais	Responsabilidade contratual	Thomson & Miner, 2006; Chynoweth et al., 2007; Azhar, 2011; Udom, 2012

Fonte: Paiva (2016)

4.1.1 PROGRAMAS INFORMACIONAIS DA PLATAFORMA BIM UTILIZADOS NA PESQUISA

Para os fins deste estudo, defende-se a utilização das ferramentas Autodesk Revit e Tekla, o que se deve a uma maior possibilidade de acesso a estes softwares em detrimentos de outros. Estes softwares serão empregados tanto para a etapa de modelagem da arquitetura, quanto para a compatibilização com outras linhas de atuação. Em se tratando de detecção de choques, defende-se a utilização dos programas Autodesk Navisworks e Tekla BIMsight.

4.2 INTEROPERABILIDADE

Grilo e Jardim-Gonçalves (2010) defendem que como em muitos outros setores industriais, uma grande dificuldade enfrentada por empresas do ramo da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) é a falta de interoperabilidade entre as aplicações de software

para gerenciar projetos. E consideram que atualmente estas empresas se encontram pressionadas a desenvolver novas relações comerciais, como é o caso das parcerias público privadas ou iniciativas de financiamento de projetos (PFI), fazendo com que a troca de informações e documentos com novos parceiros se torne um empecilho, uma questão que certamente ganhou um obstáculo a mais em decorrência da pandemia de CoViD-19.

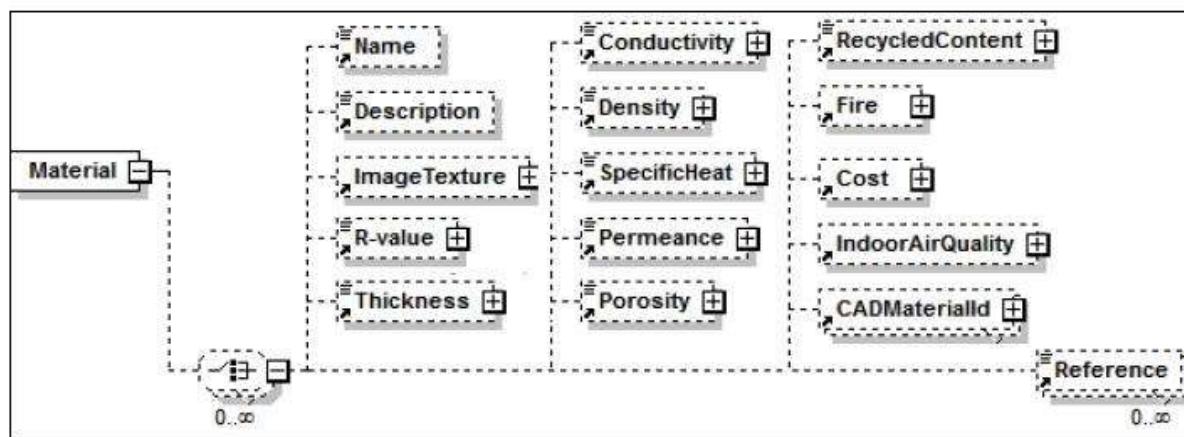
Para Grilo e Jardim-Gonçalves (2010), isto se deve principalmente a problemas de incompatibilidade com os modelos de referência adotados pelos aplicativos de software com o qual cada parceiro de projeto está trabalhando. Um problema que não surge apenas durante a fase de projeto, mas também durante todo o ciclo de vida do projeto, o que envolve tanto as fases de operação quanto de manutenção.

Para Adamus (2013), o ramo da construção civil é um dos que está constantemente enfrentando novos desafios, o que entende como sendo resultado de expectativas crescentes por parte dos consumidores e também devido a obrigações legais que vem se tornando cada vez mais sofisticadas. E aponta que hoje em dia, espera-se que as construções sejam coerentes com as regras do desenvolvimento sustentável, o que significa que elas têm que se destacar nas três áreas essenciais: desempenho social, desempenho econômico e desempenho ambiental. Portanto, defende que melhorar a acessibilidade dos dados ambientalmente relevantes e intensificar seu compartilhamento e reutilização durante todas as etapas do ciclo de vida dos edifícios são propostas que podem ser adotadas com o auxílio do BIM.

De acordo com Adamus (2013), o BIM pode ser descrito como um conceito que pode ser usado para permitir que a indústria da construção civil atenda a estas demandas mencionadas acima, sendo que uma de suas vantagens mais significativas é a possibilidade de automatizar a transferência e a reutilização de dados, o que representa muito para um setor da economia que lida constantemente com prazos, sendo que a entrega de um empreendimento é certeza de lucros.

Podemos citar a proposta do quegbXML, é descrita como um framework de dados aberto, cujo objetivo principal é facilitar a transferência de informações de construção de aplicações CAD para softwares voltados para análise ambiental, principalmente em matéria de análise energética, apresentado na Figura 8. Segundo Adamus (2013), sua primeira versão foi publicada em 2000, e ao menos até 2012 esta ferramenta se encontrava na versão 5.01. Atualmente o escopo do esquema inclui principalmente dados adequados para a análise operacional do consumo de energia, tais como a geometria do edifício, informações sobre suas instalações HVAC e as propriedades térmicas dos materiais de construção.

Figura 8 – Esquemática das propriedades materiais do gbXML



Fonte: Adamus (2013)

Ao menos em relação ao cenário europeu, observou-se a necessidade de inovação e padronização nesse setor de arquitetura e construção civil, e como exemplo desse entendimento, menciona o caso do Reino Unido, que criou um Programa de Melhores Práticas de Construção (CBPP) e um Movimento para Inovação (M4I) liderado pela indústria. E também o caso do Ministério da Construção Japonês, que estabeleceu um programa de ação (SCADEC), cujo objetivo principal é desenvolver um formato neutro de intercâmbio de dados CAD baseado no STEP AP202, capaz de fornecer diretrizes para a interoperabilidade dos arquivos CAD dentro do setor de construção japonês (GRILO; JARDIM-GONÇALVES, 2010).

Com base nestas informações, Grilo e Jardim-Gonçalves (2010) afirmam que os principais resultados de tais projetos apontaram que a adoção de metodologias e plataformas normalizadas para alcançar um nível adequado de integração de aplicações e ambientes interoperacionais abertos é indispensável. E é aí que entra o papel da abordagem de modelagem de informação de construção (BIM), que tem sido vista como algo que poderia proporcionar ganhos substanciais em termos de produtividade no setor de construção civil.

Wu e Zhang (2019) mencionam a proposta do Industry foundation classes como forma de promover a interoperabilidade no contexto do BIM. Em seu entendimento, tais classes atualmente são amplamente aceitas como o futuro da construção de modelos de informação (BIM) para assumir o desafio da interoperabilidade, e permite o apoio a várias tarefas de automação. Entretanto, também afirmam que não é incomum ver usos indevidos de entidades IFC durante os trabalhos envolvendo a proposta do BIM. Tais usos indevidos impedem uma automação bem sucedida das tarefas suportadas pelo BIM porque a classificação errada de

objetos no BIM pode levar a consequências negativas significativas em aplicações downstream devido a informações semânticas incorretas fornecidas.

De acordo com Wu e Zhang (2019) o uso de características geométricas inerentes aos objetos utilizados comumente em escritórios de arquitetura e construção civil para o contexto da classificação dos objetos abre uma janela de oportunidades para a interoperabilidade em matéria do BIM pois tais características destes objetos não se alteram de acordo com o modelador, fornecedor de software, idioma, cultura ou outros contextos.

O que certamente traz como vantagem principal a economia de tempo, e contribui para evitar refações, distorções e inconsistências em projetos. Em segundo lugar, Wu e Zhang (2019) também consideram que a eliminação de erros de uso indevido induzidos pelo homem no BIM permite uma melhor usabilidade da metodologia em aplicações posteriores, tais como estimativa de custos, verificação de conformidade do código de análise estrutural.

4.3 PROJETOS ESTRUTURAIS E A PLATAFORMA BIM

O Quadro 3 nos mostra as possibilidades da utilização do BIM.

Quadro 3 – Possibilidades de utilização do BIM (Continua)

Visualização:	Os renderings 3D podem ser facilmente gerados em casa com pouco esforço adicional.
Desenhos de fabricação/loja:	É fácil gerar desenhos de loja para vários sistemas de construção. Por exemplo, os desenhos da oficina de chapa metálica podem ser produzidos rapidamente uma vez que o modelo esteja completo.
Revisões de código:	Os bombeiros e outros funcionários podem usar estes modelos para sua revisão de projetos de construção.
Estimativa de custos:	O software BIM tem recursos integrados de estimativa de custos. As quantidades de material são automaticamente extraídas e atualizadas quando qualquer alteração é feita no modelo.
Sequenciamento de construção:	Um modelo de informação de construção pode ser efetivamente utilizado para coordenar os pedidos de materiais, fabricação e prazos de entrega para todos os componentes da construção.

Quadro 3 – Possibilidades de utilização do BIM (Continuação)

Deteção de conflitos, interferências e colisões:	Como os modelos de informação de construção são criados para escalar no espaço 3D, todos os principais sistemas podem ser
---	---

	imediate e automaticamente verificados quanto a interferências. Por exemplo, este processo pode verificar se a tubulação não se cruza com vigas de aço, dutos ou paredes.
Análise forense:	Um modelo de informação predial pode ser facilmente adaptado para ilustrar graficamente possíveis falhas, vazamentos, planos de evacuação e assim por diante.

Fonte: Azhar (2011)

Azhar (2011) defende que o principal benefício de um modelo de informação é possibilidade de representação geométrica precisa das partes de um projeto de um empreendimento como um edifício dentro do contexto de um ambiente de dados integrado, ou seja, a vantagem do BIM em proporcionar a interoperabilidade é um salto qualitativo em relação a paradigmas anteriores.

- i. Processos mais rápidos e mais eficazes: As informações são mais facilmente compartilhadas e podem ser agregadas de valor e reutilizadas.
- ii. Melhor projeto: As propostas de construção podem ser rigorosamente analisadas, as simulações podem ser realizadas rapidamente e o desempenho pode ser comparado, permitindo soluções melhoradas e inovadoras.
- iii. Custos de vida inteira controlados e dados ambientais: O desempenho ambiental é mais previsível, e os custos do ciclo de vida são melhor compreendidos.
- iv. Melhor qualidade de produção: A produção de documentação é flexível e explora a automação.
- v. Montagem automatizada: Os dados digitais do produto podem ser explorados em processos posteriores e utilizados para a fabricação e montagem de sistemas estruturais.
- vi. Melhor atendimento ao cliente: As propostas são melhor compreendidas através de uma visualização precisa.
- vii. Dados de ciclo de vida: Requisitos, projeto, construção e informações operacionais podem ser usados no gerenciamento de instalações.

De acordo com Abdirad (2015), até o presente momento, duas formas padrão de contratação BIM voltadas para promover a interoperabilidade no cenário de construção civil americana foram desenvolvidas, na forma do ConsensusDOCS 301-BIM Addendum e AIA E202-2008: Exposição do Protocolo de Modelagem de Informação Predial.

Nesse sentido afirma que os desenvolvedores do ConsensusDOCS 301 pretendiam com essa iniciativa apoiar as modalidades tradicionais de contrato padrão, ao invés de buscar estabelecer um conjunto totalmente novo de documentos para o BIM. Mais precisamente, a razão para essa postura se dá a partir da observação de que os contratos convencionais são amplamente aceitos e utilizados na indústria por décadas, e mudá-los poderia resultar em mais problemas (ABDIRAD, 2015).

Abdirad (2015) também expõe que a intenção por trás de iniciativas como a do ConsensusDOCS 301-BIM Addendum é lidar com questões existentes na entrega de informações geradas por computador, e tratar de questões únicas de implementação do BIM que são novas para a indústria. E considera que embora o AIA E202 seja escrito principalmente para o contexto da metodologia de gestão de projeto “entrega de projeto integrado” (IPD), ele também pode ser usado em métodos tradicionais de entrega como um anexo às condições gerais de contratos existentes. As Diferenças entre o ConsensusDOCS 301-BIM Addendum e o AIA E202 é mostrada no Quadro 4.

O autor também defende que no contexto da utilização de ferramentas BIM e desenvolvimento de modelos BIM, questões como interoperabilidade, padronização, requisitos de modelagem (na forma de nível de detalhes e nível de dependência dimensional), bem como choques e conflitos são frequentemente abordadas nos contratos BIM, sendo que a segurança dos dados também é fundamental a fim de evitar situações envolvendo espionagem industrial e danos envolvendo vírus e outros códigos maliciosos (ABDIRAD, 2015).

Quadro 4 – Diferenças entre o ConsensusDOCS 301-BIM Addendum e o AIA E202 (continua)

Categorias de provisões contratuais	ConsensusDOCS 301-BIM Addendum	AIA E202
Privacidade do contrato em comparação com o contrato que o rege	X	
Provisões de fluxo para passar responsabilidades para os subcontratados	X	

Quadro 4 – Diferenças entre o ConsensusDOCS 301-BIM Addendum e o AIA E202 (continuação)

Categorias de provisões contratuais	ConsensusDOCS 301-BIM Addendum	AIA E202
Definição de diferentes tipos de modelos para diferentes fins (Modelo de Projeto, Modelo de Construção e Modelo Federado)	X	
Gerente de informação (pago separadamente por todas as compensações e custos relacionados)	X	
Usando um Plano de Execução BIM em adição ao contrato (e responsabilidades em relação ao BEP)	X	
Definição dos Elementos Construtivos / Componentes em detalhes		X
Definição de Nível de Detalhes		X
Identificação do Autor do Modelo à nível dos elementos.		X
Representação da Precisão Dimensional	X	
Renúncias de Responsabilidade Civil	X	
Licenciamento de uso de propriedade intelectual	X	
Fazer um seguro de perda de dados	X	

Fonte: Azhar (2011)

Conforme apresentado por Azhar (2011) os resultados de uma pesquisa realizada em 2007 com o objetivo de determinar o valor do uso do BIM, bem como fatores que contribuem para o sucesso de um projeto no âmbito da arquitetura e construção civil, resultados que se encontram elencados a seguir:

- i. Os usuários do BIM representaram todos os segmentos da indústria de projeto e construção, e operaram em todos os Estados Unidos;
- ii. As principais áreas de aplicação do BIM foram o desenvolvimento de documentos de construção, suporte ao projeto conceitual e serviços de planejamento pré-projeto;
- iii. O uso do BIM reduziu o risco geral distribuído com uma estrutura de contrato similar;
- iv. Na época da pesquisa, a maioria das empresas utilizava o BIM para detecções de choque 3D e 4D e para serviços de planejamento e visualização;
- v. O uso do BIM levou ao aumento da produtividade, melhor engajamento do pessoal do projeto e redução de contingências;
- vi. Observou-se uma escassez de modeladores competentes de informações de construção na indústria da construção e esperava-se que a demanda crescesse exponencialmente com o tempo.

Com base nos resultados da pesquisa, Azhar (2011) defende que o setor de arquitetura e construção civil ainda dependem muito dos desenhos e práticas tradicionais para conduzir seus negócios, um cenário que também pode ser observado no Brasil, tanto em relação as universidades quanto no mercado de trabalho.

