

**SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CÂMPUS ANÁPOLIS**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA
MOBILIDADE**

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

ELDER DOS SANTOS GUERRA FILHO

ORIENTADOR (A); Profª M.Sc. Christiane Rosa de Paiva

**Anápolis
2022**

ELDER DOS SANTOS GUERRA FILHO

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

Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Civil da
Mobilidade do Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Goiás – Campus Anápolis, como requisito
parcial para conclusão de curso.

Orientador: Profª M.Sc. Christiane Rosa de Paiva

Anápolis, 2022



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CÂMPUS ANÁPOLIS

ATA Nº 03/2022.2

ATA DA SESSÃO PÚBLICA DE APRESENTAÇÃO E DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

No 6º dia do mês de dezembro do ano de dois mil e vinte e dois, às 10h30min, na sala S-602 do IFG Campus Anápolis, foi realizada a sessão pública de apresentação e defesa do Trabalho de Conclusão de Curso do Graduando Elder dos Santos Guerra Filho (matrícula 2016106013008C) do curso de Engenharia Civil da Mobilidade. A banca foi composta pelos seguintes membros: Christiane Rosa de Paiva, Frederico de Souza Aleixo e Ludmila Rodrigues de Moraes, sob a presidência da primeira. O trabalho de conclusão de curso tem como título **“Compatibilização de Projetos Complementares de uma Residência através do BIM”**, da área de Planejamento, sob orientação da Profa. Christiane Rosa de Paiva. Após a apresentação, tendo sido o autor arguido pela Banca Examinadora, a nota obtida foi 79 (setenta e nove) e o Trabalho de Conclusão de Curso foi considerado (X) aprovado () aprovado com correções () reprovado pela banca examinadora.

Encerra-se a presente sessão às 12 horas. Eu, Profa. Christiane Rosa de Paiva, dato e assino a presente ata que segue assinada por todos os membros da Banca e pelo graduando.

Profa. M.Sc. Christiane Rosa de Paiva

(Assinado eletronicamente)

Prof. M.Sc. Frederico de Souza Aleixo

(Assinado eletronicamente)

Profa. D.Sc. Ludmila Rodrigues de Moraes

(Assinado eletronicamente)

Elder dos Santos Guerra Filho
(Graduando)



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
SISTEMA INTEGRADO DE BIBLIOTECAS

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☐ Artigo Científico |
| ☐ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia - Especialização | ☐ Livro |
| ☒ TCC - Graduação | ☐ Trabalho Apresentado em Evento |
| ☐ Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor:

Matrícula:

Título do Trabalho:

Autorização - Marque uma das opções

1. ☒ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
2. ☐ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data ____/____/____ (Embargo);
3. ☐ Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2 ou 3**, marque a justificativa:

- ☐ O documento está sujeito a registro de patente.
☐ O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.
☐ Outra justificativa: _____

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- i. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- ii. obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- iii. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Assinatura Local 02/01/22 Data

Eloez Guerra
Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Guerra Filho, Elder dos Santos

G934c

Compatibilização de projetos complementares de uma residência através do BIM. / Elder dos Santos Guerra Filho. – Anápolis: IFG, 2022.

49 f. il. color.

Orientador: Prof. Ma. Christiane Rosa de Paiva.

Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás: Campus Anápolis – Bacharelado em Engenharia Civil da Mobilidade, 2022.

1. Projetos de engenharia. 2. compatibilidade. 3. BIM. 4. Revit.

I. Paiva, Christiane Rosa de (orient.).

III. Título.

CDD 624

RESUMO

O projeto de uma edificação é um conjunto de documentos que reúne uma grande variedade de informações sobre uma obra e empreendimento que são essenciais para a sua qualidade final, entretanto se verifica um problema bastante complexo que é a integração desses dados para minimização de erros durante a sua execução. Com base no contexto apresentado que a presente pesquisa tem o objetivo de detalhar e analisar o processo de compatibilidade um empreendimento demonstrando as inconsistências ocorridas e a correção desses problemas. A metodologia apresentada pela presente pesquisa se trata de um estudo exploratório, onde será apresentado um estudo descritivo prático e a sua relação com o contexto apresentado na teoria, analisando e apresentado diferentes informações quantitativas e qualitativas. Os resultados apresentados e analisados demonstram que a ocorrência de erros no projeto é quase inevitável e que através do BIM foi possível avaliar e verificar esses erros e inconformidades, dessa forma somente através da compatibilidade de projetos, torna-se possível a realizar uma obra com mais qualidade e menos ocorrência de erros.

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

ABSTRACT

The design of a building is a set of documents that gathers a wide variety of information about a work and project that are essential for its final quality, however there is a very complex problem, which is the integration of these data to minimize errors during the its execution. Based on the context presented, this research aims to detail and analyze the process of compatibility with an enterprise, demonstrating the inconsistencies that occurred and the correction of these problems. The methodology presented by this research is an exploratory study, where a practical descriptive study and its relationship with the context presented in theory will be presented, analyzing and presenting different quantitative and qualitative information. The results presented and analyzed demonstrate that the occurrence of errors in the project is almost inevitable and that through BIM it was possible to evaluate and verify these errors and nonconformities, thus only through project compatibility, it is possible to carry out a work with more quality and fewer errors.

Key-words: Compatibility. Design errors. BIM Revit.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ciclo de vida de um projeto.	4
Figura 2 - Capacidade de influência no custo de um empreendimento de acordo com as suas etapas. .	9
Figura 3 – Influência do projeto e custo.....	10
Figura 4 - Ciclo de vida da edificação no BIM.	13
Figura 5 - Representação de interoperabilidade do BIM.	15
Figura 6 – Diferentes aplicativos e softwares BIM disponíveis no mercado.	16
Figura 7 - Processo de elaboração de projetos no BIM.....	18
Figura 8 – Maquete eletrônica com visada anterior a edificação.....	26
Figura 9 – Maquete eletrônica com frontal anterior a edificação.....	27
Figura 10 – Subsolo.....	28
Figura 11 – Térreo.....	29
Figura 12 – Pavimento Superior.....	29
Figura 13 – Forro de Gesso entre Sala de Jantar e Varanda Gourmet.....	30
Figura 14 – Tubo de queda de água pluvial do beiral do pavimento superior.....	30
Figura 15 – Shaft Pavimento Térreo.....	31
Figura 16 – Furo em viga da tubulação de esgoto das suítes 01 e 02.....	31
Figura 17 – Furo em viga da tubulação de esgoto da suíte master.....	32
Figura 18 – Furo em viga da tubulação de água pluvial.....	32
Figura 19 – Laje de cobertura com utilização de vigas semi-invertidas.....	33
Figura 20 – Furo em vigas na cobertura inferior.....	34
Figura 21 – Tubulação de água pluvial na cobertura superior.....	34

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Tabela 1 - Fases do projeto..... 8

Quadro 1 - Caracterização dos projetos quanto ao desenvolvimento e tecnologias de informação.....26

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	OBJETIVOS	2
1.1.1	Objetivo Geral.....	2
1.1.2	Objetivos Específicos	2
1.2	JUSTIFICATIVA	2
2	REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1	PROJETOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	3
2.1.1	Ciclo De Vida De Um Projeto	4
2.1.2	Desenvolvimento Do Projeto Na Construção Civil.....	6
2.1.3	Compatibilidade De Projetos Na Construção Civil	10
2.2	PLATAFORMA BIM.....	12
2.2.1	Interoperabilidade Na Plataforma Bim	14
2.2.2	Plataforma Bim No Processo De Desenvolvimento De Projetos.....	17
2.2.3	Classificação E Dimensão Do Bim.....	19
2.2.4	Considerações Prévias ao Uso do BIM	22
3	METODOLOGIA	25
4	ANÁLISE DE CASO	26
4.1	APRESENTAÇÃO DA EDIFICAÇÃO	26
4.2	Análise do Processo de Compatibilização do Projeto.....	28
4.2.1	Inconsistência Arquitetônico/Estrutural	29
4.2.2	Inconsistência Estrutural/Hidráulico:	30
5	Considerações Finais	35
	REFERÊNCIAS	37

1 INTRODUÇÃO

Em 2021, o setor da construção civil registrou o maior crescimento da década, chegando a 7,6%, segundo a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), no estudo chamado "Construção Civil: desempenho 2021 e cenário para 2022". Com a alta do setor, foram surgindo cada vez mais empresas para realização dos serviços neste setor, de diversas áreas e atividades. A atratividade do retorno econômico nesta indústria fez com que a competitividade aumentasse progressivamente neste nicho de mercado. Este contexto se demonstra muito importante no setor da construção civil, vendo que é um setor que possui muitos problemas relacionados a execução de obras, projetos e planejamento, ocasionado patologias nas edificações, custos desnecessários, entre outros. Estas consequências, demonstram a necessidade de implementação e melhora.

Não existem estatísticas consolidadas sobre o problema. Mas indicadores parciais mostram que houve aumento no número de reclamações feitas pelos compradores de imóveis novos nos órgãos de defesa do consumidor. Além disso, as construtoras isoladamente e entidades representativas da construção civil admitem que, em muitos casos, os prazos iniciais acordados em contrato não foram cumpridos. Em 2019, segundo informações do Instituto Brasileiro de Estudo e Defesa do Consumidor (Ibedec). "70% das reclamações foram de compradores que não receberam a moradia no prazo combinado", afirma o presidente da entidade, José Geraldo Tardin.

Com base neste contexto, é visto que, nos dias atuais as organizações estão tentando melhorar a realização de seus serviços, para poder então ser consideradas como referência na execução das ofertas feitas, por isto, cada vez mais as empresas buscam se qualificar e aos seus serviços. Um destes processos é a realização da compatibilização de projetos na construção civil.

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

A compatibilização é uma forma de abrangência de projetos na área da construção civil que realiza a interoperabilidade das representações gráficas e de projetos das estruturas e edificações, dessa forma, seu propósito é integrar todas as informações

visando minimizar a ocorrência de erros na execução da obra ou evitar a aparição de manifestações patológicas nas edificações.