Segundo Azhar (2011) existe uma tendência crescente pela introdução do BIM em seus processos de trabalho, ao perceberem o seu potencial para o desenvolvimento de uma dinâmica de trabalho mais eficiente e inteligente. Em suma, aponta que os resultados da pesquisa indicam que os usuários querem uma aplicação BIM que não apenas aproveite as poderosas capacidades de documentação e visualização de uma plataforma CAD, mas também suporte a múltiplas operações de projeto e gerenciamento, e observa que metodologias como o BIM ainda estão em fase de maturação, sendo que as soluções no mercado continuam a evoluir à medida que respondem às necessidades específicas dos usuários.

4.4 IFC – INDUSTRY FOUNDATION CLASSES

Conforme Borrmann .(2018), a ideia por trás da proposta da Modelagem de Informações de Construção baseia-se no uso consistente de um modelo de construção abrangente como base para todas as operações de intercâmbio de dados, o que evita a necessidade de reentrar manualmente dados ou informações já criadas, bem como reduz o risco de erros que as acompanham. Além dos numerosos cenários de interoperabilidade entre os participantes no processo de planejamento, este princípio também permite que os dados de um projeto qualquer possam ser transferidos digitalmente para os empreiteiros na fase de construção.

De acordo com Golabchi e Kamat (2013), a interoperabilidade de software na indústria da arquitetura e construção civil é uma pauta que vem sendo levantada ao menos desde 1995, principalmente pela Aliança Internacional para a Interoperabilidade (IAI). O formato Industry Foundation Classes (IFC) desenvolvido pela IAI pode ser descrito como o principal meio para se alcançar esta interoperabilidade, ao se caracterizar como um modelo geral de dados orientado a objetos de edifícios que facilita o compartilhamento e a troca de informações entre aplicações de software compatíveis com o IFC.

Segundo Golabchi e Kamat (2013), o IAI publica regularmente novas versões do modelo de objeto IFC, sendo que cada uma dessas novas versões do modelo contém novas classes e esquemas que permitem uma maior interoperabilidade entre novas aplicações de software e atualizações de produtos de software comuns no setor de construção civil.

Atualmente, uma ampla gama de ferramentas de software já existe para as inúmeras tarefas diferentes envolvidas no planejamento de edifícios, por exemplo, para o projeto geométrico do edifício, para realizar uma série de análises e simulações (projeto estrutural, necessidade de aquecimento, custos, etc.), para operar o edifício (gerenciamento de instalações), bem como outras aplicações. Estas ferramentas abordam diferentes tarefas e áreas de aplicação e, na maioria das vezes, servem bem ao seu propósito (BORRMANN, 2018).

No entanto, Borrmann (2018) chama a atenção para o fato de que muitas dessas ferramentas ainda se encontram incapazes de participar desta interoperabilidade, ou seja, não têm suporte ou têm apenas suporte limitado para o intercâmbio de dados entre as aplicações separadas. Consequentemente, dados e informações que já existem em formato digital precisam ser reinseridos manualmente, o que é trabalhoso e pode gerar inconsistências. Para remediar esta situação, é necessário um formato de intercâmbio de dados que permita transportar dados de construção entre produtos de software com a menor perda possível de dados, e é aí que entra a questão do Industry Foundation Classes.

O formato IFC modela todos os tipos de informações de projeto, desde componentes tangíveis como paredes, portas, vigas, placas, até conceitos abstratos como espaço, geometria

e material. Também inclui custos de projetos, cronogramas e organizações. Para Golabchi e Kamat (2013), a principal diferença entre 'objetos inteligentes' no IFC e blocos ou objetos em software CAD 2D é que os IFCs são por definição 3D e residem em um modelo integrado que compõe o edifício virtual. Ao invés de trabalhar com entidades 2D como linha, arco e texto, o usuário trabalha com os objetos diretamente, usando seus nomes familiares, como parede, laje, telhado e edifício.

Para Xu, Liu e Li (2014), o conceito de Industry Foundation Class (IFC), foi desenvolvido pela BuildingSMART e pode ser descrito como um 'esquema' de dados destinado a manter informações interdisciplinares para o ciclo de vida de um edifício em um modelo de informação de construção, permitindo o intercâmbio de informações entre diferentes aplicativos de software. Este esquema, frequentemente chamado 'Modelo de Produto (Dados)', é capturado na especificação IFC, e composto de (1) entidades, (2) atributos, e (3) relações entre entidades, em resumo, o esquema define a forma pela qual a população dessas entidades e relacionamentos precisa ser representada.

Kenley e Hartfield (2016) consideram que o trabalho promovido pelos pesquisadores da BuildingSmart permitiu a criação dos Industry Foundation Class (IFC), o que abriu uma janela para que projetos de código aberto baseados no BIM pudessem ser usados como plataforma de crescimento em interfaces digitais. Na maioria das vezes, dentro da literatura de construção e gestão de projetos, os modelos baseados no IFC estão preocupados em informar sobre a aplicação da modelagem de informação de construção (BIM). O que se deve ao fato de que o acrônimo tornou-se o diminutivo para uma variedade de sistemas digitais e software que visa modernizar a atividade de construção tradicional globalmente.

Para Kenley e Hartfield (2016), o foco na tecnologia que permite uma visão modelo para a troca de informações envolve muita pesquisa e desenvolvimento, pois do contrário não seria possível permitir que entes abstratos parecessem tangível com capacidades de modelagem digital 3D. Portanto, consideram que uma ênfase apenas na visualização resultou em um modelo elegante, mas simples, de definição de localização no IFC: Site, Building, Floor and Room - com agregação a zonas ou áreas funcionais para certos processos.

Em resumo, Singh (2016) afirma que o formato de arquivo usado para o Industry Foundation Class (IFC) se dá na forma de um arquivo neutro e aberto, não controlado por nenhuma empresa ou fornecedor particular de desenvolvimento de software. Ele consiste em um modelo padronizado de estrutura de dados para trocar dados relacionados ao projeto, entre várias plataformas de aplicação de software durante o ciclo de vida da construção do edifício. Em outras palavras, ele define um modelo EXPRESS baseado em entidades-relacionamentos

consistindo de várias centenas de entidades organizadas em uma hierarquia de herança baseada em objetos e fornece um conjunto de definições para todos os tipos de elementos de objetos encontrados na indústria de construção, além de uma estrutura baseada em texto para armazenar essas definições em um arquivo de dados.

5 COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS

5.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

De acordo com Costa (2013), a pauta da compatibilização de projetos surgiu a partir da década de 60, em decorrência do aumento da demanda imobiliária, o que fez com que os escritórios de projeto precisassem se especializar nos mais diferentes segmentos de mercado, como arquitetura, estrutura e instalações, o que fez com que profissionais habituados a trabalhar em equipe se separassem em ramos de atuação distintos.

A princípio, observou-se um salto qualitativo em seus distintos ramos de atuação, pois segundo Costa (2013) os profissionais envolvidos tinham domínio das condicionantes envolvidas em um empreendimento. No entanto, devido a constante especialização, estes profissionais foram deixando de possuir uma formação generalista, e por consequência as ferramentas desenvolvidas para utilização nos escritórios também foi se especializando, e foi a partir daí que surgiram as inconsistências sistêmicas.

Logo estas inconsistências começaram a trazer como resultado o aumento dos custos no valor final da obra, retrabalhos e atritos desnecessários, principalmente envolvendo a busca por encontrar a melhor solução para o problema no meio do processo, o que certamente é mais difícil do que se o problema tivesse sido identificado durante a etapa de projeto (MELO, 2014).

Melo (2014) afirma, com isso, que foi diante desse cenário que surgiu a necessidade de se coordenar e compatibilizar projetos, levando em consideração que metodologias convencionais de trabalho são formadas por diversas disciplinas que ao final do processo resultam em um produto final de baixa qualidade. O que não devia ocorrer em setores tão importantes para a economia de um país como é o caso da construção civil.

Resumidamente, Melo (2014) definem a proposta de compatibilização de projetos como a busca por uma maior integridade e gerenciamento para um aumento quantitativo e qualitativo de qualquer projeto no âmbito da arquitetura e construção civil. O que envolve uma série de atividades como simplificação e valorização de materiais de construção e mão de obra, pois isto permite contornar ou eliminar inconsistências presentes em projetos.

Conforme Teixeira (2016), o custo envolvendo a compatibilização de projetos fica entre 1% a 1,5% da obra, por outro lado, a economia de despesas por alcançar entre 5% a 10% desse valor, o que se deve a economia de tempo, redução de desperdícios e eliminação de retrabalho, além do lucro que é obtido em menos tempo devido a velocidade de entrega.

Entre exemplos de inconsistências Teixeira (2016) menciona:

- i. Caso haja um tirante fixado numa viga para sustentação de uma cobertura de terraço, prever esta carga na viga;
- ii. Prever furos na estrutura em concreto armado, pois com frequência a tubulação de esgoto necessita furar estas vigas;
- iii. Escolher o piso cerâmico em áreas molhadas, para que a paginação fique correta e o ralo encontre-se na quina das peças cerâmicas.

Farinha (2012) define a compatibilização de projetos na forma do gerenciamento de vários projetos e sistemas envolvendo a construção de um empreendimento, de forma que não interfiram entre si, levando em consideração a sua dependência em algum dado momento do projeto, o que é feito por meio de soluções integradas entre as mais diversas áreas que permitem que o empreendimento se torne viável. Portanto, considera que o projeto se configura como algo que deve ser válido e confiável em todo o seu ciclo de vida.

Para Farinha (2012), esta compatibilização pode ser desenvolvida de maneira convencional, a partir da sobreposição de desenhos 2D, por via de modelagem 3D ou por meio da plataforma BIM. Sendo que no processo convencional, os projetos são gerados em um contexto 2D, ou seja, bidimensional, sem conexões entre as partes envolvidas, sendo que a visualização em conjunto de todos os fatores envolvidos é necessária para se compreender um panorama geral de um projeto.

De acordo com Farinha (2012), para a compatibilização de projetos em 2D isso implica na inserção de um projeto base, podendo ser mencionado um projeto envolvendo instalações hidrossanitárias, em bloco, e a seguir uma outra etapa desse projeto, como a esquematização do sistema de prevenção contra incêndios. Nesse sentido, defendem que esta proposta de compatibilização abre espaço para muitas falhas, pois acabam sendo omitidas informações importantes sobre cotas de tubulações entre outras questões, como sobreposição de elementos e inconsistências diversas.

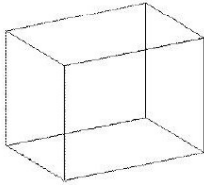
Paiva (2016) define a proposta de compatibilização de projetos como o processo de localizar e solucionar as mais diversas incompatibilidades que podem surgir entre projetos de disciplinas distintas, e levando em consideração também fatores envolvendo a construção, operação e manutenção, sendo que entende como sendo o maior benefício dessa proposta a redução de incertezas, evitando desta forma custos não orçados e atrasos.

Paiva (2016) descreve a compatibilização tradicional como um processo inteiramente manual que exige muita atenção, capacidade de visualização, bem como experiência dos

profissionais envolvidos. E mesmo assim, um nível mínimo de eficiência pode não ser alcançado, resultando igualmente em incompatibilidades que acabam sendo identificadas apenas quando a obra já se encontra em plena construção, o que gera uma série de problemas.

Portanto, Paiva (2016) afirma que é diante desse cenário que metodologias como o BIM se apresentam como uma alternativa altamente eficiente e segura, capaz de eliminar incompatibilidades entre pranchas de um mesmo projeto, como é o caso de plantas baixas e a visão frontal de um projeto arquitetônico. O que se deve ao fato de ser elaborado desde o início em uma interface 3D e não com base em desenhos técnicos isolados que são reunidos em um segundo momento do projeto, o que envolve muitos riscos. O comparativo entre as dinâmicas CAD e BIM está ilustradas a seguir (Quadro 5).

Quadro 5 – Comparativo entre a dinâmica de trabalho em CAD e BIM (continua)

Termos correlatos	Maquete Eletrônica	Modelo da Edificação
Plataforma	CAD convencional	BIM
Característica Geral 01	Não orientada a objetos e sem objetos paramétricos	Orientada a objetos com os objetos paramétricos
Característica Geral 02	Desenhos técnicos desvinculados à maquete eletrônica	Desenhos técnicos vinculados ao modelo da edificação
Exemplo de Software	AutoCAD 2000, 2004,	Revit e ArchiCAD
Característica do software	O <i>software</i> não utiliza do BIM	O <i>software</i> utiliza do BIM
Os objetos são	Linhas e Volumes	Paredes, Portas e Janelas
Visualização em 3D de um cubo como exemplo	A mesma nas duas abordagens 	

Fonte: Falcone e Hashitani (2013)

Quadro 5 – Comparativo entre a dinâmica de trabalho em CAD e BIM (continuação)

Termos correlatos	Maquete Eletrônica	Modelo da Edificação
O software entende uma parede como sendo	Um sólido ou volume em 3D	A representação de uma parede como na edificação pronta
Informações que vão com o arquivo	Informações sobre: • Posição no Espaço • Componentes Linhas ou Volumes • Aparência - Textura	Informações sobre: • Geometria 3D • Posição no Espaço - Parâmetros de controle • Custos, Cronogramas • Especificações • Fabricantes - Ordens de compra • Listas de Pessoal • Manuais de Operação • Registros de Manutenção

Fonte: Falcone e Hashitani (2013)

De acordo com Costa (2013), a compatibilização de projetos pode ser considerada como a melhor abordagem para a resolução de problemas envolvendo questões como a fragmentação excessiva dos ramos de atuação em matéria de arquitetura e construção civil, pela sua capacidade de contribuir diretamente para um dos seus principais problemas, no caso as inconsistências e perdas de funcionalidade e recursos. E defende que a compatibilização de projetos permite a aplicação de meios para gerenciamento e manipulação de dados, tanto geométricos quanto não geométricos, facilitando assim o processo de construção como um todo por meio de um processo integrado.

Desta forma, Costa (2013) o conceito de compatibilização passou a se apresentar como uma etapa fundamental no contexto do gerenciamento e integração de projetos correlatos, ou seja, a interoperabilidade se beneficia da compatibilização e vice-versa, permitindo assim que equipes busquem o aperfeiçoamento do ajuste entre diferentes softwares e alcancem maiores patamares em matéria de qualidade total. Em suma, defende que a compatibilização de projetos prioriza eliminar ou minimizar os conflitos entre os projetos no contexto de um determinado empreendimento, contribuindo significativamente para a simplificação e otimização de todo o processo.

O que, no entanto, implica no domínio da coordenação de projetos, a fim de evitar ruídos de comunicação, atropelos e atritos desnecessários, permitindo assim gerar uma maior sinergia

entre etapas físicas, geométricas, tecnológicas e produtivas, bem como entre os componentes que interagem nos elementos verticais e horizontais das edificações (COSTA, 2013).

Para Melo (2014), a prática de compatibilização pode ser aplicada a todas as etapas do ciclo de vida de um projeto, devido a sua característica de permitir uma maior integração construtiva e racional entre os mais diversos fatores. Portanto, consideram que esta prática de compatibilidade se caracteriza atualmente como uma atividade dinâmica e orientada, capaz de abranger todas as etapas, desde os estágios mais iniciais até as etapas finais de um empreendimento, garantindo assim maior confiabilidade e previsibilidade.

Em resumo, Melo (2014) descreve a proposta de compatibilização como uma forma de reunir e incorporar as atividades de equipes multidisciplinares que estejam envolvidas em um mesmo projeto, permitindo assim a entrega de um produto de altíssima qualidade, pelo seu papel de contribuir para a verificação de interferências e inconsistências que podem ocorrer ao longo da sobreposição de projetos diferentes.

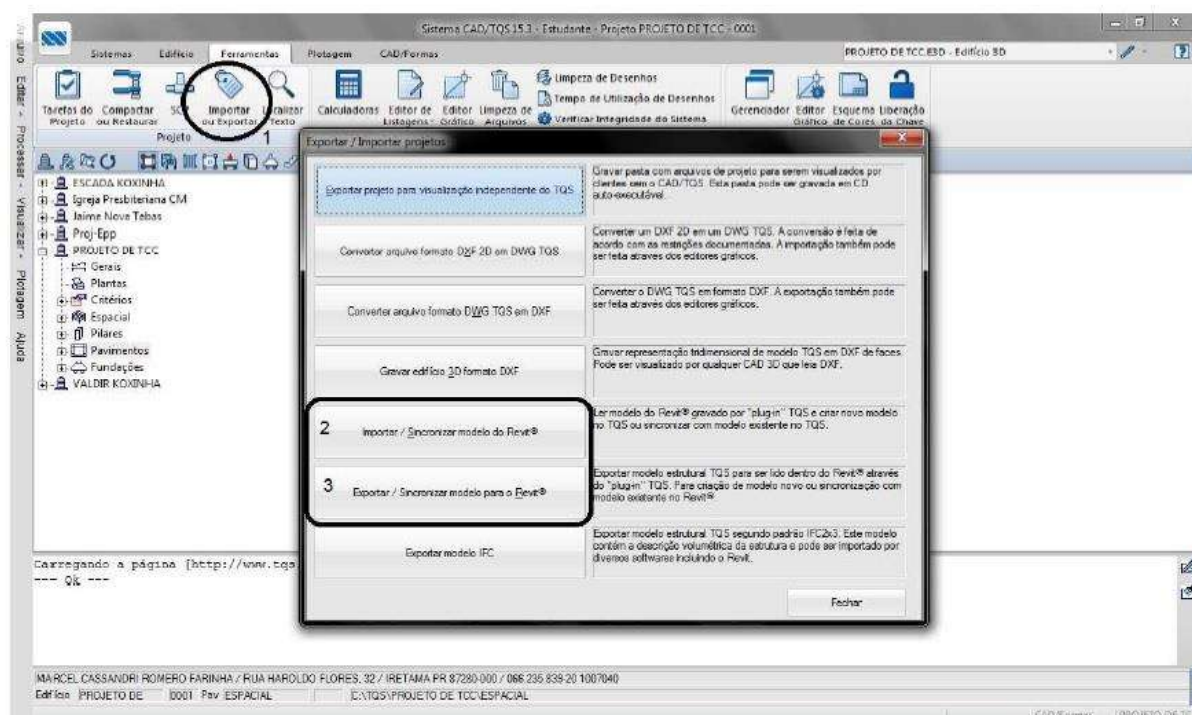
5.2 DIMENSÕES DA COMPATIBILIZAÇÃO BIM

Em seu estudo de caso, Farinha (2012) observa que para promover a compatibilização entre um projeto desenvolvido no paradigma CAD/TQS para o paradigma BIM, precisou recorrer a um plug-in fornecido no caso, pela Autodesk, que atualmente possui os direitos sobre o Revit. A partir desse momento, pode transformar os elementos estruturais desenvolvidos em CAD/TQS em linguagem BIM e editá-los livremente.

De acordo com Farinha (2012), a aba ferramentas do software Revit Structure traz em seu rol de opções a ação importar e exportar, como mostra a Figura 9, sendo que na janela de exportação é gerado um arquivo intermediário que deve ser lido e convertido para a lógica BIM do programa, a fim de que possa ser editado pelo profissional.

Nesse sentido aponta que isso ocorre de maneira diversa da situação em que a ação de importação que é realizada quando a compatibilização é feita, sendo assim necessário modificar algumas questões. E a partir do momento em que a ação de importar é ativada e o projeto é convertido para o modelo intermediário, este é lido e então convertido pelo Revit Structure, fazendo com que cada elemento possa ser trabalhado dentro do paradigma BIM, como mostra a imagem a seguir (Figura 10).

Figura 9 – Importação CAD/TQS para Revit Structure

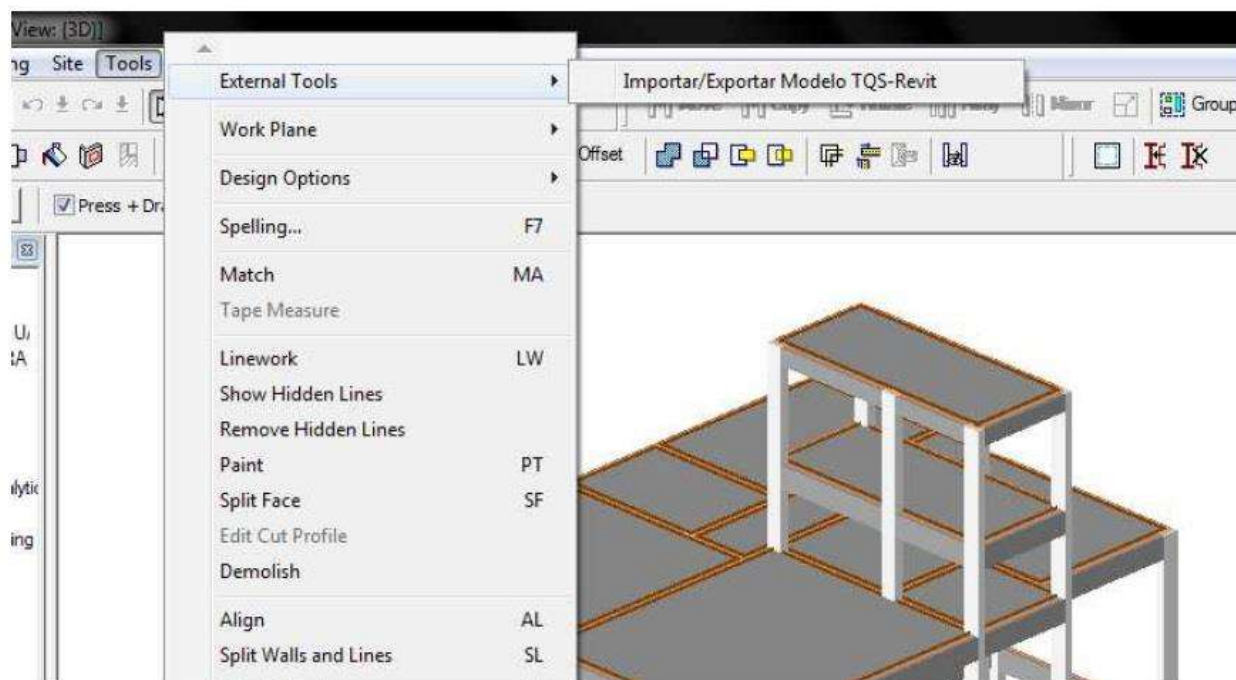


Fonte: Farinha (2012)

A partir do momento em que a metodologia BIM interpreta o arquivo intermediário que foi importado do CAD, Farinha (2012) afirma que é essencial a realização de uma análise minuciosa dos elementos estruturais, conexões e possíveis interferências entre eles, o que faz parte da proposta de *Clash Detection*, um tema que será abordado com mais detalhes no tópico a seguir.

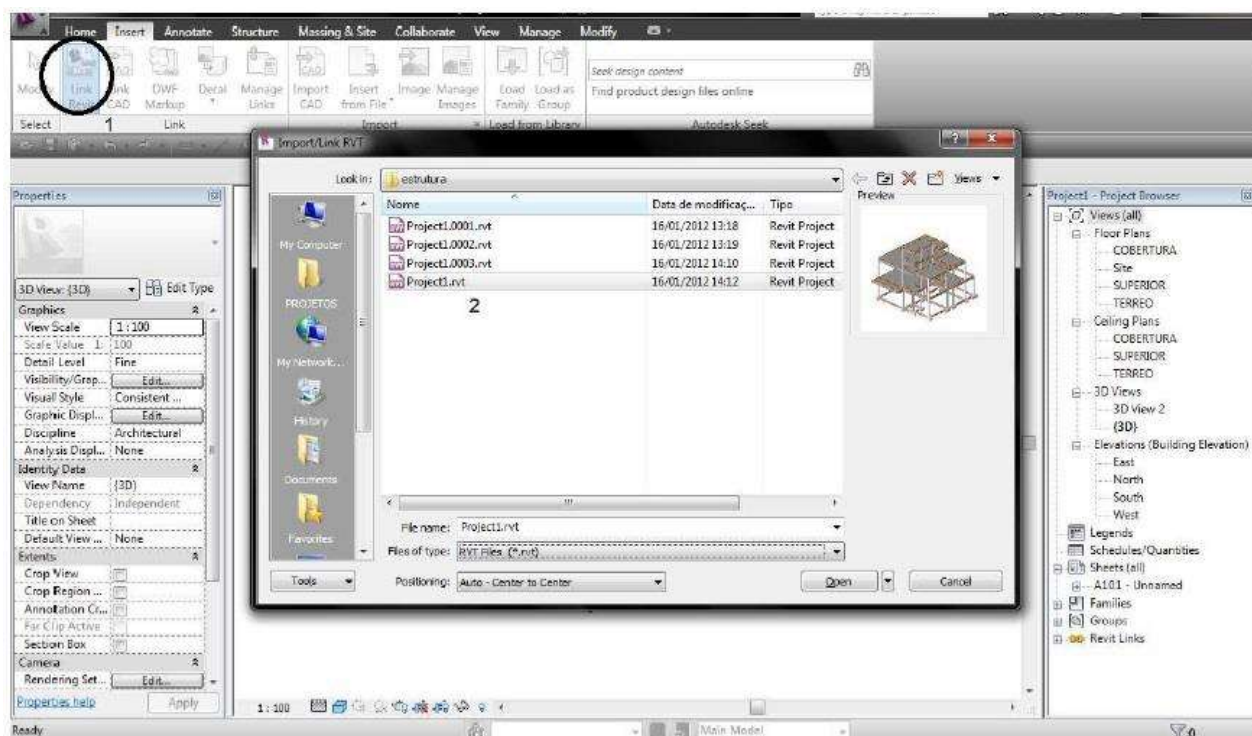
Sendo que o ideal é que o número de interferências seja nulo, a fim de que outras equipes disciplinares não perpetuem essa inconsistência e a levem para o canteiro de obras. Uma etapa que segundo Farinha (2012) implica na posterior importação do projeto desenvolvido no programa Revit Structure para o programa Revit Architecture, ilustrado na Figura 11. Uma compatibilização que é fundamental a fim de que isso não gere atrasos e inconsistências para o trabalho da equipe que irá lidar com a estruturação dos projetos hidrossanitário e elétrico, uma tarefa que pode ser realizada por meio do Revit Link.

Figura 10 – Importação Revit Structure de CAD/TQS



Fonte: Farinha (2012)

Figura 11 – Importação do Revit Structure para o Revit Architecture



Fonte: Farinha (2012)

5.3 DETECÇÃO DE CHOQUES E INTERFERÊNCIAS (“CLASH DETECTION”)

Conforme Akponeware e Adamu (2017), as dinâmicas tradicionais de desenvolvimento de projeto no setor da construção tem sofrido com fenômenos como a baixa integração entre as diferentes equipes bem como irregularidades na forma como estas equipes multidisciplinares gerenciam e trocam dados do ciclo de vida do projeto. Entretanto, os recentes desenvolvimentos no âmbito da Comunicação e Tecnologia da Informação (TIC) permitiu a colaboração por meio do conceito de modelagem da construção da informação (BIM).

Proposta esta que tem o potencial para inovar, transformar e fomentar o processo de troca de informações e colaboração interdisciplinar. Entretanto, a exploração de todo o potencial do BIM requer ferramentas, protocolos e padrões abertos para o trabalho colaborativo. Para o caso do Reino Unido (UK), Akponeware e Adamu (2017) afirmam que um espaço de trabalho compartilhado baseado em nuvem também chamado de Ambiente Comum de Dados (CDE) é necessário para o BIM de Nível 2 para facilitar a transferência e o compartilhamento de dados em todo o ambiente multi-stakeholder.

Portanto, Akponeware e Adamu (2017) afirmam que é dentro desse contexto que surgem os choques, incluindo choques entre sistemas e intrasistemas, no entanto, devido ao aumento da comercialização de softwares de detecção de choques, vem se tornando mais fácil contornar estas situações, ou seja, consideram que a detecção de confrontos é tão crucial para a entrega de um modelo BIM 3D que em muitos casos são promovidas reuniões especialmente para discutir estes choques e a sua detecção.

Nguyen, Luu e Ngo. (2020) defendem que a detecção de choques com base no BIM, a primeira fase no processo de coordenação de projetos usando a metodologia, tem como principal contribuição ajudar a contornar os pontos fracos do uso tradicional de desenhos 2D para coordenação de projetos, tais como limitações cognitivas humanas para visualizar choques e situações envolvendo processo demorado e iterativo, etc. Além disso, afirmam que o processo de detecção de choques pode começar mais cedo no ciclo de vida do projeto e permitir uma colaboração mais eficaz entre as partes interessadas de diferentes disciplinas.

De acordo com Seo *et al.* (2012), BIM de forma geral é introduzido na fase de construção a fim de melhorar a eficiência do trabalho, usando para este fim um modelo de produto usando ferramentas BIM no processo de detecção de choque para revisão de construtibilidade, avaliação quantitativa e simulação para gerenciamento do processo. Para o caso da Coreia do Sul, afirmam que as empresas de construção estão identificando que os

processos de trabalho devem ser repensados a fim de maximizar os efeitos positivos da utilização do BIM.

Conforme Nguyen, Luu e Ngo (2020), outro benefício trazido por esta proposta é a qualidade do trabalho, levando em consideração que o BIM pode ajudar a detectar 75% mais conflitos e erros de projeto do que o uso do 2D-CAD. Juntamente com a animação do processo de construção 4D, a detecção de choque com base no BIM tornou-se o uso mais percebido da adoção desta metodologia na indústria da construção no mundo.

Entretanto, também apontam que estes choques em projetos de construção, que podem ser classificados como choque duro, choque suave, choque de tempo (ou 4D/fluxo de trabalho) e choque animado, podem ter sua origem em causas diversas, como inconsistências de projeto, não conformidade com as normas, complexidade, na resolução do dilema entre precisão do modelo versus cumprimento de um prazo e erro de projeto. Além disso, algumas das causas estão ligadas a própria cultura corporativa, ou envolvem erro humano. Portanto, Nguyen, Luu e Ngo (2020) consideram que o processo de detecção de conflitos baseado no BIM deve levar em consideração os contextos locais e industriais.

Conforme Seo *et al.* (2012), o processo de detecção de choque baseado no BIM na fase de construção tem um papel vital nesse contexto da revisão da construtibilidade, tanto do ponto de vista da maquete quanto como método de tomada de decisão. E é nesse sentido que se torna tão importante o desenvolvimento de uma metodologia de projeto envolvendo o processo de detecção de choque. Entretanto, observam que mesmo em projetos baseados em BIM, a maioria do processo de detecção de choque ainda não foi claramente identificada, ou apesar de a metodologia BIM ser adotada, o fluxo de trabalho ainda não foi bem desenvolvido.