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

A metodologia adotada será um estudo exploratório, onde será realizado um estudo descritivo de uma edificação escolhida, através de um estudo prático, analisando os dados e informações qualitativas e quantitativas que são demonstradas e associando as fundamentações teóricas que são contextualizados e consideradas pela presente pesquisa.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo geral da presente pesquisa é analisar a compatibilização do projeto, demonstrando a ocorrência de inconsistências e inconformidades que ocorrem devido à ausência de interoperabilidade de projetos de um empreendimento, além de demonstrar e apresentar as medidas corretivas que podem ser adotadas nessa realização.

1.1.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos do presente trabalho são:

- a) Apresentar o processo de desenvolvimento de projetos e a importância da qualidade na elaboração dos projetos na construção civil;
- b) Detalhar através de um estudo prático a realização da compatibilização de projetos na construção civil;
- c) Demonstrar as inconsistências ocorridas devido a compatibilidade as medidas de correção adotadas.

1.2 JUSTIFICATIVA

A relevância da escolha deste tema ocorre devido a precariedade existente e reconhecida na construção civil, principalmente na fase de planejamento e gerenciamento das obras, que são, na construção civil, ocorrências associadas aos problemas acontecidos em sua maioria, e se dão por falta de planejamento, gestão e projeto.

De acordo com Mayr (2011), a sobrevivência do projeto depende inicialmente da consistência das suas informações e, em seguida, da conformidade da obra. Tanto a inconsistência das informações, ou falhas de projeto, quanto o distanciamento da obra em relação ao projeto, ou erros de execução, levam a estados de não conformidade.

Sendo assim, são essenciais as informações na fase de planejamento para realização e execução de obras, evitando a ocorrência de patologias e retrabalhos, e ainda otimizando os recursos, tempo e custo no desenvolvimento de uma obra.

Desta forma a realização deste trabalho se justifica pelos benefícios que a compatibilização dos projetos pode agregar a empresa, a obra e aos profissionais envolvidos pela sua realização.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 PROJETOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Um projeto, segundo Cardoso (2011), consiste em uma série de atividades não padronizadas com pontos de partida e de chegada bem definidos que visam atingir a um propósito, ou é um processo constituído por várias etapas, cada uma delas com objetivo, duração e características que são associadas.

As etapas, de acordo com FABRÍCIO *et al.* (2013), podem ser divididas em: Planejamento do empreendimento; Concepção do produto; Desenvolvimento do produto, incluindo o anteprojeto, projeto legal, pré-executivo, executivo e detalhamento, e projeto de produção; e a Avaliação da satisfação do cliente final.

Para desenvolvimento dessas atividades do processo, é necessário criar, gerenciar e monitorar a ordens para que os objetivos sejam alcançados e os prazos não sejam ultrapassados, e é nesse sentido que a gestão de projetos pode se tornar como um importante recurso nesta situação.

Segundo o PMBoK (2013, p. 5), a gestão de projetos é definida como “a aplicação do conhecimento, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades do projeto para

atender aos seus requisitos”. Deste ponto de vista, o gerenciamento de projetos se confirma como a ferramenta que torna o projeto realizável.

De acordo com Cardoso (2011), um projeto também depende de um tripé de fatores que em particular são essenciais, sendo: planejamento (objetivos, planos, custos, atividades), recursos (tecnologia, pessoal, equipamentos) e envolvidos (clientes, associações e organizações participantes, pessoas associadas, etc.). Com base nisso, a gestão de projetos consiste em três medidas, sendo o controle das funções, dos procedimentos e das etapas.

2.1.1 Ciclo De Vida De Um Projeto

Todas as atividades do projeto começam e terminam com o período de sua implementação. Esse contexto se caracteriza como o ciclo de vida de um projeto. O fim é alcançado quando os objetivos determinados no seu propósitos são alcançados (NOCÊRA, 2010). Da mesma forma, cada atividade possui um ciclo de vida que possui períodos fixos de início e término e é composta por fases de transição que caracterizam seu início e fim (FAGUNDES, 2013).

Segundo Vargas (2007), o ciclo de vida de um projeto é uma relação direta entre as fases de um projeto e o nível em que cada fase é alcançada, com menor esforço do projeto nas fases iniciais e maiores durante a execução (FIGURA 1).

Figura 1 - Ciclo de vida de um projeto.



Fonte: Vargas (2007).

Cada fase ou etapa de um projeto apresenta características próprias e uma descrição detalhada das fases que é fundamental para garantir sua qualidade final. Mattos (2010) explica as etapas do ciclo de vida do projeto da construção civil da seguinte forma:

a) Concepção:

- Conceito: requer tomada de decisão do programa, ou seja, antecipação das diretrizes principais do objetivo.
- Detalhar o escopo: dividir o objetivo em grupos, níveis, tipos de contratos, etc.

b) Iniciação:

- Estudo de viabilidade: análise de custos e benefícios, avaliação dos resultados a serem alcançados dentro dos custos planejados obtendo o valor necessário ao longo do tempo.
- Prova reconhecível da origem dos gastos: bens pessoais, empréstimos, linhas de financiamento, soluções combinadas.
- Projeto inicial: O primeiro passo à frente com o desenvolvimento do projeto principal, se já contiver elementos essenciais do plano de custos, detalhes e evidências reconhecíveis por administrações importantes.

c) Planejamento:

- Plano de despesas: dados e informações com a gestão dos custos, fontes de informação e possibilidade sobre um plano preparatório de despesas, orçamentos, etc.
- Planejamento: Elaboração de rotinas de atividades respeitando prazos e execução de contratos.
- Projeto executivo: descrição completa e detalhada do projeto, incluindo todos os componentes essenciais para a execução da obra a ser realizada no local.

d) Execução:

- Obras: trabalho em campo, uso de materiais, uso de mão de obra e equipamentos.
- Organização exigida por lei: medição, auditorias e fiscalizações, sanções, adição de substâncias a um contrato, etc.

- Avaliação de obra ou administração: acompanhamento das atividades, reuniões de avaliação prévia, resolução de possíveis problemas e imprevistos, etc.

e) Conclusão:

- Comissionamento: inicialização e testes de qualidade.
- Teste final: teste para obtenção de um produto contratual.
- Transferência de obrigações: aceitação da obra e devolução dos produtos acabados.
- Autorização de Serviço Autorizado: quando a entidade empregadora retém dinheiro da entidade exultante.
- Cessação da atividade: registro de ocorrências, avaliação das medições finais, transações finais realizadas, etc.
- Prazo de recebimento: conclusão e final.

Portanto, é através do planejamento de uma obra que o profissional responsável pode, entre outras coisas, caracterizar necessidades, montar uma equipe de execução, pensar nas opções de desvios das tarefas e gerenciar contingências e recursos (FAGUNDES, 2013).

2.1.2 Desenvolvimento Do Projeto Na Construção Civil

De acordo com Rego (2012), o processo de desenvolvimento de um projeto é um ponto onde as possibilidades lógicas e criativas convergem de forma única para resultar em um propósito único de solução. O ato de desenvolvimento de um projeto é baseado na criação de conhecimentos científicos específicos. Na arquitetura, o conhecimento é subjetivo e contém vários acréscimos, o que mostra que a ligação entre cognição e criatividade é ainda mais óbvia.

De acordo com Ávilla (2011), o desenvolvimento de um projeto arquitetônico demonstra o planejamento, a projeção, a modelagem da concepção de uma construção em relação à realidade. Os projetos mediam uma ideia, enquanto a representação gráfica é responsável pela comunicação entre os participantes do processo.

A conclusão do projeto pode ser definida como um esforço temporário para desenvolver um produto ou serviço único. Portanto, é definido em etapas, executado por pessoas com recursos quantificados e aplicado ao planejamento, execução e controle.

O procedimento determinado pelo desenvolvimento do projeto inclui todas as decisões e ações de apoio à execução e concepção de um empreendimento, desde a finalização da documentação até a finalização do programa de requisitos, passando pelo desenvolvimento do produto e indo até a execução final do projeto (FABRÍCIO, 2012).

Segundo Souza e Abiko (2010), as decisões tomadas na fase de projeto têm um impacto significativo no processo de execução e na qualidade final do trabalho antes da entrega ao cliente. Na fase de concepção do projeto realiza-se a idealização e desenvolvimento do produto, pelo que é necessário determinar as necessidades dos clientes em termos de benefícios, custos e condições do local onde será apresentado. A qualidade do projeto determina o status e a satisfação do usuário final.

O desenvolvimento de um projeto de construção ocorre em etapas, que se complementam ao longo do tempo, com a participação de diversos especialistas que tratam de questões técnicas relacionadas às diversas áreas de atuação do projeto. Todo esse processo dá origem a um Projeto Executivo, no qual são indicadas todas as informações e dados dos projetos subsequentes, bem como os detalhes necessários (ÁVILLA, 2011). Dessa forma, a Tabela 1 mostra as etapas a serem realizadas e os profissionais a elas vinculados, com base no guia Fluxo de Projetos em BIM: Planejamento e Execução, elaborado pela AsBEA (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA, 2011).