Além disso, Seo *et al.* (2012) também apontam que muitas empresas do ramo da construção civil têm dificuldade em estabelecer o processo com sua própria mão-de-obra e experiência, pois isso envolve investimentos muitas vezes vultosos em capacitação. Além disso, a partir da análise das diretrizes relacionadas ao BIM, o conteúdo do processo BIM na fase de construção está principalmente relacionado ao conceito e aos campos delineados aos quais o BIM pode ser aplicado, o que acaba se tornando um impeditivo para que o processo concreto de detecção de colisão baseado no BIM seja estabelecido ou melhorado.

Em resumo, Trebbi *et al.* (2020) expõem que a proposta de detecção de *clash* permite a verificação de inconsistências geométricas e apontar problemas de coordenação em 3D BIM. Em uma interface baseada em BIM, dois entes distintos podem colidir porque ocupam o mesmo espaço físico, fenômeno que pode ser descrito como choque duro, por exemplo, um tubo que passa através de um feixe. Por outro lado, dois entes também podem gerar inconsistências não

porque colidem, mas porque estão muito próximos uns dos outros, caracterizando um choque de espaço ou choque suave.

Para Trebbi *et al.* (2020), conflitos também podem se desenvolver ao longo do tempo (choque 4D ou fluxo de trabalho), na forma de dois entes projetados que se sobrepõem durante a montagem. Portanto, consideram como fundamental identificar tais inconsistências, compartilhá-las com os especialistas envolvidos e, se necessário, proceder com sua solução de forma coordenada. Desta forma, as possíveis falhas são detectadas com antecedência e uma maior assertividade e confiabilidade é conferida aos processos de trabalho.

Em seu artigo, Trebbi *et al.* (2020) apontam que a plataforma usBIM.platform se caracteriza como uma nuvemACDat que se integra com vários plug-ins para o gerenciamento do processo que se estende desde o projeto até a realização e posterior gerenciamento do item. E apontam que o Politécnico de Milão vem trabalhando no desenvolvimento de plug-ins de verificação de código (usBIM.code) e de detecção de Clash (usBIM.clash).

6 ESTUDO DE CASO

6.1 DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO

O empreendimento se localiza na cidade de Oliveira-MG, região centro oeste do estado, cidade com 50 mil habitantes, berço do biólogo, médico sanitarista e cientista Carlos Chagas. O empreendimento se trata um comércio constituído de um subsolo, um pavimento térreo e um mezanino, realizado pela construtora Layout Arquitetura e Engenharia, localizado na Rua Rodolfo Pacheco, mostrado nas figuras 12 e 13. Cabe mencionar também que a obra se encontra em execução no momento do estudo.

Num processo habitual, após a elaboração dos projetos, a análise e revisão é feita em um arquivo 2D, geralmente por profissionais diferentes, sem nenhum vínculo entre eles, o que pode gerar perda de informações (Basto & Lordsleem, 2016). Portanto, antes de começar a modelagem, realizou-se uma análise dos projetos originais executados no AutoCAD.

Em uma segunda etapa, após a modelagem feita no Revit, iniciou-se um processo de buscas por conflitos entre os projetos. Onde foram sobrepostos os dois projetos, arquitetônico e estrutural em uma primeira fase analítica de interferência (*Clash Detection*), onde foi possível verificá-los, as quais foram identificadas nas figuras 14,15 e 16, cada figura representando um pavimento da edificação.

Figura 12 – Local da Realização da obra



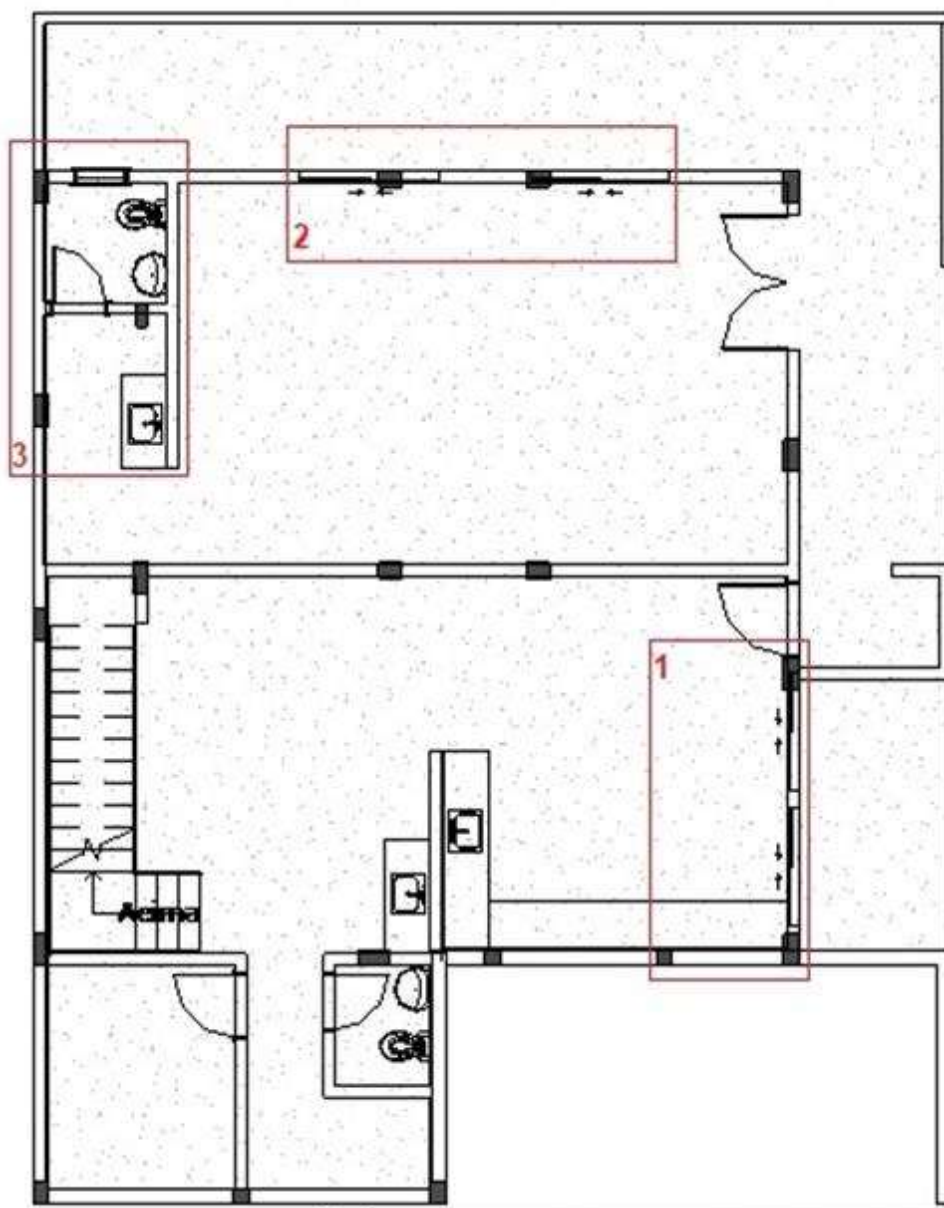
Fonte: Google Maps (2021)

Figura 13 – Local da Realização da obra



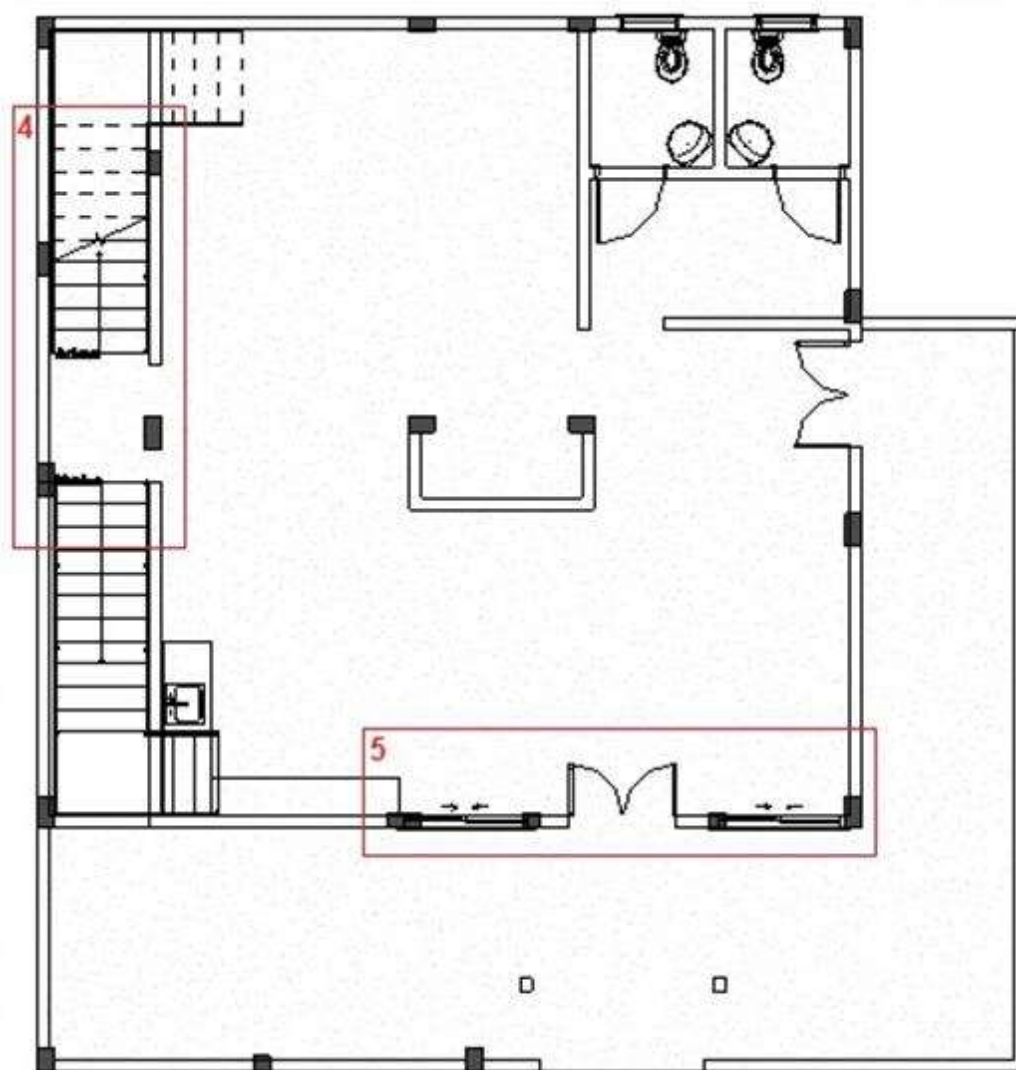
Fonte: Google Maps (2021)

Figura 14 – Incompatibilidades encontradas no pavimento subsolo



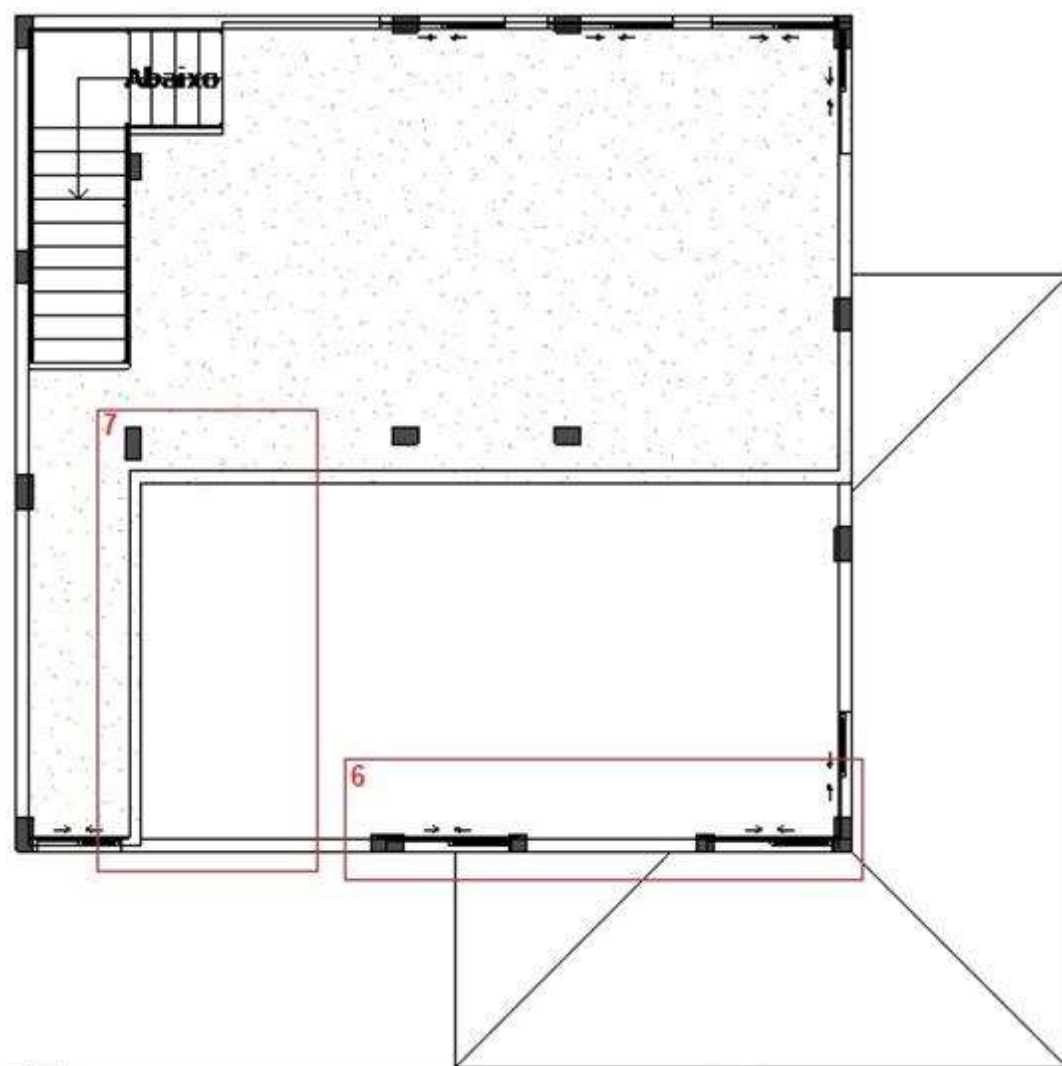
Fonte: Autoria Própria (2021)

Figura 15 – Incompatibilidades encontradas no pavimento térreo



Fonte: Autoria Própria (2021)

Figura 16 – Incompatibilidades encontradas no mezanino.



Fonte: Autoria Própria (2021)

A seguir encontra-se imagens da obra *in loco*, Figuras 17 a 24, nas quais se observam as incompatibilidades arquitetônicas estruturais nas quais foram objeto de estudo deste trabalho. Essas incompatibilidades também puderam ser observadas analisando isoladamente os projetos arquitetônico e estrutural, e quando lançado ambos na plataforma Bim, usando o Revit, observou-se também tais incompatibilidades.

O que nos mostra que se utilizado tal ferramenta as incompatibilidades poderiam ser tratadas ainda em fase inicial de projeto. Cada imagem está correspondida por ponto, mostrando onde se encontra nas plantas baixas. O projeto arquitetônico e o projeto em estrutura de concreto armado usados para fazer a modelagem no Revit se encontram no anexo 1 e 2 respectivamente.