Tabela 1 - Fases do projeto.
Descrição da Etapa

Fase do Projeto	Descrição da Etapa	Agentes Profissionais
Levantamento de dados	Fase inicial de definições que compreende o objetivo da obra, o programa de necessidades do cliente, informações sobre o terreno e a consulta ao Código de Obras do município e demais instrumentos específicos da informação que se façam necessários.	Cliente, arquiteto, topógrafo.
Estudo preliminar	Apresenta o partido arquitetônico adotado, a configuração da edificação e respectiva implantação no terreno, incorporando as exigências definidas no programa de necessidades do cliente.	Cliente, arquiteto.
Anteprojeto	Nesta fase, o desenho deve apresentar a solução adotada para o projeto, com as respectivas especificações técnicas. São considerados os aspectos de tecnologia construtiva, pré-dimensionamento estrutural e concepção básica das instalações, permitindo uma primeira avaliação de custo e prazo.	Cliente, arquiteto, gerenciado, projetistas complementares.
Projeto legal	Constitui no projeto arquitetônico proposto, considerando todas as exigências contidas no programa de necessidades, no estudo preliminar e no anteprojeto aprovado pelo cliente, nos requisitos legais e nas normas técnicas.	Cliente, arquiteto, órgãos licenciadores.
Projeto pré-executivo	Consiste no desenvolvimento do anteprojeto arquitetônico de forma a permitir a verificação das interferências com os anteprojetos complementares (fundações, estrutura, instalações, etc.).	Cliente, arquiteto, gerenciados, projetistas complementares.
Projeto executivo	Constitui a solução desenvolvida já compatibilizada com todos os projetos complementares, com todas as informações necessárias à execução da obra. Compõe-se dos desenhos de arquitetura devidamente compatibilizados com os projetos complementares.	Cliente, arquiteto, gerenciados, projetistas complementares
Projeto de detalhamento	Complementação do projeto executivos com detalhes construtivos, em escala apropriada, necessários a um melhor entendimento da obra	Cliente, arquiteto, gerenciados, projetistas complementares

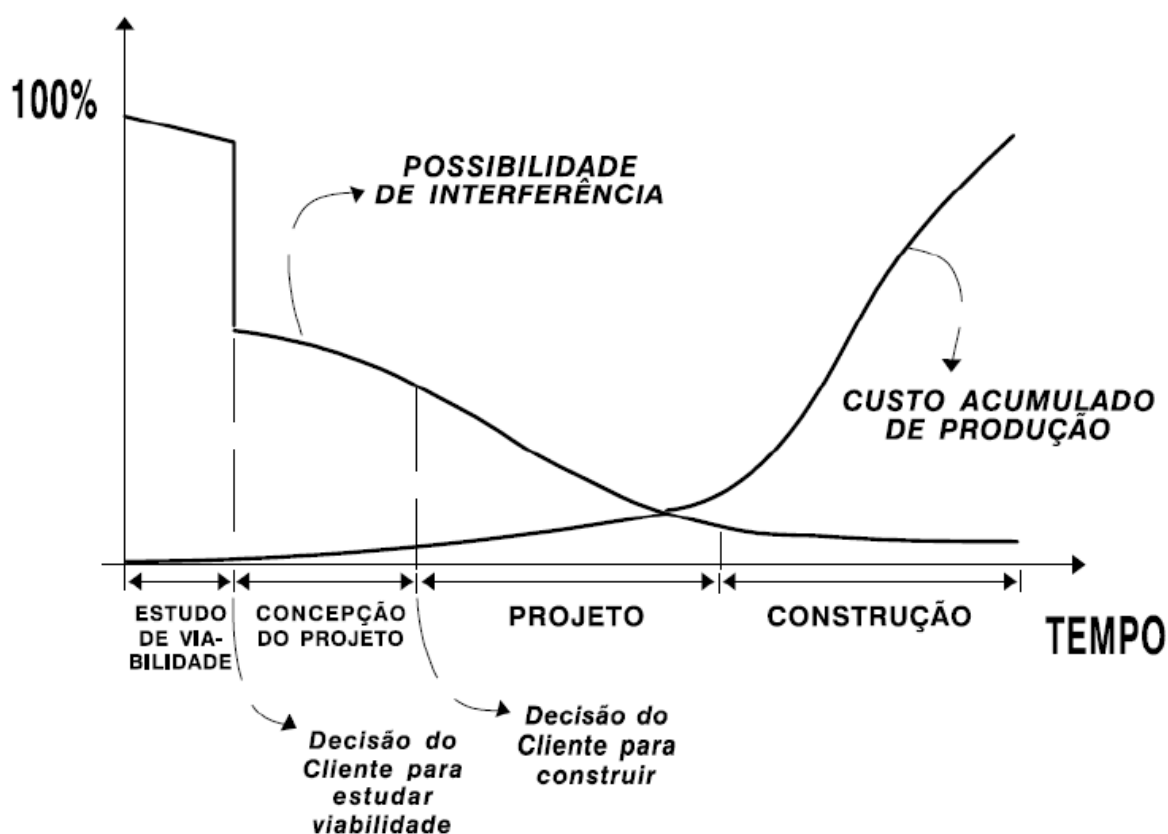
Fonte: AsBEA (2011).

O desenvolvimento do projeto de um empreendimento, deve ser acompanhado por uma sequência de diferentes fases do projeto com informações mais detalhadas, de modo que a liberdade de decidir sobre as alternativas é substituída pelo amadurecimento e desenvolvimento das decisões tomadas simultaneamente com o projeto arquitetônico, que descreve os seus detalhes técnicos. Portanto, muitas vezes acontece que a fase de representação gráfica de um assunto depende da conclusão da fase de outra área. Um exemplo a se verificar é o projeto preliminar de estruturas e fundações que requer um projeto arquitetônico completo ou quase completo (FABRÍCIO *et al.*, 2013).

Em cada fase do projeto são definidas características diferentes, cada uma associada a fatores específicos. Cada um destes fatores agrega soluções associadas ao projeto da edificação e propõe um desenvolvimento agrupado, conforme os parâmetros do ambiente geral, de forma a reduzir custos e retomar as obras no início da próxima fase (ÁVILLA, 2011). O processo de projeto da obra é a fase mais estratégica de um empreendimento a ser construído em termos de custos de produção e qualidade final.

Segundo Fabrício (2012), as decisões estratégicas tomadas no início de um projeto e, diretamente relacionadas à qualidade e eficácia do mesmo, são, geralmente, mais econômicas (FIGURA 2).

Figura 2 - Capacidade de influência no custo de um empreendimento de acordo com as suas etapas.

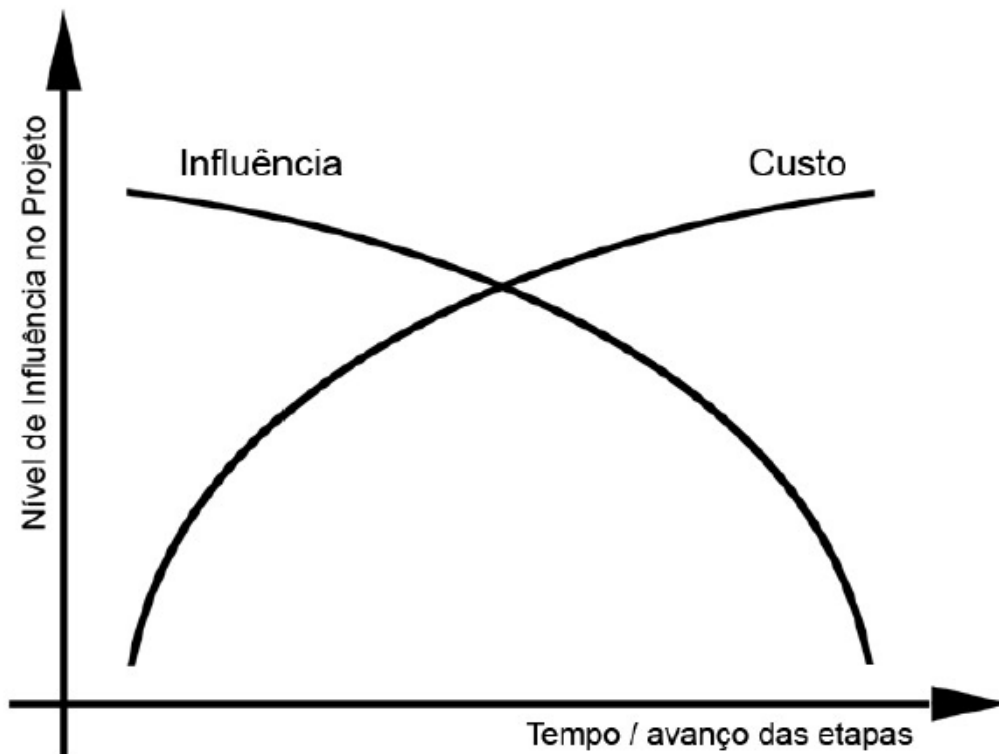


Fonte: FABRÍCIO (2012).

Menos problemas operacionais são esperados durante os estágios de projeto, pois alguns erros e incompatibilidades são descobertos apenas durante alguma etapa de execução da obra. A necessidade de melhorias estruturais e de representação da edificação, pode fazer com que a empresa não consiga competir com o mercado devido ao aumento de tempo e custos. Uma análise aprofundada no início do projeto tende a

salvar mais as empresas (ÁVILLA, 2011). A Figura 3 mostra o impacto financeiro do projeto, devido a ocorrência de influência gasta na sua concepção.

Figura 3 – Influência do projeto e custo.



Fonte: ÁVILLA (2011).

Como se observa pela Figura 3, tendo em vista, a grande influência do projeto no empreendimento, uma atenção especial deve ser dada à fase de projeto. Quanto mais tempo se leva para desenvolver cada fase, menos erros ou retrabalho estão susceptíveis a serem ocorridos e assim se reduz os custos finais da obra. Diversos estudos têm demonstrado que a principal causa de defeitos e anomalias em edificações é a falta de estrutura dedicada, devido a projetos inacabados ou mal executados (MELHADO, 2015). Quanto mais avançados os projetos, mais difícil é obter a interoperabilidade.

2.1.3 Compatibilidade De Projetos Na Construção Civil

Apesar dos avanços tecnológicos e do processo de fabricação introduzidos pela indústria da construção civil nos últimos anos, ainda é comum que projetos sejam encerrados durante o seu desenvolvimento, de acordo com Tavares Júnior *et al.* (2003). As empresas com pouco tempo de atuação ainda possuem projetos de desenvolvimento

em conjunto, não incluindo a compatibilização do projeto, o que acaba resultando em vários fatores negativos, como a baixa qualidade de construção, maior retrabalho durante a sua execução e atraso para cumprir os prazos de entrega do cronograma, o que aumenta os custos diretamente.

De acordo com o Sebrae (1995), interoperabilidade é definida como o gerenciamento e integração de projetos relacionados, a busca por um casamento perfeito entre eles e o alcance de padrões comuns de controle de qualidade para elementos e componentes específicos.

Segundo Picchi (1993), a integração, interoperabilidade ou mesmo compatibilidade de projetos definem as atividades necessárias para combinar diferentes projetos e analisar as potenciais interferências que podem ser detectadas e assim as soluções podem ser adotadas.

Segundo Fabrício (2004), vários profissionais da área de projetos de edificações e empreendimentos, consultores e representantes são envolvidos em um projeto para contribuir com a qualidade final do empreendimento. Cada envolvido compartilha seus interesses e conhecimentos para desenvolver parte das soluções e formulações do projeto. Segundo o autor, múltiplas interfaces são visadas entre os principais profissionais do processo de representação gráfica e diferentes interoperabilidades e integrações são necessárias para garantir a consistência entre soluções criadas e representadas dentro dos projetos.

Para Melhado (2015), a compatibilidade define a implementação de projetos de diferentes áreas e aplica o controle de interferências entre eles e os problemas identificados para que a coordenação possa interagir com eles e resolvê-los. Além disso, o autor enfatiza que a compatibilização de projetos funciona como uma “rede fina”, onde os projetos se sobrepõem, no qual possíveis erros podem ser identificados e todas as distorções são corrigidas.

Apesar dos avanços em relação ao processo de desenvolvimento tradicional, é necessário integrar os recursos do projeto ao invés de sugerir melhorias na realização, para que os melhores projetos fossem mais compatíveis com a realidade de execução in loco do empreendimento (ÁVILLA, 2011).

Dessa forma, um projeto de compatibilidade na construção civil se constitui como uma atividade de gestão de projetos, em que a integração das disciplinas se baseia na análise das possíveis interações entre os diferentes elementos e componentes, a partir de uma forma sistemática de demonstrar o equilíbrio dos ajustes necessários, e a

correspondência ideal entre os diferentes temas propostos nas diferentes fases de ação real que simplificam a implantação, antecipam potenciais problemas e minimizam conflitos e assim resultam também em melhorias durante a construção (ÁVILLA, 2011). A compatibilidade começa durante o processo de projeto arquitetônico, onde há muita flexibilidade e capacidade de desenvolvimento compatível com outros projetos.

A interoperabilidade na fase de projeto permite obter, corrigir e propor novas soluções para melhorar a eficiência. Portanto, a preparação de projetos futuros reduz a incerteza de construção. A análise de incompatibilidades entre projetos permite implementar o procedimento qualitativamente respeitando a adequação e eficiência através da melhoria contínua e da implementação de melhorias, ações corretivas do projeto arquitetônico e construção da edificação. Uma das formas mais eficazes de análise é através das maquetes do projeto em 3D, utilizando o conceito BIM, através da integração dos participantes da elaboração dos projetos, sendo arquitetônicos ou complementares.

2.2 PLATAFORMA BIM

O conceito BIM para a área da Arquitetura, Engenharia e Construção Civil (AEC) serve de embasamento para as ferramentas que permitem simular o desenvolvimento de um bairro, de uma cidade; o comportamento de uma edificação frente a questões climáticas, de segurança, energética e de consumo de materiais; ou seja, permite simular o ciclo de vida da benfeitoria, seus impactos, interferências e ganhos sociais. Com o BIM, as fases de projeto destacam-se por sua importância, pois possibilitam realizar análises mais acuradas da viabilidade econômica, urbanística, ambiental e social, no curto, médio e longo prazo, ou seja, da sustentabilidade da benfeitoria (CRESPO; RUSCHEL, 2007).

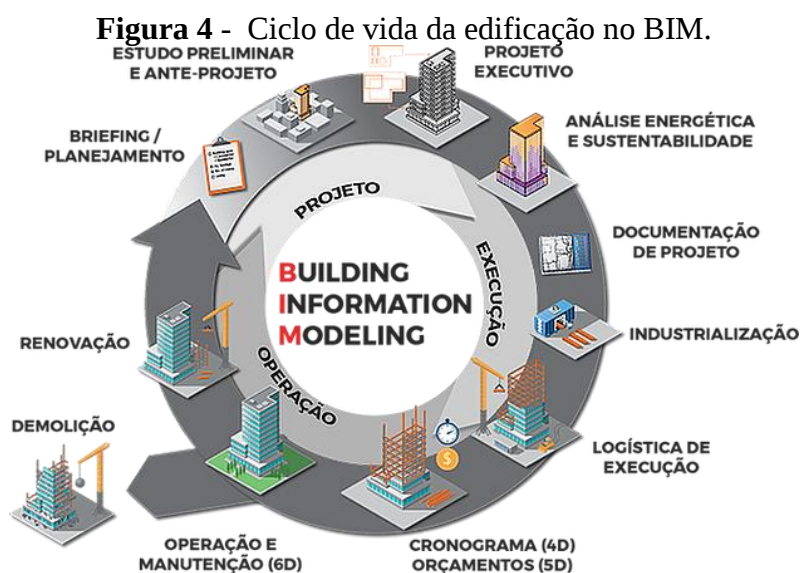
Segundo Kensek (2018), *Building Information Modeling* (BIM) ou também conhecido em português como Modelagem da Informação da Construção é um modelo digital feito a partir de um arquivo padrão compartilhado entre equipes, utilizando informações parametrizadas e geométricas para modelar um projeto em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

De acordo com Eastman *et al.* (2014), o BIM é uma filosofia de trabalho que integra a AEC na elaboração de um modelo virtual preciso, que gera uma base de dados

que contém tanto informações topológicas como os subsídios necessários para orçamento, cálculo energético e previsão de insumos e ações em todas as fases da construção.

O BIM é muito mais que um desenho em 3D, ou seja, permite aos profissionais trabalhar de modo integrado e colaborativo, desde a concepção do projeto até a demolição da construção. Trata-se de um novo fluxo de trabalho na construção civil, pois há agilidade e eficiência no modo de projetar, armazenamento e compartilhamento entre os envolvidos, além de disponibilizar quais materiais e suas especificações a ser empregados na obra, elementos e orientações para execução e manutenção do empreendimento durante todo seu ciclo de vida, antecedendo interferências e impactos da estrutura em sua realidade geográfica e social (ANANTATMULA, 2008).

Com o uso do BIM, as fases de projeto se destacam por sua importância, na Figura 4, pode-se analisar o ciclo de uma construção:



Fonte: MARTINI (2018).

Na figura acima, os impactos, interferências e demais processos, possibilitam realizar análises mais acuradas da viabilidade econômica, urbanística, ambiental e social, no curto, médio e longo prazo, ou seja, da sustentabilidade da construção na região na qual será inserida (AOUND; LEE, 2015).

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

Ainda segundo Eastman *et al.* (2014), utilizar a plataforma BIM permite que haja

uma visualização e maior compreensão sobre o projeto, criar, alterar, excluir, acrescentar ou substituir detalhes e aspectos importantes na fase pré-construção, explorar possibilidades seria o ponto chave. O uso do BIM no processo de elaboração de projetos é considerado a partir de quatro pontos de vista que se aplicam em vários graus a diferentes empreendimentos.

2.2.1 Interoperabilidade Na Plataforma Bim

Segundo Crespo e Ruschel (2007), o BIM é uma ferramenta poderosa que pode mudar a forma como nossa indústria projeta, constrói, opera e mantém instalações.

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

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

Segundo Kensek (2018), a BuildingSmart Internacional é quem realiza a certificação IFC, permitindo aos usuários alta fidelidade no intercâmbio de dados, pois há vários meios para compartilhar, além da concretização de dados em BIM, sendo projeto, análise ou simulação.

A Figura 5 apresenta como são compartilhadas as informações entre os envolvidos no projeto, conforme o modelo BIM vai sendo adotado no setor da construção civil, envolvendo os profissionais da área através da interoperabilidade de dados e compartilhamento de informações.

Figura 5 - Representação de interoperabilidade do BIM.



Fonte: MARTINI (2018).

Conforme a Figura 5, é possível compreender que a necessidade de compartilhar os dados com todas as peças de uma obra, para que ela seja executada fielmente ao programado, diferente de como era feito antes do BIM e do intercâmbio de dados que ele permite, quando as informações estavam disponíveis apenas para os que eram considerados como “necessários”.

Figura 6 – Diferentes aplicativos e softwares BIM disponíveis no mercado.



Fonte: GARBER (2009).

A interoperabilidade permite que todos os envolvidos no modelo, possam sugerir alterações no modelo de modo que este tenha um melhor desempenho da AEC e redução de erros no canteiro de obras (FU, 2006).

Como a Figura 6 demonstra, existem muitos softwares BIM que se encontram disponíveis no mercado, e que operam com o IFC, ou seja, com a troca de dados entre si, facilitando a vida dos profissionais que podem utilizar o software que possua mais afinidade. Embora eficaz, a interoperabilidade pode não ocorrer com total eficiência, haja vista os diferentes fornecedores atuantes no mercado - Autodesk, AltoQi, Solibri, entre outros.

O uso do IFC na construção civil permitirá avançar na questão de gestão e aproveitamento dos recursos disponíveis em projeto e em obra. Seus recursos tecnológicos permitem análises e simulações virtuais, que antes do BIM não eram possíveis, e a aplicação do conhecimento permanecia muitas vezes no sentido empírico. O IFC inclui definições sobre os elementos de um edifício, como equipamentos de AVAC, espaços, zonas, móveis, elementos estruturais etc. e também inclui propriedades específicas do objeto (KENSEK, 2018, p. 101).

Eastman *et al.* (2014) sugere que “ainda que o IFC seja capaz de representar uma ampla gama de projetos de construção, informações de engenharia e de produção, a gama de possíveis informações a serem intercambiadas na indústria AEC é enorme

As entidades bases são compostas para definir objetos comumente usados em AEC, chamados de *Shared Objects* (Objetos Compartilhados) no modelo IFC. Estes

incluem elementos da construção, como paredes genéricas, pisos, elementos estruturais, elementos de sistemas prediais. Elementos de processos, elementos de gerenciamento e características gerais. O nível mais alto do modelo de dados IFC são as extensões específicas de domínio. Estas lidam com diferentes entidades específicas necessárias para determinado uso (EASTMAN *et al.*, 2014).

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

A principal vantagem oferecida pelo formato IFC é a possibilidade de permitir a colaboração entre as várias figuras envolvidas no processo de construção, permitindo o intercâmbio de informações através de um formato padrão. Isso implica maior qualidade, redução de erros, redução de custos e economia de tempo, com dados e informações coerentes em fase de desenho, realização e manutenção (ROBINSON, 2007).