Figura 17 – Apresenta a incompatibilidade encontrada no Ponto 1 em campo.



Fonte: Autoria Própria (2021)

Figura 18– Apresenta a incompatibilidade encontrada no Ponto 2 em campo.



Fonte: Autoria Própria (2021)

Figura 19– Apresenta a incompatibilidade encontrada no Ponto 3 em campo.



Fonte: Autoria Própria (2021)

Figura 20– Apresenta a incompatibilidade encontrada no Ponto 3 em campo.



Fonte: Autoria Própria (2021)

Figura 21 – Apresenta a incompatibilidade encontrada no Ponto 3 em campo.



Fonte: Autoria Própria (2021)

Figura 22 – Apresenta a incompatibilidade encontrada no Ponto 7 em campo.



Fonte: Autoria Própria (2021)

Figura 23 – Apresenta a incompatibilidade encontrada no Ponto 5 em campo



Fonte: Autoria Própria (2021)

Figura 24 – Apresenta a incompatibilidade encontrada no Ponto 6 em campo



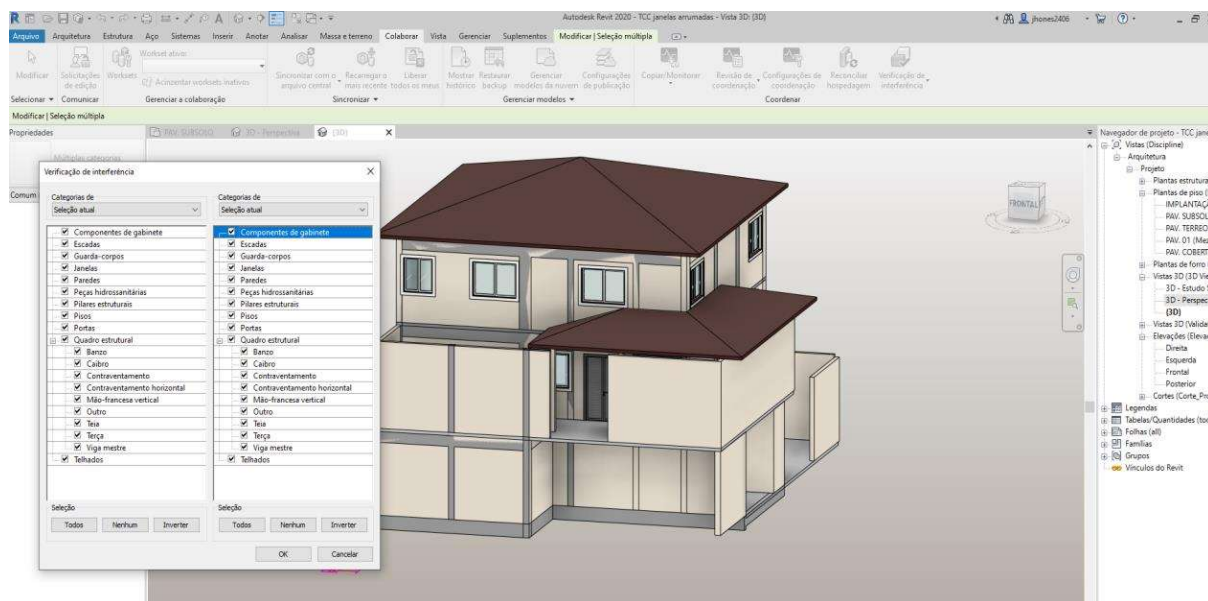
Fonte: Autoria Própria (2021)

6.2 COMPATIBILIZAÇÃO VIA PROCESSO BIM

A compatibilização no processo BIM pelo software Revit mostrou exatamente a quantidade de conflitos gerados pela imprecisão na modelagem dos projetos de arquitetura e estrutural. O relatório foi gerado a partir dos conflitos detectados entre elementos estruturais, arquitetônicos, esquadrias e escadas. Este encontra-se no Apêndice 1.

Mas o software também possibilita a verificação da incompatibilidade analisando além dos projetos citados, concomitantemente, projetos elétricos hidráulicos e demais incompatibilidades que possam vir a surgir no decorrer da execução da obra. Segundo Goes (2011) mesmo os modelos centrais de compatibilização quando submetidos ao processo de detecção de conflitos necessitam de uma checagem visual do modelo 3D pois muitas vezes as interferências e incompatibilidades são fruto de um erro no modelo tridimensional.

Figura 25 – Fotos do software realizando a verificação de interferência



Fonte: Autoria Própria (2021)

6.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS DO ESTUDO DE CASO

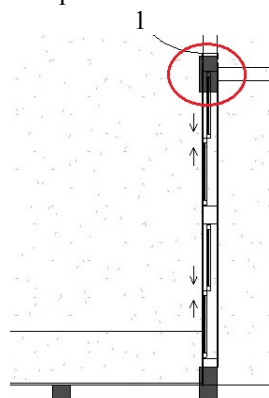
Ao fazer o projeto arquitetônico e estrutural no software Revit diversas incompatibilidades foram observadas, o que não se observaria trabalhando com os projetos separadamente. As análises foram feitas começando pelo pavimento subsolo, pavimento térreo e posteriormente no primeiro pavimento (mezanino).

As figuras estão identificadas por pontos, para melhor observação e localização nas plantas baixas ilustradas nas Figuras 14, 15 e 16. As Figuras 26 a 31 mostram incompatibilidades no pavimento subsolo, pode-se observar que os pilares coincidem com as esquadrias da janela e no caso do banheiro a viga do pavimento superior não coincide com a parede causando um desconforto visual e estético muito grande, a figura 16 mostra este mesmo local já construído.

As Figuras 32 a 35 são referentes ao pavimento térreo, nelas são observados também pilares coincidentes com esquadrias, além de um pilar que ficou entre as duas escadas, para solucionar este problema foi necessário alterar a posição das escadas para que tivesse um espaço confortável para acesso à escada. Analisando o primeiro pavimento, temos o mezanino, nele foram observadas além das incompatibilidades de pilares e esquadrias, há diferenças nas medidas da laje diminuindo o vão livre, Figuras 36 a 39.

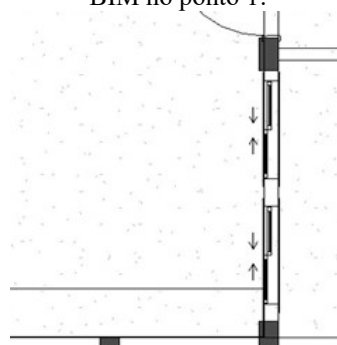
Além disso, percebe-se também a inconstância das alvenarias em relação as vigas, o que causa um desconforto visual muito grande no pavimento térreo, pois as vigas ficaram aparentes na edificação, além disso o custo do empreendimento também é onerado, pois fica necessário um rebaixamento para esconder essas vigas. Os problemas de coincidências entre esquadrias e pilares foram solucionados diminuindo as dimensões da janela e/ou reposicionando-as.

Figura 26– Incompatibilidade encontrada no Ponto



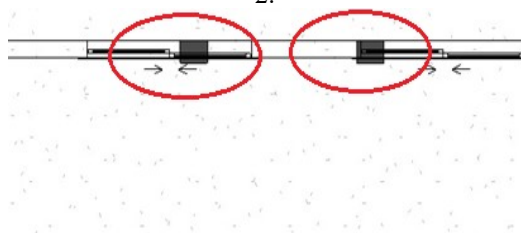
Fonte: Autoria Própria (2021)

Figura 27– Correções apresentadas pela plataforma BIM no ponto 1.



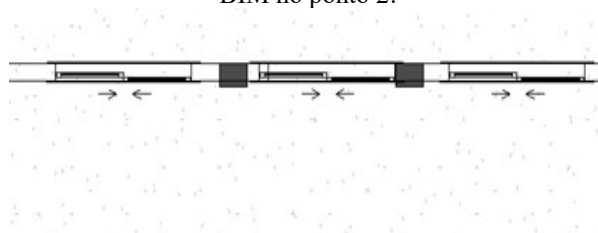
Fonte: Autoria Própria (2021)

Figura 28 – Incompatibilidade encontrada no Ponto 2.



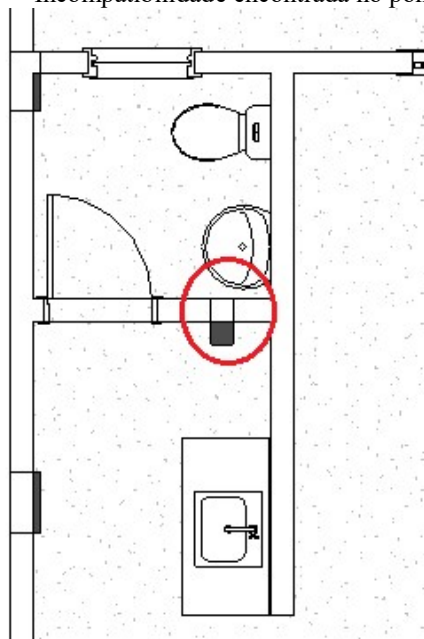
Fonte: Autoria Própria (2021)

Figura 29 – Correções apresentadas pela plataforma BIM no ponto 2.



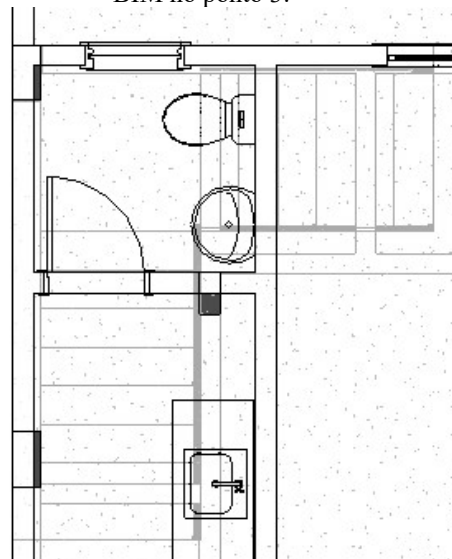
Fonte: Autoria Própria (2021)

Figura 30 – Incompatibilidade encontrada no ponto 3.



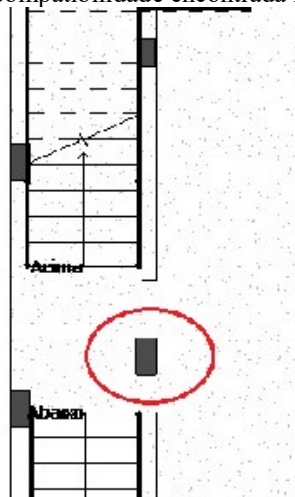
Fonte: Autoria Própria (2021)

Figura 31 – Correções apresentadas pela plataforma BIM no ponto 3.



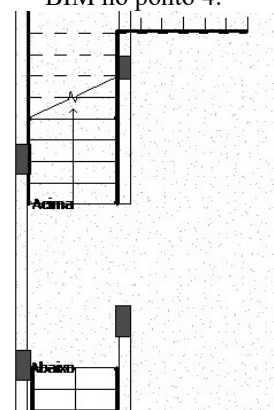
Fonte: Autoria Própria (2021)

Figura 32 – Incompatibilidade encontrada no ponto 4.



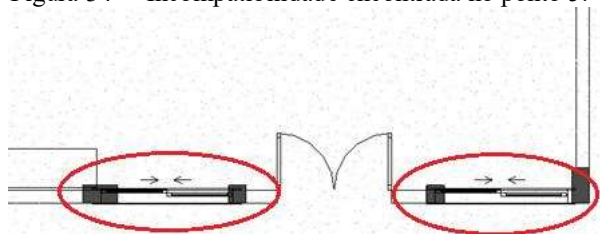
Fonte: Autoria Própria (2021)

Figura 33 – Correções apresentadas pela plataforma BIM no ponto 4.



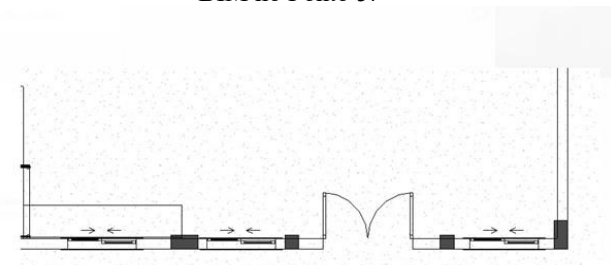
Fonte: Autoria Própria (2021)

Figura 34 – Incompatibilidade encontrada no ponto 5.



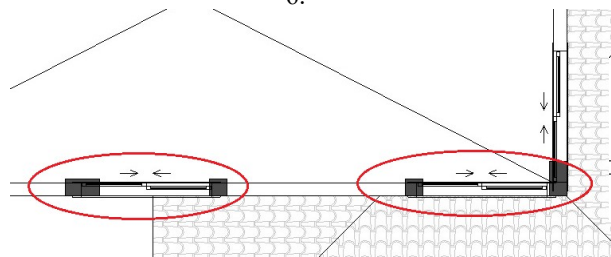
Fonte: Autoria Própria (2021)

Figura 35 – Correções apresentadas pela plataforma BIM no Ponto 5.



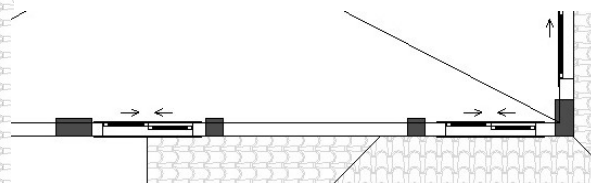
Fonte: Autoria Própria (2021)

Figura 36 – Incompatibilidade encontrada no ponto 6.



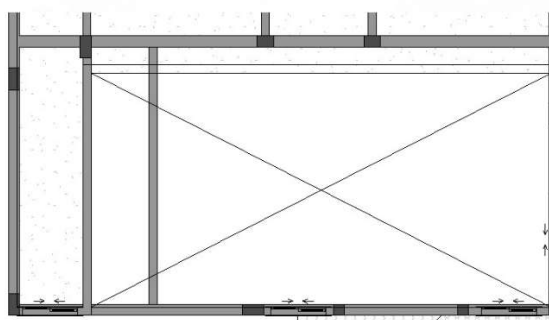
Fonte: Autoria Própria (2021)

Figura 37 – Correções apresentadas pela plataforma BIM no ponto 6.



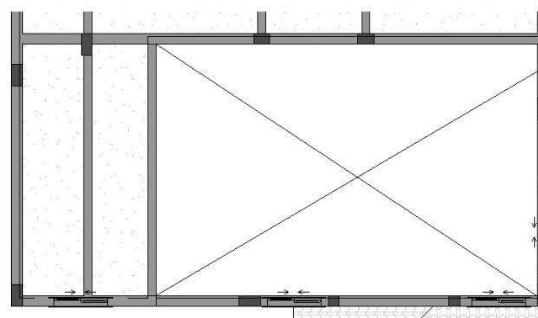
Fonte: Autoria Própria (2021)

Figura 38 – Incompatibilidade encontrada no ponto 7.



Fonte: Autoria Própria (2021)

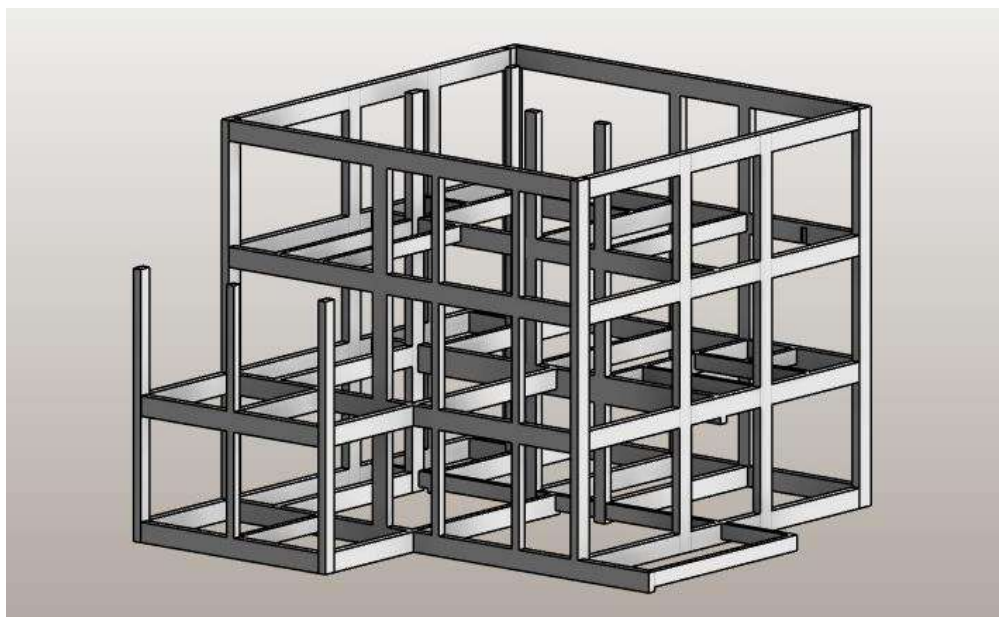
Figura 39 – Correções apresentadas pela plataforma BIM no ponto 7.



Fonte: Autoria Própria (2021)

As Figuras 40 e 41 são exemplos de possíveis visualizações da edificação, dentro do Revit. Na Figura 40 estão visíveis todas as vigas e pilares e na Figura 41 o estrutural junto à alvenaria, mostrando também que é possível ocultar uma parede para possibilitar a visualização do interior de qualquer ambiente. As plantas baixas compatibilizadas pelo software Revit dos pavimentos subsolo, térreo e mezanino se encontram com maior detalhamento no apêndice 2, 3 e 4 respectivamente.

Figura 40 – Modelo 3D estrutural gerado pelo Revit



Fonte: Autoria Própria (2021)

Figura 41 – Modelo 3D gerado pelo Revit



Fonte: Autoria Própria (2021)

7 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

O projeto, utilizando-se das ferramentas BIM, possibilita uma antevisão da obra a ser realizada, permitindo que se tenha conhecimento de todas as fases, possibilitando que se realize e se enumere todas as fases da mesma, se planeje todas as soluções de execução da obra, permitindo com clareza, a visão do conjunto pronto.

No estudo de caso, procurou-se estudar a obra no que se refere a compatibilização dos projetos arquitetônicos e estruturais, onde abordamos um projeto simples, uma edificação comercial de 3 pavimentos, onde foi possível se verificar que as incompatibilidades de projeto geram uma sequência de alterações na execução da obra, que acabam possibilitando modificações nas determinações do projeto inicial. É de praxe verificar que as mudanças que ocorrem durante a execução da obra, acontecem quando alguma atividade da obra já teve início ou foi realizada permitindo então que seja verificada a incompatibilidade. Estas mudanças culminaram em alterações que não foram previstas em projetos, mas que se fizeram necessárias para o bom andamento da obra, buscando uma solução mais eficiente para a realização do serviço.

Como exemplo, temos as alterações de posicionamento vigas e pilares em virtude da alteração da posição construtiva dos mesmos nas quais é notável suas incompatibilidades. Normalmente as incompatibilidades geram custos adicionais, relacionados principalmente a retrabalhos necessários após a identificação da falha de projeto, além do desperdício de materiais. Estes retrabalhos e desperdícios de material acabam resultando em atrasos no cronograma da obra, gerando um custo a mais na obra.

A solução destes problemas pode gerar outros, como por exemplo, danos a estrutura da obra, ou então, serviços que podem ficar mal executados em decorrência destes problemas. Fica assim, evidenciado que a falta de compatibilização dos projetos antes do início da obra pode resultar em insatisfação do cliente e/ou contratante. Pode-se também afirmar que o nível de detalhamento dos projetos influencia diretamente na qualidade da obra. Quanto mais detalhes e especificações forem feitos pelo autor do projeto, melhor será o entendimento do projeto dentro do canteiro de obras, reduzindo-se assim as possibilidades de erros e problemas durante a execução do projeto.

Neste trabalho, abordou-se as incompatibilidades apenas dos projetos estruturais e arquitetônicos, mas cabe o estudo de incompatibilidade que abrange todos os campos e etapas de uma obra civil, o que abre campo de estudo para futuros trabalhos. Desta forma, para novos estudos, fica a sugestão de análise da incompatibilidade dos projetos estrutural, arquitetônico, elétrico, hidrossanitário e de incêndio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDIRAD, Hamid. **Advancing in Building Information Modeling (BIM) Contracting: Trends in the AEC/FM Industry**, AEI 2015: Birth and Life of the Integrated Building . 2015.

ADAMUS, L.W. **BIM: Interoperability for Sustainability Analysis in Construction, in: Central Europe towards Sustainable Building 2013: Integrated Building Design BIM**, 2013: pp. 1–4.

AKPONEWARE, A. O.; ADAMU, Z. A. **Clash Detection or Clash Avoidance? An Investigation into Coordination Problems in 3D BIM. Buildings**, 2017, 7, 75.

AZHAR, Salman. **Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry**, ASCE Library, v. 11, n. 3, 2011.

BASTO, Priscilla Elisa de Azevedo; LORDSLEEM JUNIOR, Alberto Casado. Ensino de BIM em curso de graduação em engenharia civil em uma universidade dos EUA: estudo de caso. **Ambient. constr.**, Porto Alegre , v. 16, n. 4, p. 45-61, Dez. 2016.

BECERIK-GERBER, A.M. B; KENSEK, Karen. **Building Information Modeling in Architecture, Engineering, and Construction: Emerging Research Directions and Trends**. ASCE Library, v. 136, n. 3, 2010.

BORRMANN, A.. **Industry Foundation Classes: A Standardized Data Model for the Vendor-Neutral Exchange of Digital Building Models**. In: Borrmann A., König M., Koch C., Beetz J. (eds) *Building Information Modeling*. Springer, Cham, 2018.

COSTA, E. N. **Avaliação da metodologia BIM para a compatibilização de projetos**. 2013. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Civil) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2013.

EASTMAN, C; TEICHOLZ, P.; SACKS, R; AND LISTON, K. **BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors**, John Wiley and Sons, NY, 2008.

FALCONE, G.C.J.; HASHITANI, R. **Eficiência do BIM na Compatibilização de Projetos e Planejamento de Obras**. Orientador: Társis Rafael Travassos Oliveira. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência parcial para a obtenção do título de Graduação do Curso de Engenharia Civil pela Universidade Anhembí Morumbi. São Paulo, 2013.

FARINHA, M. C. R. **Exemplo de compatibilização de projetos utilizando a plataforma BIM (Building Information Modeling)**. 2012. 78 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2012.

GOES, R. H. T. B. **Compatibilização de Projetos Com a Utilização de Ferramentas BIM**. São Paulo, 2011. 142 f. Dissertação (Mestrado em Habitação) - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, 2011.

GOLABCHI, A.; KAMAT, V.R. **Evaluation of Industry Foundation Classes for Practical Building Information Modeling Interoperability**, ISARC, 2013.

GRILO, A.; JARDIM-GONCALVES, R. **Value proposition on interoperability of BIM and collaborative working environments**, *Automation in Construction*, Volume 19, Issue 5. Pages 522-530. 2010.

KALE S.; ARDITI D. Diffusion os computer aided design technology em architectural practice. **Journal of Construction Engineering and Management (ASCE)**, v. 131, p.1135-1141, 2005.

KENLEY, R; HARFIELD, T. **Challenging the role of location in Industry Foundation Classes**. In... the Proceedings of CIB W78 Conference 2016, 31 Oct - 2 Nov 2016, Brisbane.

KHOSROWSHAHI, F. AND ARAYICI, Y. "Roadmap for implementation of BIM in the UK construction industry", **Engineering, Construction and Architectural Management**, Vol. 19 No. 6, 2012, pp. 610-635.

MELO, R. **Building Information Modeling (BIM) Como Ferramenta na Compatibilização de Projetos Para Construção Civil**. Formiga, 2014. 94 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Centro Universitário de Formiga, Formiga, 2014.

NGUYEN, Q. T; LUU, Phuong Q ; NGO, Yen V. **Application of BIM in design conflict detection: a case study of Vietnam**, IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 869, 2020.

PAIVA, D. C. S. **Uso do BIM para compatibilização de projetos: Barreiras e oportunidades em uma empresa construtora**. 2016. 16 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, De-partamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.

RAMIREZ, M, C.; Planejamento De Projetos de Edificações na Administração Pública. Dissertação (Mestrado em Tecnologia, Ambiente e Sustentabilidade) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, DF. 2018.

SEO, J. H. **Collaborative Process to Facilitate BIM-based Clash Detection Tasks for Enhancing Constructability**., 12(3), 2012, 299–314..

SINGH, S K. **Investigating the Current State of Industry Foundation Classes in the Construction Industry**. Master's thesis, Texas A & M University, 2016.

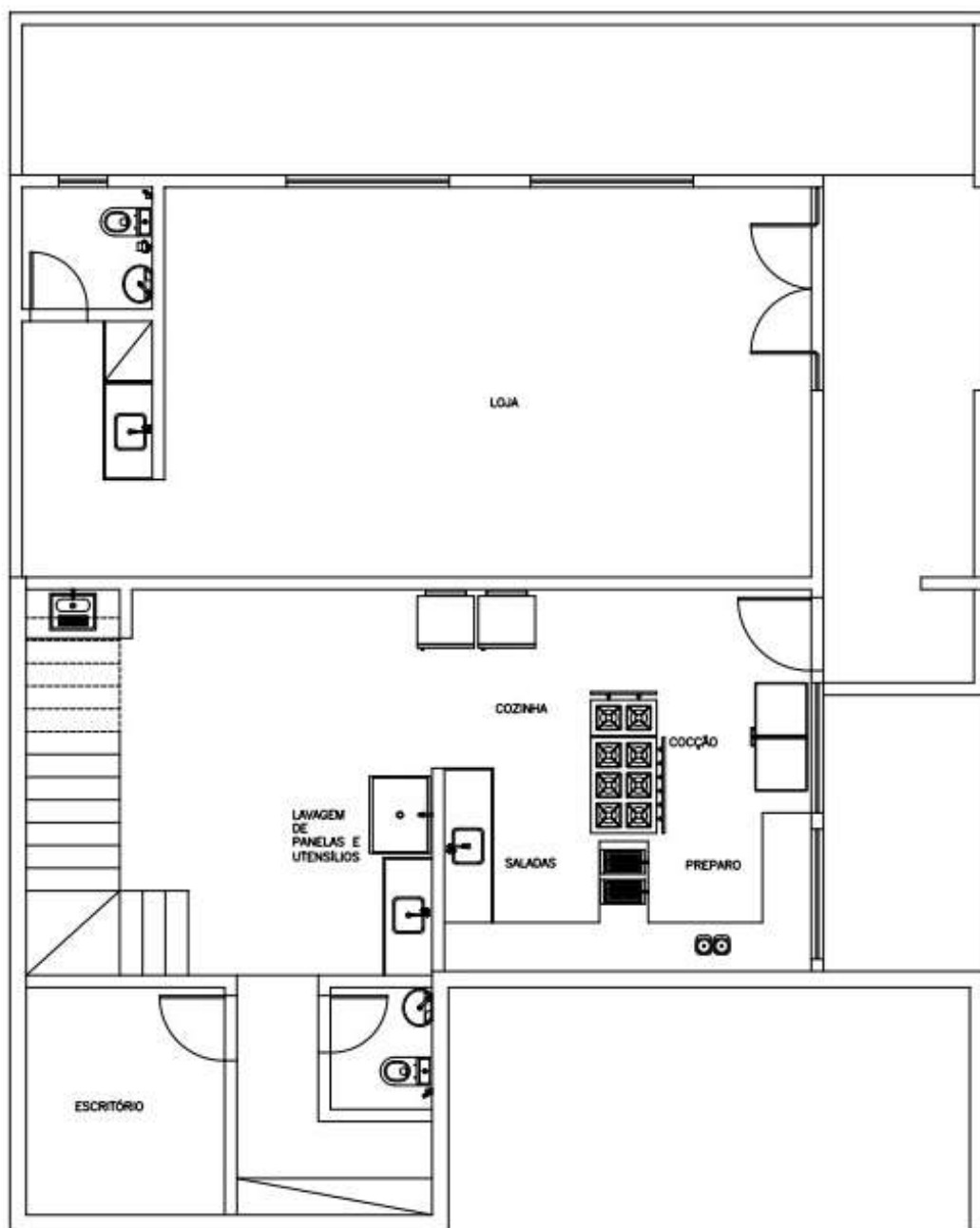
TEIXEIRA, J. D. **Compatibilização de projetos através da modelagem 3D com uso de software em plataforma BIM**. 2016. 104 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) - UFSC, Florianópolis, 2016.

TREBBI C., CIANCIULLI M., MATARAZZO F., MIRARCHI C., CIANCIULLI G., PAVAN A. **Clash Detection and Code Checking BIM Platform for the Italian Market**. In: Daniotti B., Gianinetto M., Della Torre S. (eds) Digital Transformation of the Design, Construction and Management Processes of the Built Environment. Research for Development. Springer, Cham, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-030-33570-0_11

WU, J; ZHANG, J. **New Automated BIM Object Classification Method to Support BIM Interoperability**. Journal of Computing in Civil Engineering, 33(5), 2019..