2.2.2 Plataforma Bim No Processo De Desenvolvimento De Projetos

De acordo com Eastman (2014), a importância da plataforma e seu uso na construção civil, o anteprojeto, onde o BIM pode provocar um grande impacto na qualidade das tomadas de decisão nessa fase. Baseando-se em um rápido feedback, as decisões iniciais podem ser muito melhor embasadas no que diz respeito ao programa do edifício, à limitação de custos de construção e de operação e às considerações ambientais.

O uso do BIM no desenvolvimento de informação no nível da construção, onde os softwares de modelagem do edifício incluem regras de colocação e composição que podem acelerar a geração da documentação padrão ou predefinida da construção. O envolvimento da integração de projeto e construção, aplica-se a um processo projeto-construção bem integrado na construção convencional, facilitando a construção rápida e eficiente do edifício após o projeto, ou ainda em paralelo ao seu desenvolvimento (PUPO; CELANI, 2008).

A Figura 7, permite identificar as etapas construtivas de um empreendimento. Partindo da ideia e seguindo para o projeto conceitual, projeto detalhado, análise: custo/necessidades, projeto elaborado, construção, verificação de progresso, manutenção, restauração até a sua demolição, (KOO; FISCHER, 2000).

Figura 7 - Processo de elaboração de projetos no BIM.



Fonte: PMI (2017).

Eastman *et al.* (2014, p.152) afirmam, “devido à sua habilidade de automatizar formas padronizadas de detalhamento, o BIM reduz significativamente a quantidade de tempo requerido para a produção de documentos para a construção.”

O modelo de uma construção em BIM, além de definir o projeto, as etapas construtivas geram quantitativos, orçamentos e cronogramas, e permitem a participação de proprietários, arquitetos, engenheiros, construtores, entre outros neste processo de definição, elaboração e execução permitindo que surjam alterações, conforme julgar-se necessário (HARINK; VRIES, 2007).

Arquitetos, engenheiros, e construtores estão fortemente envolvidos no processo de design/construção, e o BIM tem um papel importante em cada uma dessas fases: atividades preparatórias, estudos preliminares, desenvolvimento do projeto, o projeto executivo e gerenciamento do empreendimento (licitação, negociação e administração de contratos). A divisão, o número e os nomes exatos dessas fases podem variar de acordo com a empresa, as tarefas contidas em cada etapa são fortemente influenciadas pela escala e escopo de cada projeto. É inevitável que as definições e especificidades das fases tradicionais continuem a passar por reavaliação e redefinição de maneira contínua (GARBER, 2009).

O desenvolvimento do projeto visa aprimorar e refinar os dados obtidos anteriormente e organizar a documentação da construção. Obtendo uma colaboração ativa com consultores e engenheiros e inserindo mais informações técnicas gera-se uma

descrição mais precisa e completa de cada componente de projeto, incluindo materiais de construção, acessórios e acabamentos. Conforme as informações são adicionadas, o volume de informação no modelo também aumenta, e a cada nova análise, os resultados tornam-se o mais preciso possível (FU, 2006).

Kensek (2018) explica que à medida que os componentes do edifício são atualizados e tornam-se mais complexos, essas mudanças serão exibidas nas pranchas atualizadas. Outras informações mais técnicas também serão adicionadas e novas pranchas serão criadas: índice de prancha, planilhas com legendas gráficas, inclusão das informações de outras disciplinas, pranchas de detalhes típicos e outras informações de construção necessárias para explicar o objetivo do projeto de arquitetura.

O resultado final da fase de projeto executivo é um conjunto de documentos integrados que é usado no processo de contratação e durante a construção do edifício. É nessa etapa que as empresas da construção civil descobrem que o processo BIM é altamente eficaz, quando se compara com o antigo CAD. Quando se chega ao projeto executivo é elaborado uma descrição do empreendimento com o objetivo de construí-lo, incluindo conteúdo mais específico do projeto com especificações e manuais (ANANTATMULA, 2008).

Para Kensek (2018), se os dados estiverem disponíveis, as especificações eletrônicas podem ser parcialmente sincronizadas com o modelo. Isso permite algum grau de automação e integração entre o modelo e as especificações, de um modo que ajuda a manter a consistência e economizar tempo. Os fabricantes também podem ajudar nesse processo fornecendo os componentes BIM com dados integrados necessários para a documentação técnica. O documento sempre deve ser examinado e verificado por um profissional de especificação.

2.2.3 Classificação E Dimensão Do Bim

De acordo com Kensek (2018), o BIM é uma ferramenta rica em dados utilizados para compor a documentação de um modelo, útil para todos os envolvidos na indústria da construção. Sejam arquitetos, engenheiros, construtores, fabricantes, fornecedores etc., cada um consegue empreender os recursos que a plataforma oferece afim de ampliar e melhorar o setor.

Com o BIM se tornando amplamente aceito, modificará o padrão de concepção do projeto atual utilizado, conforme novos paradigmas de responsabilidade e

comunicação entre os profissionais, fabricantes e fornecedores vão se formando, então o papel do 2D será reduzido. Ele ainda é eficaz no início de um projeto, pois permite a aplicação imediata na representação da tomada de decisões para criar relatórios com placas de piso, áreas e rótulos de espaço, e níveis de piso, tanto de maneira gráfica como na forma de cronogramas, ou utilizar softwares semiautomatizados, facilitando o processo de geração de especificações de construção e acessar essas informações diretamente no BIM (SARSHAR; CHRISTIANSEN, 2004).

Segundo Kensek (2018), quando falamos em BIM, automaticamente pensamos no conceito de design e construção virtuais, incluindo o 3D e a coordenação automática 2D/3D. Os modelos podem ser criados a partir de um projeto esquemático, com desenvolvimento de design, documentação de construção e, até *as built*, que seria o projeto como construído. Um modelo pode ser utilizado ao longo de todo o seu escopo, mas acaba-se gerando novos modelos com níveis de complexidade diferentes e propósitos variados, a intenção do 3D seria elaborar uma edificação virtual com componentes paramétricos (SARSHAR; CHRISTIANSEN, 2004).

Elaborar o primeiro modelo em BIM pode ser frustrante, chegando até a conclusão que desenhos à mão ou em CAD podem ser mais rápidos, precisos e ter uma aparência melhor quando comparamos o tempo em relação ao que leva um modelador BIM qualificado. As vantagens do BIM se destacam mais tarde, especialmente pela coordenação imediata 2D/3D. Conforme as informações e os objetos são inseridos no modelo, ao escolher os comandos disponíveis, geram-se plantas, elevações, cortes, planilhas, perspectivas e representação do modelo sob uma perspectiva de projeção perpendicular ao plano em análise (BIRX, 2006).

Kensek (2018) explica que desta forma, com todas as informações dos projetos incluídas o software detecta os conflitos entre os elementos e determina estas interferências de antemão, de modo que projetistas, engenheiros e equipe de construção possam resolver os problemas antes que se tornem um retrabalho oneroso em campo.

Como se aprende em física, dois corpos não ocupam o mesmo lugar, porém, sabemos que o papel ou softwares menos complexos aceitam todas as informações e objetos. Uma das vantagens que o 3D tem sobre o 2D é a possibilidade de verificar interferências, pois nessa linguagem computacional BIM, ao analisar o modelo e encontrar dois objetos ocupando o mesmo espaço, ele informa que há “conflito” e permite visualizar esse conflito de forma rápida para eliminá-lo ainda em projeto, evitando ônus na fase de execução.

Fabricio (2012) descreve que, uma aplicação relativamente simples no BIM é criar fases que correspondem ao sequenciamento da construção no projeto. A quantidade de conhecimento nos bastidores exigida pode ser extensa dependendo da complexidade do projeto. O número de fases no projeto pode variar de menos de uma centena a milhares. Os dados de modelagem podem ser importados do BIM e os detalhes sobre o cronograma, incluindo tempo, pessoas e marcos importantes.

Essas informações são usadas para criar sequências de construção muito amplas, por exemplo, as fases de construção de edifícios ao longo de vários anos em um plano mestre ou uma animação de construção. Se atualizada adequadamente, a sequência pode mostrar com precisão o cronograma original e o status atual do projeto por serviço e áreas críticas em destaque. No local de construção, é possível comparar visualmente o modelo virtual 3D com o progresso real (CRESPO; RUSCHEL, 2007).

Segundo Kensek (2018), observa-se a importância de utilizar um software de gestão, gerando uma estimativa de custos e o cronograma da obra durante todo o processo de design e construção. Nas primeiras fases da programação é possível compartilhar com o proprietário as estimativas do custo aproximado do modelo obtido através da simples extração de quantidades, quanto mais próximo do modelo real e final, com a inclusão dos materiais utilizados, as estimativas tornam-se mais precisas. Esse recurso permite ao profissional explicar ao cliente qual o custo do material empregado e também permite expor a variedade de materiais, texturas e preços disponíveis para que o projeto não ultrapasse o orçamento e os envolvidos fiquem satisfeitos. “A qualidade e o conteúdo do BIM e o banco de dados de custos são os dois aspectos mais importantes que afetam a qualidade e a precisão da estimativa de custos derivada deles” (KENSEK, 2018, p. 28).

Arquitetos e profissionais da construção estão apenas começando a aprender como alavancar informações de construção no gerenciamento do ciclo de vida de um edifício. Algumas áreas de gerenciamento de instalações relacionadas incluem: planejamento estratégico; planejamento e gerenciamento de espaço; gerenciamento da qualidade e sustentabilidade do ambiente interno; gerenciamento de operações, manutenção, infraestrutura e emergências; administração de locação, reformas, compras e gerenciamento de ativos (GARBER, 2009).

Por isso, quanto mais rico em dados o BIM for, mais informações o software apresentará para o gerenciamento da edificação. O BIM 6D visa a sustentabilidade da construção e o BIM 7D visa a manutenção bem como todo o ciclo de vida da edificação.