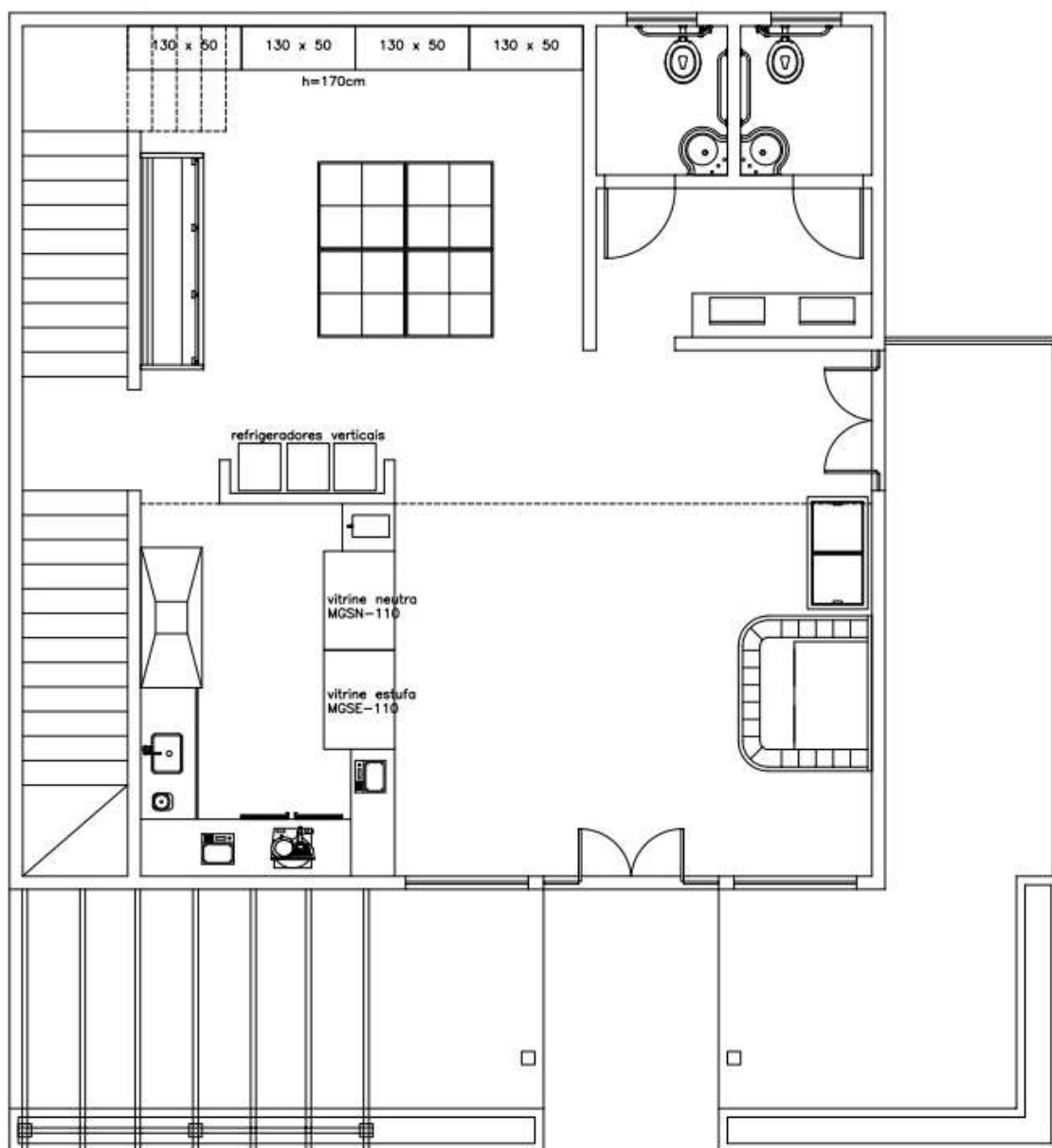
XU, S. LIU, K. LI, W. **Knowledge-based Design Cost Estimation through Extending Industry Foundation Classes**, in: 16th Int. Conf. Enterp. Inf. Syst., Institute for Systems and Technologies of Information, Control and Communication, Lisbon, Portugal, 2014: pp. 161–168..

ANEXO I
Planta Baixa Pavimento Subsolo



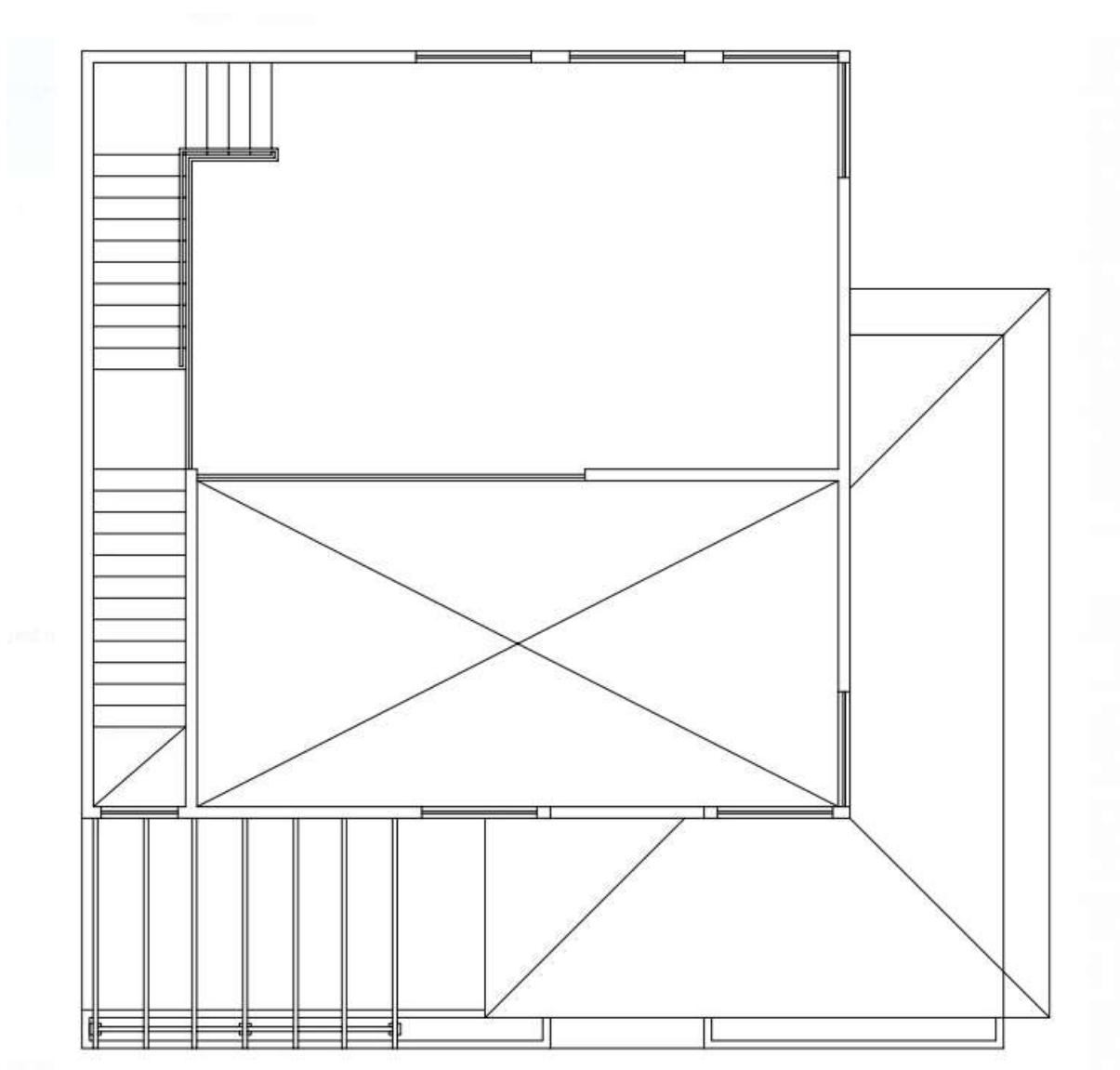
Fonte: Otávio Ribeiro (2021)

ANEXO II
Planta Baixa Pavimento Térreo



Fonte: Otávio Ribeiro(2021)

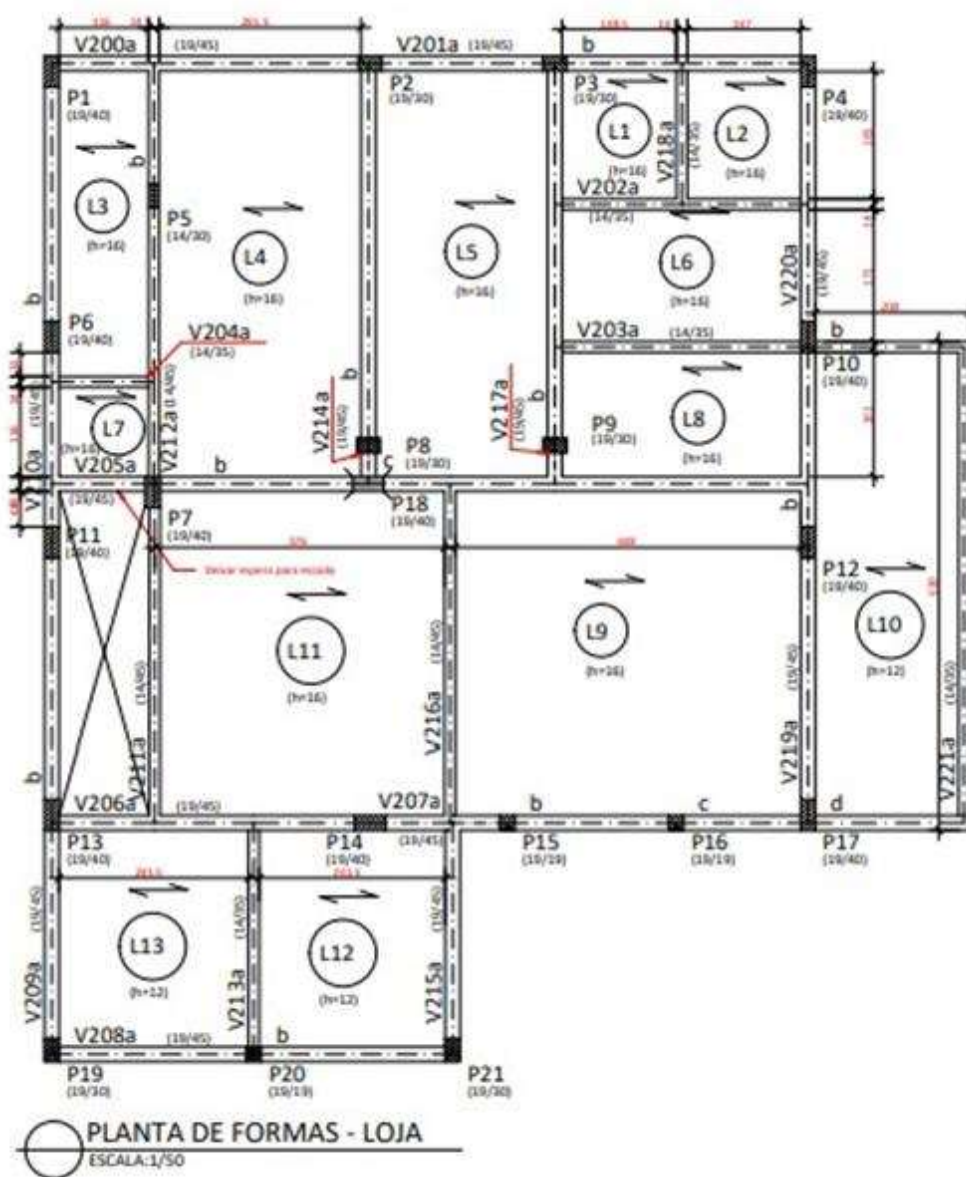
ANEXO III
Planta Baixa Primeiro Pavimento – Mezanino



Fonte: Otávio Ribeiro(2021)

ANEXO IV

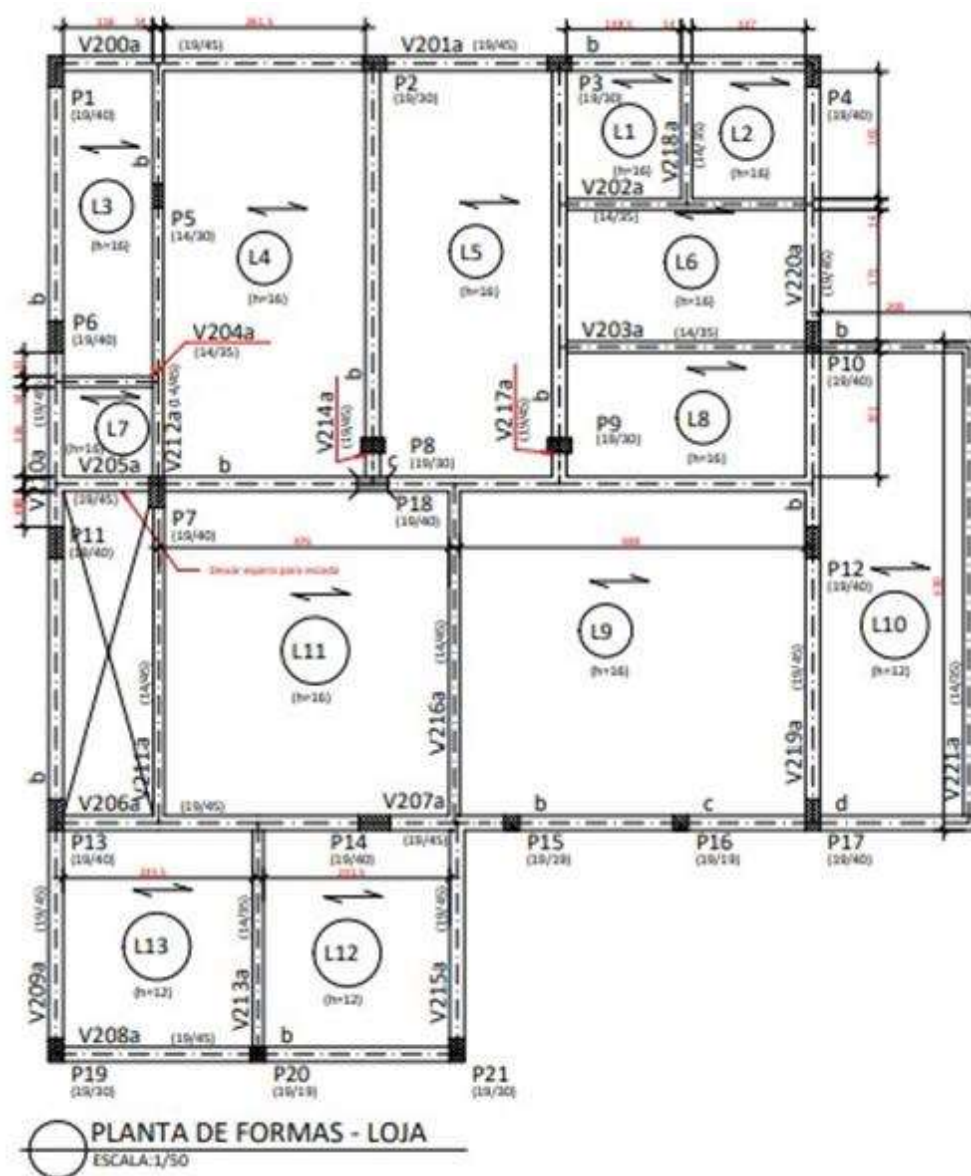
Planta de Forma Pavimento Subsolo



Fonte: Daniel Diniz (2021)