2.2.4 Considerações Prévias ao Uso do BIM

Segundo Kensek (2018, p. 110), a empresa que deseja implementar o BIM, deve estar atento se ele será aplicado para manter-se atualizado no mercado, expandir os serviços ou abrir novas oportunidades na área, tendo que o BIM pode aumentar a rentabilidade, poupar tempo, melhorar a qualidade do trabalho, reduzir erros e assim por diante. Deve estar atento às necessidades dos clientes, que podem ser também órgãos governamentais, universidades, secretarias públicas ou clientes que já tem um plano de implementação do BIM.

Deve-se formar uma equipe, a equipe deve incluir a pessoa que provavelmente se tornará o coordenador BIM, o gerente de TI (tecnologia da informação), um gerente de projeto entusiasmado e, pelo menos, um diretor que tenha a autoridade necessária para proceder a implementação e autorizar despesas (KENSEK, 2018).

Ao definir os objetivos da empresa, é possível estimar o tempo de investimento, o calendário e os custos estimados para ocorrer essa transição inicial. Deve-se analisar se haverá a necessidade de recursos de pessoal, como planejamentos e treinamentos, e determinar onde a empresa gostaria de estar com planos de curto, médio e longo prazo (ANANTATMULA, 2008).

É necessária uma avaliação do fluxo atual de trabalho do escritório e traçar um plano de implementação, e também avaliar a disponibilidade de profissionais, compreender os métodos, os procedimentos, despesas e receitas atuais e quais os resultados desenvolvidos em um processo BIM (AOYND; LEE; WU, 2015).

Esclarece que mudanças exigem investimentos, portanto deve-se avaliar quanto de capital a empresa tem para investir inicialmente em software, hardware, treinamento e suporte. Pois trata-se de um recurso que é aplicado antes de se obter um retorno (BIRX, 2006).

Embora o mercado disponibilize vários softwares, deve-se analisar os pontos fortes e fracos de cada, pois até hoje nenhum software abrange todas as necessidades do usuário. Deve-se comparar os custos assim como as vantagens e desvantagens ao adquirir o software e a licença do produto (CRESPO; RUSCHEL, 2007).

Ao implementar o BIM, o hardware deverá ser atualizado, pois os arquivos BIM são muito maiores que os arquivos CAD, devido ao 3D e os dados associados. Trata-se de um item importante que garantirá o sucesso na elaboração de um modelo, os próprios

softwares indicam a especificação do hardware para que o programa trabalhe de forma satisfatória (KOO; FISCHER, 2000).

Felizmente, essa metodologia está começando a mudar, à medida que os construtores vão reconhecendo o valor do BIM para a administração da construção. Ao usar ferramentas BIM, os arquitetos estão potencialmente aptos a fornecer modelos que os construtores podem usar para efetuar suas estimativas, coordenação, planejamento da construção, fabricação, provisionamento e outras funções. No mínimo, o construtor pode usar este modelo para adicionar rapidamente informações detalhadas (HARINK, 2007).

De acordo com Eastman *et al.* (2014), a maioria dos conflitos e interferências são encontrados sobrepondo os desenhos (pranchas/folhas) de sistemas individuais sobre uma mesa de luz, é um método válido, porém identifica só problemas potenciais, além de caro, são lentos e suscetíveis a erros e dependem de desenhos atualizados. Utilizando o BIM, a detecção de interferências, chamada também de *clash detection*, se torna mais simples e efetiva. É possível analisar determinado objeto no modelo ou o modelo como um todo, se houver interferências, o programa irá apresentar os conflitos e a sua relevância, bem como pode-se incluir observação no conflito e a solução que pode ser adotada, quando se trabalha em equipe. Quando o modelo está sempre atualizado, as modificações de correção estarão aplicadas automaticamente.

Durante a elaboração das fases do projeto em BIM, é permitido extrair quantitativos e estimativas de custo, porém à medida que o projeto caminha para o modelo final, essas informações se tornam mais precisas. Os quantitativos e orçamentos através do BIM, se tornam vantajosos e interessantes à medida que os profissionais e os clientes discutem ideias e os materiais que serão empregados na fase de acabamento da obra, tendo assim uma base e conhecimento prévio e definido sobre o que estará incluso na construção (KENSEK, 2018).

As informações geradas nestas análises colaboram para evitar o desperdício de recursos e materiais, delimitar o orçamento por etapas da construção, obter as quantidades necessárias de cada material que será utilizado, entre outros (SARSHAR; CHRISTIANSEN, 2004).

De acordo com Eastman *et al.* (2014) abordam que planejamento e a programação da construção envolvem muito mais que os antigos diagramas em barras (ainda muito utilizados) para informar as sequencias etapas da obra, bem como o início das atividades e o prazo para serem desempenhadas. O chamado BIM 4D pode criar animações com as etapas da obra, através do sequenciamento de atividades no espaço e no tempo,

reconhecendo os limites espaciais, onde estarão e quais materiais deverão estar disponíveis, com o propósito de garantir o avanço da obra sem falhas, pois permite controlar a entrada e a saída dos materiais necessários naquela fase. Outro detalhe que o diagrama não informa, é a possibilidade de um ponto crítico na obra, onde o BIM, identifica e permite que os profissionais decidam como proceder quando e se, isso ocorrer, por exemplo, muitas etapas em execução simultânea, falta de materiais, falta de mão de obra etc.

Conforme Eastman *et al.* (2014), um software BIM pode dar suporte vital a tarefas como cronogramas, controle de custos, contabilidade, pagamento de pessoal, segurança etc. Para acompanhar a organização e dar suporte, o software está sendo usado para validar o estado do empreendimento e identificar áreas sobrecarregadas e em atrasos. Alguns softwares permitem a cotação ou até mesmo a compra dos materiais especificados na representação através da própria plataforma. Por meio do BIM é possível obter dados sobre a quantidade de serviço e monitorar o progresso e se há disponibilidade de serviços e materiais. Além de utilizar o BIM para encontrar situações de risco e traçar planos que envolvem conscientização e treinamento dos funcionários para garantir a segurança na construção civil.

Eastman *et al.* (2014), expõem que, a fabricação externa exige um planejamento considerável e informação de projeto precisa para a redução do custo da mão de obra e dos riscos associados à instalação no canteiro. Hoje, muitos tipos de componentes de um edifício são produzidos e/ou montados fora do canteiro, em indústrias, e entregues no canteiro para instalação. O BIM oferece a capacidade de registrar diretamente os detalhes de um componente, incluindo sua geometria 3D, especificação de materiais, requisitos de acabamentos, sequência de entrega e datas, etc., antes e durante o processo de fabricação.

O BIM possui a vantagem de estar presente em todas as etapas da obra, embora para cada tipo de projeto exista um software que melhor atenda a função desejada, seja para elaborar projetos, para analisar, para simular, para planejar, etc. (SARSHAR; CHRISTIANSEN, 2004).

3 METODOLOGIA

A abordagem da pesquisa se determina como qualitativa, pois realiza a objetificação do fenômeno estudado, sendo a compatibilização de projetos.

A natureza da pesquisa, pode se afirmar que é aplicada, tendo em vista que a mesma gera conhecimentos para a realização prática a solução de problemas específicos.

O objetivo da presente pesquisa se caracteriza como descritiva, de acordo com Gil (2012), as pesquisas descritivas têm por propósito analisar propriedades e parâmetros característicos de um conjunto específico que possui atuação prática.

E os procedimentos adotados por essa pesquisa, podem ser caracterizados como documental e bibliográfico. A pesquisa documental, caracteriza a coleta de dados a partir de documentos ou informações levantadas através das ferramentas e técnicas de obtenção e coleta (GIL, 2012).

Após o levantamento dos dados foi realizado a avaliação do material obtido e separado aqueles para referencial e uso na aplicação do trabalho, compilando as principais informações. Em seguida foi feita uma análise minuciosa de forma categorizada referente aos estudos que apresentam aplicação prática para análise, da mesma de forma a estabelecer uma conexão e compreensão com o tema a ser estudado e desenvolvimento deste.

4 ANÁLISE DE CASO

4.1 APRESENTAÇÃO DA EDIFICAÇÃO

O estudo de caso será realizado a partir da execução de uma edificação unifamiliar de três pavimentos, com área total de 842,20m², executada no Condomínio Residencial Sunflower, em Anápolis/GO.

Os projetos arquitetônicos e complementares foram confeccionados por dois escritórios da cidade de Anápolis/GO. O quadro abaixo indica como foram realizados as decisões e elaborações dos projetos.

Quadro 1 – Caracterização dos projetos quanto ao desenvolvimento e tecnologias de informação

Desenvolvimento dos projetos	Tecnologia
Troca de Informações (Levantamento de dados, estudo preliminar, anteprojeto)	Reuniões presenciais
	Reuniões virtuais (via Google Meet)
	Arquivos digitais
	E-mail
Projeto Executivo de Arquitetura	AutoDesk Revit 2021
Projeto Estrutural	AltoQi Eberick
Projeto Elétrico	AltoQi Builder
Projeto Hidrossanitário	AltoQi Builder
Projeto de Compatibilização	AutoDesk Revit 2021 e TwinMotion

Para melhor percepção do empreendimento, as Figuras de 8 á 11 ilustram as suas imagens obtidas pelo TwinMotion e Revit.

Figura 8 – Maquete eletrônica com visada anterior a edificação

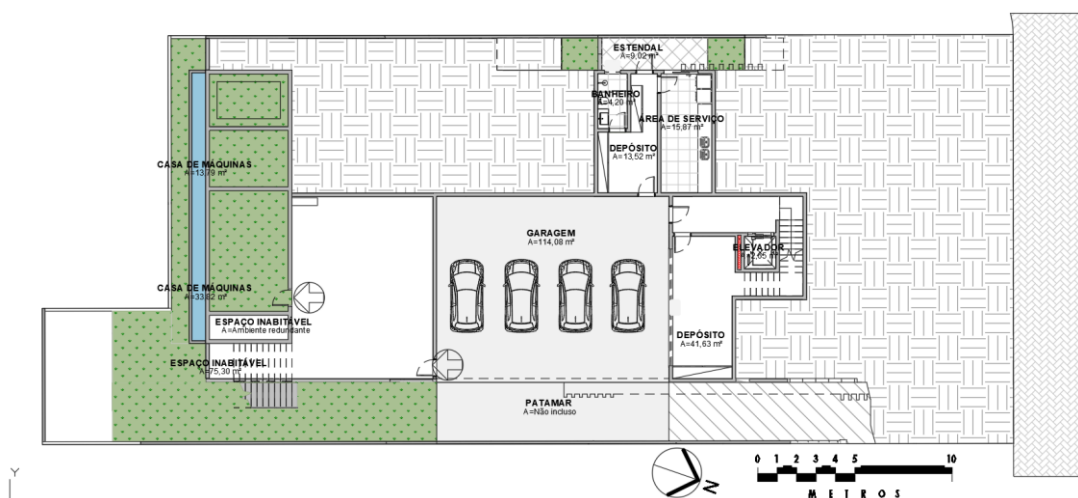


Figura 9 – Maquete eletrônica com visada frontal a edificação



A edificação apresenta três pavimentos distintos, sendo: um subsolo, representado pela Figura 10, contendo garagem, depósito, elevador, área de serviço, banheiro, estendal e casa de máquinas para a piscina.

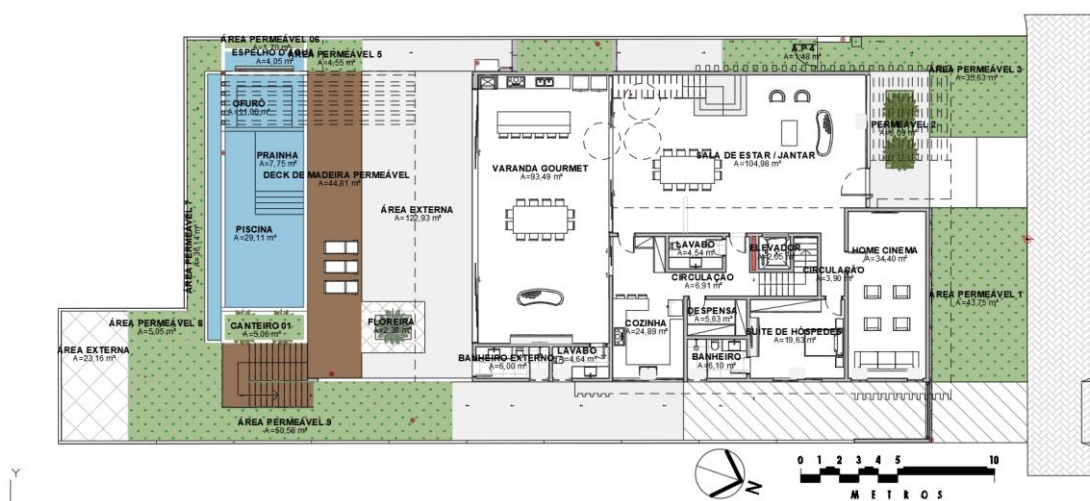
Figura 10 – Subsolo



Fonte: Projeto arquitetônico (2021)

O pavimento térreo, representado pela Figura 11, possui sala de estar/jantar, dois banheiros e dois lavabos, varanda gourmet, área externa, despensa, suíte hospede, home cinema e elevador, além da área da piscina.

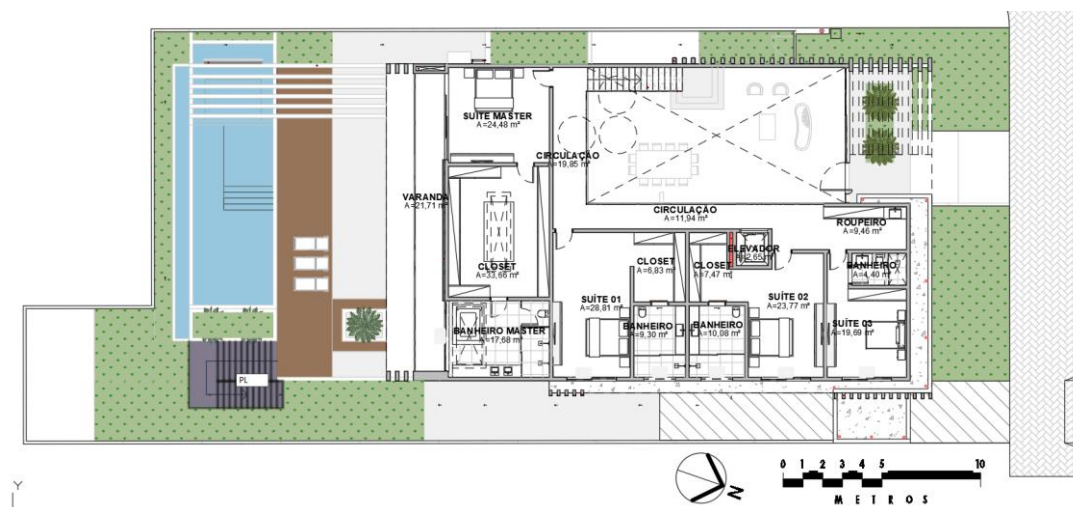
Figura 11 – Térreo



Fonte: Projeto arquitetônico (2021)

E o pavimento superior (Figura 12) possui três suítes com closet e uma suíte simples, além de um roupeiro e elevador.

Figura 12 – Pavimento Superior



Fonte: Projeto arquitetônico (2021)

4.2 Análise do Processo de Compatibilização do Projeto

A compatibilidade da edificação dentro da plataforma Revit foi realizada após o início da obra, sendo que apenas na fundação e as vigas baldrame foram executadas. Dessa forma, para efeito de análise e avaliação, serão demonstrados todas as verificações e avaliações que foram obtidas durante o processo de compatibilidade do modelo.

O processo de compatibilidade foi realizado através da análise manual e verificação visual, conforme introduzido e apresentado na teoria, onde se avaliou e analisou as diferentes inconsistências possíveis de ser encontrada no modelo. Não foram notadas inconsistências entre os projetos elétricos e hidrossanitários, pois foram projetos elaborados dentro do mesmo software (Builder) que permite a comparação dos projetos simultaneamente com o lançamento dos elementos. É importante citar que o Revit possui uma ferramenta chamada “Verificação de Interferências”, que faz uma verificação automática de todo o projeto, porém não é compatível com arquivos importados de outros softwares, portanto, não foi utilizado.

Se faz necessário indicar que, o Projeto de Detalhamento de Interiores (projeto de marcenaria fixa, projeto luminotécnico e projeto de pontos hidráulicos e de esgoto) do empreendimento não havia sido finalizado no momento do início da execução da obra. Portanto, todos os conflitos notados entre os projetos Hidrossanitário/Elétrico com o projeto Estrutural, foram solucionados sem a possibilidade de alteração do projeto estrutural. Por isso, durante a modelagem da estrutura, houve uma preocupação com altura dos forros de gesso e das vigas, para passagem das tubulações.

Após obter todos os resultados de inconformidades que foram verificados e analisados dentro do modelo e a partir da realização das suas correções através da compatibilidade é possível detalhar todo o processo na forma a seguir:

4.2.1 Inconsistência Arquitetônico/Estrutural

Abaixo, analisaremos as interferências que foram encontrados, quando analisamos os projetos Arquitetônico e Estrutural:

a) Esquadria Sala de Jantar/Varanda Gourmet:

No pavimento térreo, existe um vão de 8,15 metros entre a sala de estar/jantar e a varanda gourmet que, novamente, foi utilizado o concreto protendido como solução estrutural. Porém, a altura do forro de gesso, previamente indicado pela arquitetura não foi suficiente para que a viga ficasse oculta. Foi solicitado ao escritório de arquitetura o rebaixo do forro de gesso que, após discussão interna, foi aprovado com um rebaixo de 10 centímetros, o que foi suficiente para atender a altura necessária para a viga protendida. Na Figura 22, é notório que o fundo da viga está em uma altura inferior ao forro de gesso detalhado na arquitetura.

Figura 13 – Forro de gesso entre Sala de Jantar e Varanda Gourmet



Fonte: Compatibilização (2022)

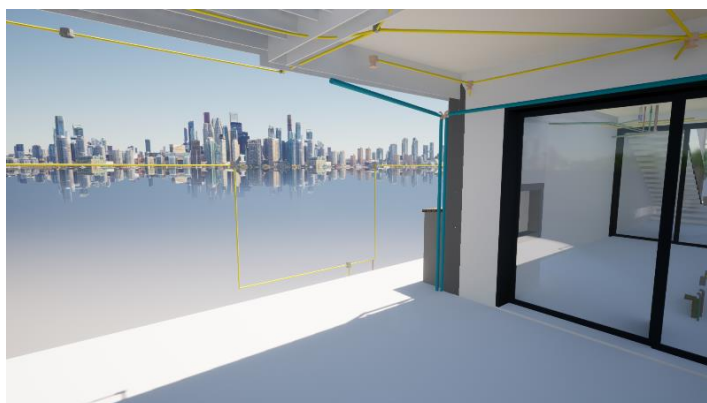
4.2.2 Inconsistência Estrutural/Hidráulico:

Abaixo, analisaremos as interferências que foram encontrados, quando analisamos os projetos Estrutural e Hidráulico:

a) Captação das águas pluviais da varanda:

No pavimento térreo, há um vão livre entre os ambientes Área Externa e a Varanda Gourmet com 13,15 metros de comprimento estruturado pelo sistema de concreto protendido. Como não é possível fazer furos nas vigas para passagem de águas pluviais captadas no beiral do pavimento superior, a solução adotada para que as tubulações de captação ficassem escondidas também foi a criação de um *shaft* solidária a estrutura (Figuras 18 e 19).