ANEXO V

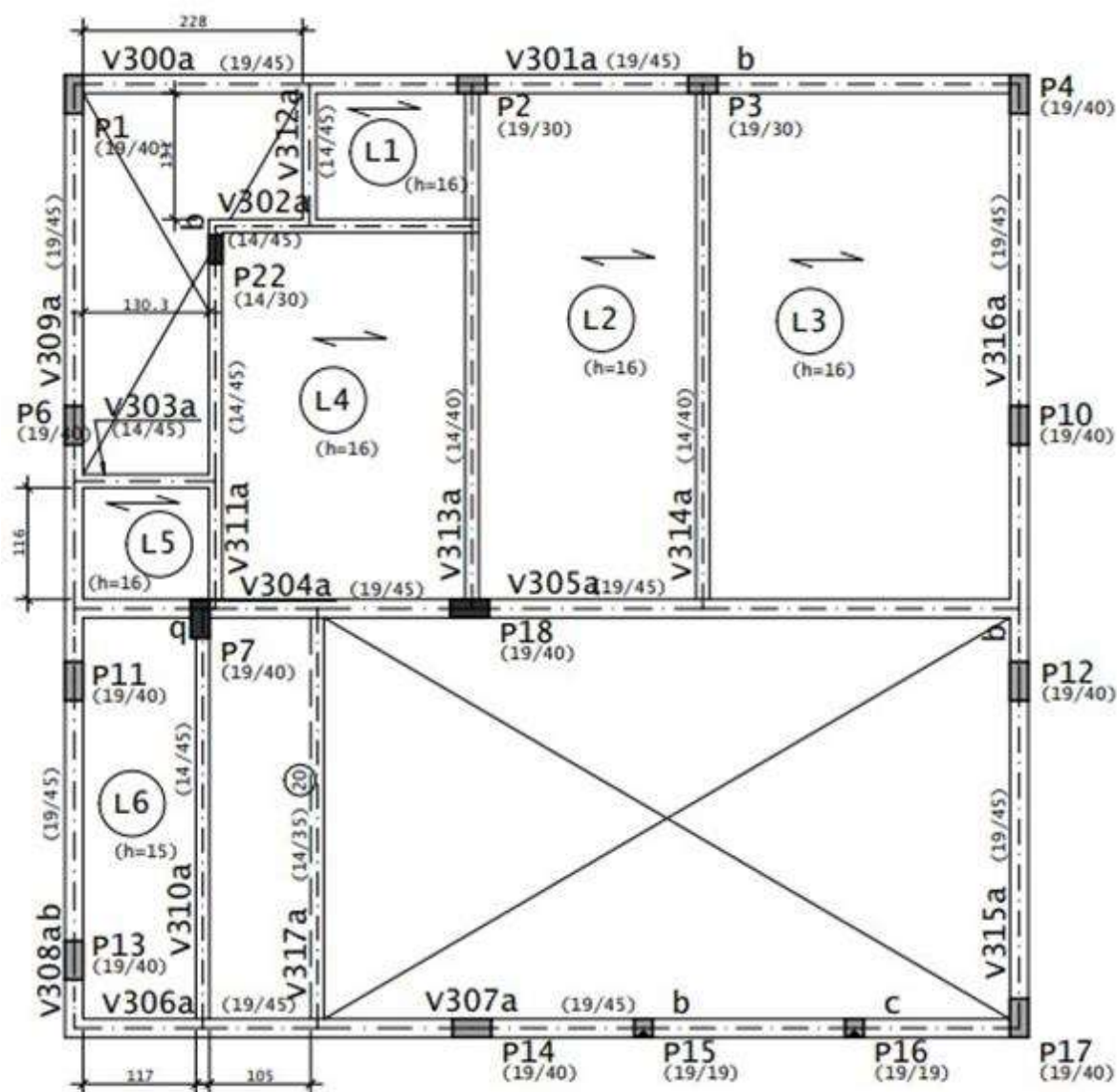
Planta de Forma Pavimento Térreo



Fonte: Daniel Diniz (2021)

ANEXO VI

Planta de Forma Primeiro Pavimento – Mezanino

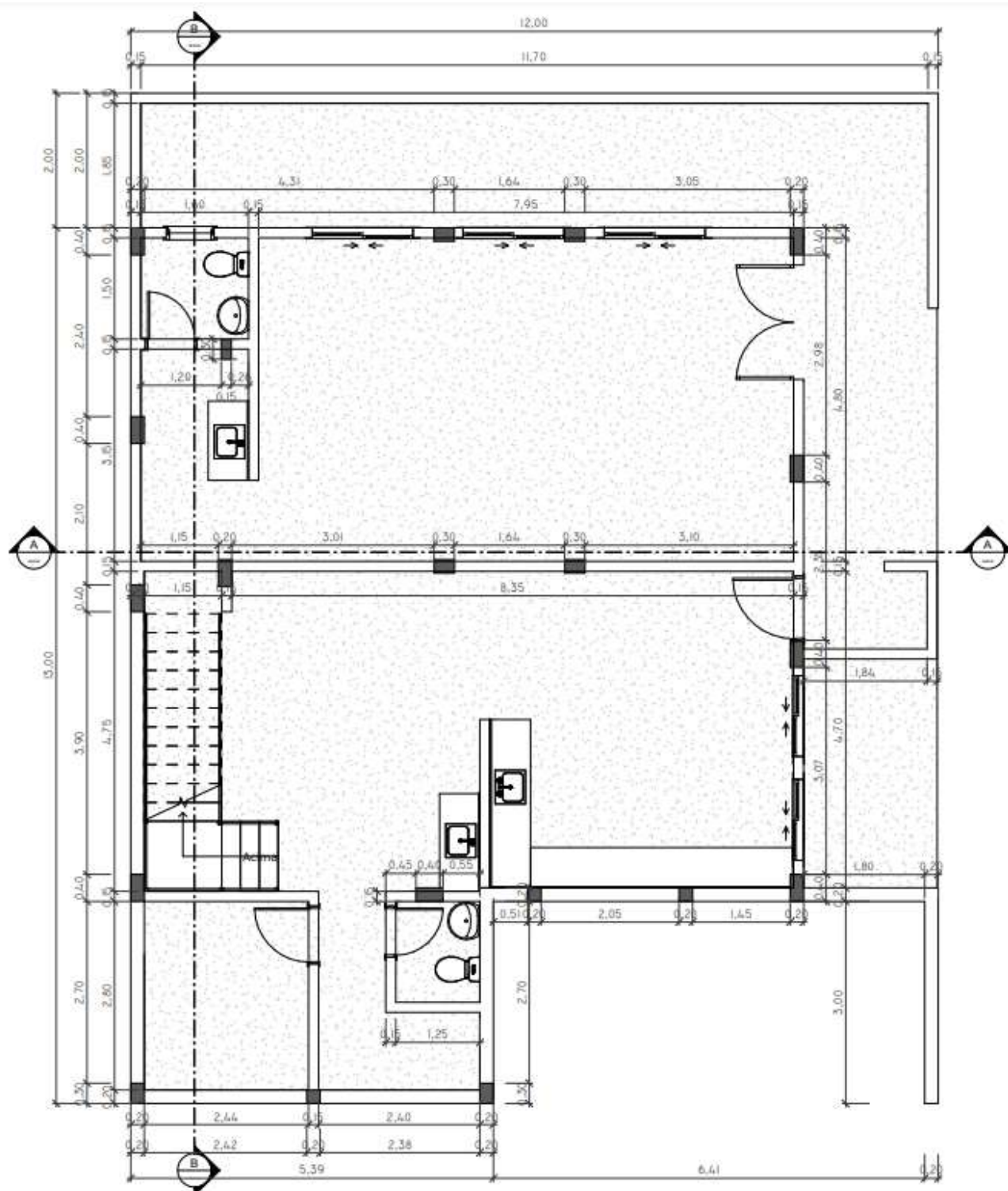


PLANTA DE FORMAS - MEZANINO R1
ESCALA: 1/50

Fonte: Daniel Diniz (2021)

APÊNDICE A

Planta Baixa Compatibilizada do Pavimento Subsolo

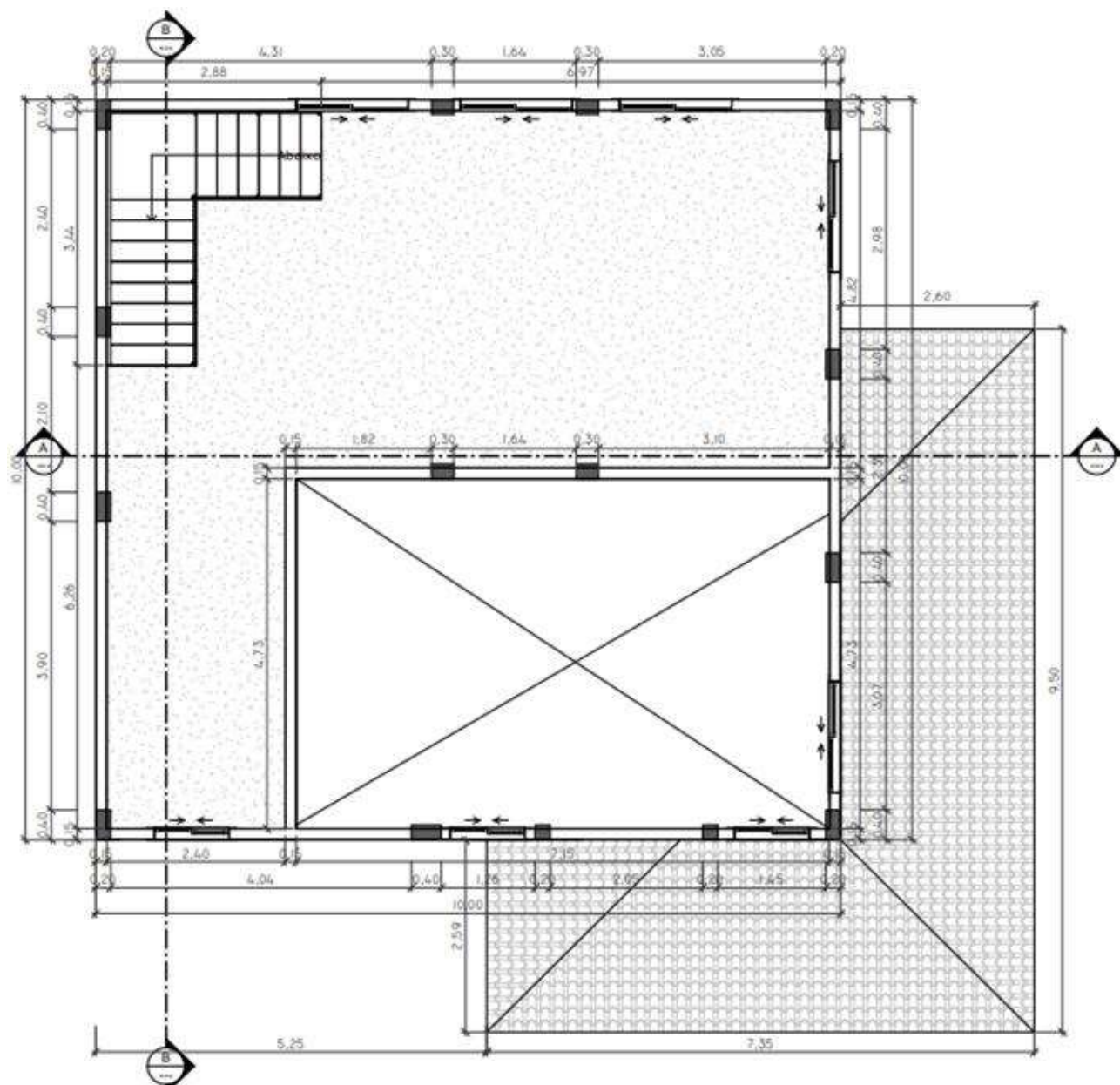


Fonte: Autoria Própria (2021)

Fonte: Autoria Própria (2021)

APÉNDICE C

Planta Baixa Compatibilizada do Primeiro Pavimento – Mezanino.



Fonte: Autoria Própria (2021)

APÊNDICE D

Relatório Incompatibilidade gerado pelo Revit

(C:\Users\jhone\Downloads\TCC.rte).

Relatório de interferência

Arquivo do relatório de interferência do projeto: C:\Users\jhone\Downloads\TCC PILAR NA JANELA.rte

Criado: quinta-feira, 1 de abril de 2021 16:18:09

Última atualização:

	A	B
1	Janelas : SI_Janela_Correr_2 folhas : 180x110/100cm - Marca 105 : ID 1779846	Pilares estruturais : Pilar Retangular de Concreto : 20x30 cm : ID 1801793
2	Janelas : SI_Janela_Correr_2 folhas : 180x110/100cm - Marca 106 : ID 1779873	Pilares estruturais : Pilar Retangular de Concreto : 20x30 cm : ID 1803551
3	Janelas : SI_Janela_Correr_2 folhas : 160x110/100cm - Marca 107 : ID 1780975	Pilares estruturais : Pilar Retangular de Concreto : 20x40 cm : ID 1800041
4	Janelas : SI_Janela_Correr_2 folhas : 160x110/100cm - Marca 111 : ID 1788722	Pilares estruturais : Pilar Retangular de Concreto : 20x20 cm : ID 1799784
5	Janelas : SI_Janela_Correr_2 folhas : 160x110/100cm - Marca 111 : ID 1788722	Pilares estruturais : Pilar Retangular de Concreto : 20x40 cm : ID 1799972
6	Janelas : SI_Janela_Correr_2 folhas : 160x110/100cm - Marca 112 : ID 1788762	Pilares estruturais : Pilar Retangular de Concreto : 20x40 cm : ID 1799301
7	Janelas : SI_Janela_Correr_2 folhas : 160x110/100cm - Marca 112 : ID 1788762	Pilares estruturais : Pilar Retangular de Concreto : 20x20 cm : ID 1799673
8	Janelas : SI_Janela_Correr_2 folhas : 160x110/100cm - Marca 113 : ID 1791005	Pilares estruturais : Pilar Retangular de Concreto : 20x40 cm : ID 1799301
9	Janelas : SI_Janela_Correr_2 folhas : 160x110/100cm - Marca 113 : ID 1791005	Pilares estruturais : Pilar Retangular de Concreto : 20x20 cm : ID 1799673
10	Janelas : SI_Janela_Correr_2 folhas : 160x110/100cm - Marca 114 : ID 1791101	Janelas : SI_Janela_Correr_2 folhas : 160x110/100cm - Marca 115 : ID 1791163
11	Janelas : SI_Janela_Correr_2 folhas : 160x110/100cm - Marca 114 : ID 1791101	Pilares estruturais : Pilar Retangular de Concreto : 20x20 cm : ID 1799784
12	Janelas : SI_Janela_Correr_2 folhas : 160x110/100cm - Marca 114 : ID 1791101	Pilares estruturais : Pilar Retangular de Concreto : 20x40 cm : ID 1799972
13	Janelas : SI_Janela_Correr_2 folhas : 160x110/100cm - Marca 115 : ID 1791163	Pilares estruturais : Pilar Retangular de Concreto : 20x40 cm : ID 1799972
14	Janelas : SI_Janela_Correr_2 folhas : 160x110/100cm - Marca 116 : ID 1791195	Janelas : SI_Janela_Correr_2 folhas : 160x110/100cm - Marca 117 : ID 1791245
15	Janelas : SI_Janela_Correr_2 folhas : 160x110/100cm - Marca 116 : ID 1791195	Pilares estruturais : Pilar Retangular de Concreto : 20x40 cm : ID 1800755
16	Janelas : SI_Janela_Correr_2 folhas : 160x110/100cm - Marca 117 : ID 1791245	Pilares estruturais : Pilar Retangular de Concreto : 20x40 cm : ID 1800755
17	Janelas : SI_Janela_Correr_2 folhas : 160x110/100cm - Marca 118 : ID 1791289	Pilares estruturais : Pilar Retangular de Concreto : 20x30 cm : ID 1803551
18	Janelas : SI_Janela_Correr_2 folhas : 160x110/100cm - Marca 119 : ID 1791313	Pilares estruturais : Pilar Retangular de Concreto : 20x30 cm : ID 1801793
19	Janelas : SI_Janela_Correr_2 folhas : 100x110/100cm - Marca 120 : ID 1791516	Pilares estruturais : Pilar Retangular de Concreto : 20x40 cm : ID 1798062

Fim do relatório de interferência

Fonte: Autoria Própria (2021)