Figura 14 – Tubo de queda de água pluvial do beiral do pavimento superior



Fonte: Compatibilização (2022)

Figura 15 – Shaft Pavimento Térreo

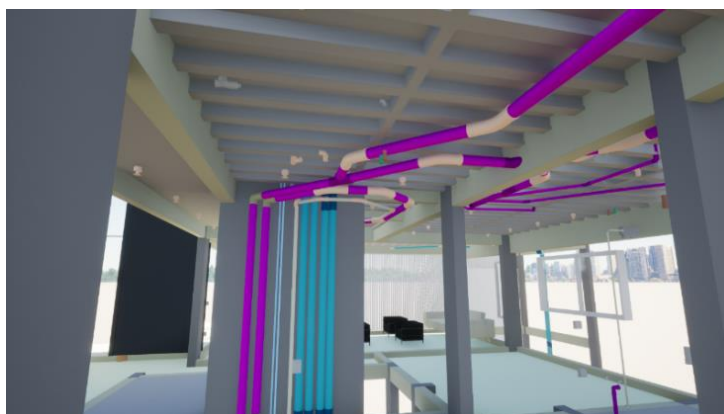


De acordo com a NBR 5626, só é permitida a passagem de tubulações solidárias a estrutura desde que não sejam prejudicadas pelos esforços ou deformações próprias dessa estrutura.

b) Furo em viga Despensa/Circulação

No mesmo pavimento térreo, após verificação de todas as tubulações vindas do pavimento superior, foi notada a necessidade de um furo de viga entre os ambientes Despensa e Circulação. Foi feita uma verificação do projeto estrutural e fora aprovado o furo, sem acarretar nenhum prejuízo para a execução ou para a estrutura. A figura 23 ilustra a passagem da tubulação pela viga vinda dos banheiros das suítes 01 e 02 do pavimento superior, atravessando a viga e chegando no shaft localizado próximo ao elevador.

Figura 16 – Furo em viga da tubulação de esgoto das suítes 01 e 02



Fonte: Compatibilização (2022)

c) Furo em Viga Varanda Gourmet/Cozinha

Ainda no pavimento térreo, houve a necessidade da realização de outro furo, da tubulação vinda do banheiro da suíte master. Nessa viga em específico, já havia uma mudança de seção prevendo a passagem das tubulações embutidas no forro de gesso. Essa mudança não foi suficiente para o nível de queda da tubulação chegar até ao *shaft*, portanto o furo se fez necessário, no qual o projetista estrutural aprovou.

Figura 17 – Furo em viga da tubulação de esgoto da suíte master



Fonte: Compatibilização (2022)

d) Furo em Viga Varanda Gourmet/Cozinha

No pavimento superior, apesar de toda as vigas serem semi-invertidas, ou seja, quando a face superior da viga fica acima do nível superior da laje e, a face inferior, abaixo do nível inferior da laje, ainda sim foi necessário a furação de uma viga para conduzir a captação da água pluvial até o *shaft*. (Figura 25).

Figura 18 – Furo em viga da tubulação de água pluvial



Fonte: Compatibilização (2022)

Nesse caso apresentado, também foi feita a verificação da estrutura e aprovado pelo responsável técnico.

e) Captação das Águas Pluviais da Cobertura Inferior.

A cobertura é composta por dois níveis, sendo eles o inferior e o superior e, em ambos, a escolha da cobertura foi pela laje impermeabilizada, devido ao custo inferior, quando comparado ao telhado convencional, pelo sobrecarga que essa forma de cobertura é aplicada na estrutura, deixando-a mais leve e, também, para que não houvesse uma volumetria considerável de platibandas, para que a cobertura ficasse embutida. A impermeabilização foi realizada com manta asfáltica em toda a cobertura e, para que a mesma não absorva calor, foi aplicada uma capa refletiva.

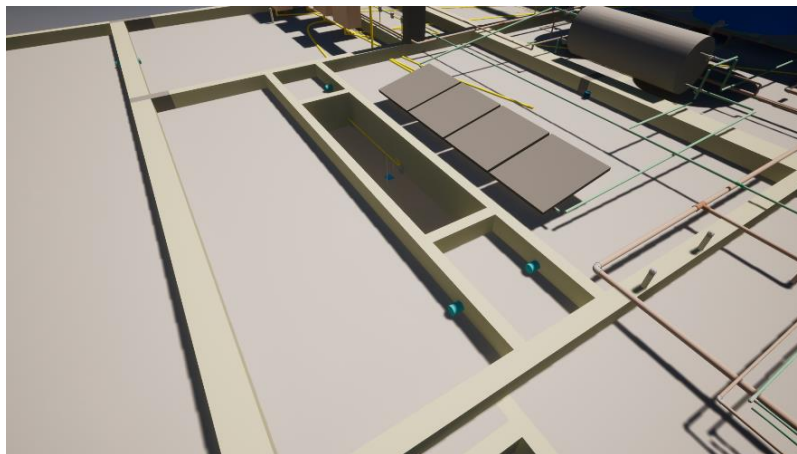
Para a estrutura, a utilização de vigas semi-invertidas foi necessária devido aos vãos extensos, claraboias e também para o acabamento da manta de impermeabilização, fazendo com que fosse criado “piscinas”, obrigando a captação das águas pluviais em vários pontos da cobertura (Figura 26).

Figura 19 – Laje da cobertura com a utilização das vigas semi-invertidas



Em alguns pontos, foi necessário furar vigas específicas, para escoamento da água pluvial por queda, no pavimento cobertura inferior, indicado por tubulações em azul na Figura 27.

Figura 20 – Furo em vigas na cobertura inferior

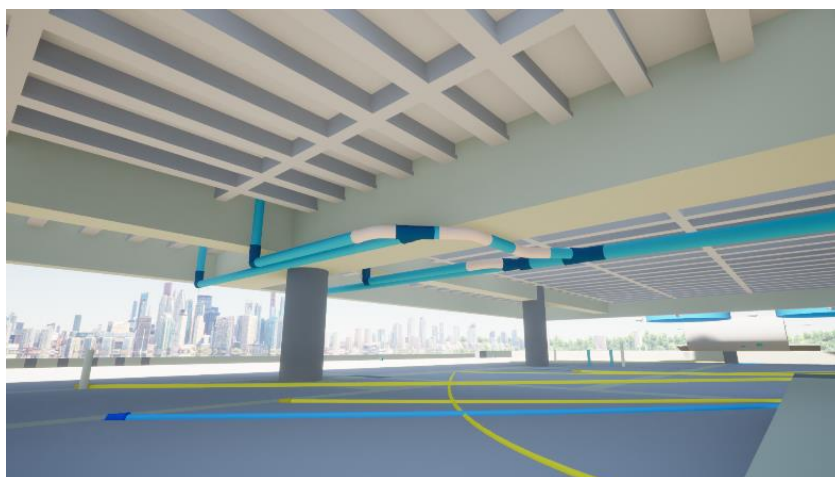


Os furos solicitados foram todos em vigas sem função estrutural, sendo que seu lançamento e dimensionamento foi apenas para que houvesse as aberturas nas lajes onde haviam claraboias previstas no Projeto Arquitetônico. Sob esse prisma, os furos todos foram aprovados.

f) Captação das Águas Pluviais da Cobertura Superior

Na cobertura superior, devido à altura necessária para as vigas protendidas, e com a não possibilidade de furar essas vigas, foi necessário que a tubulação de água pluvial fosse conduzida por baixo da viga protendida, e também por baixo do forro (Figura 28). Foi enviado essa solicitação para o escritório de arquitetura e, junto aos proprietários, foi aprovado, pois não seria possível a visualização dessa tubulação ao nível dos olhos.

Figura 21 – Tubulação de água pluvial na cobertura superior



5 Considerações Finais

O presente trabalho teve o propósito e intuito de realizar a análise do processo de compatibilidade de uma edificação utilizando o BIM como ferramenta de interoperabilidade do projeto e, dessa forma, avaliar a integração dos diferentes componentes e elementos projetados e executados de um empreendimento, considerando as inconsistências e detalhando a correção dos erros verificados.

Como foi possível contextualizar e apresentar pelo estudo, a elaboração e realização de um projeto é um processo extremamente complexo, pois determina a criação e organização de tarefas e atividades, realizar o controle e direcionamento dos diferentes recursos. Também se faz necessário o controle de prazos e custos e assim demonstra ser um procedimento que carece do controle e gerenciamento de muitas informações diferentes e, na construção civil, isso se torna muito mais abrangente. Os projetos desenvolvidos e elaborados na construção civil, contém diferentes sistemas construtivos, materiais, profissionais, serviços, diferentes tipos de custos (insumos, aluguéis, mão de obra, etc.), dessa forma é uma área que necessita e precisa de um projeto que seja bem claro e otimizado.

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

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

Dessa forma, fora analisado e apresentadas as principais ocorrências e incompatibilidades encontradas sobre o projeto e se verifica como os maiores resultados observados a ocorrência de inconsistência entre o projeto estrutural sobre as tubulações hidrossanitárias, sendo esses aspectos que podem ser previstos, corrigidos e alterados, quando necessário, através da realização da compatibilização do projeto como demonstrado.

Quando se faz uma análise geral da compatibilização, se vê a necessidade de desse trabalho antes do início da obra. Inúmeras inconsistências expostas aqui poderiam ser resolvidas com o acréscimo de um *shaft* próximo a varanda gourmet (pavimento térreo) e a suíte master (pavimento superior). O estudo desse *shaft* pelos responsáveis técnicos do Projeto Arquitetônico não aconteceu pois, quando essa necessidade foi percebida, a fundação já havia sido executada, não sendo possível a alteração de pilares e vigas, o que traria retrabalho, revisões em projetos e prejuízos à obra.

O que também causa inúmeros retrabalhos é a alteração do projeto já durante sua execução. Além de encarecer a obra, devido a demolição de diversos tipos de elementos, os projetos também devem ser atualizados constantemente, gerando gastos exagerados. Infelizmente, são casos que não podemos prever, ficando dependente do desejo dos proprietários. É importante frisar que é de responsabilidade dos profissionais alertar os clientes sobre possíveis atrasos e aumentos dos custos, relacionados aos planejamentos e orçamentos apresentados no início da edificação.

REFERÊNCIAS

ANANTATMULA, V. S. **The Role of Technology in the Project Manager Performance Model**. Project Management Journal. Sylva: mar/2008. vol. 39, issue 1, p34-48, 2008

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA (AsBEA). **Manual de Contratação dos Serviços de Arquitetura e Urbanismo**. 2ª Edição São Paulo - PINI – abril, 2011.

AOUND, G., LEE, A., WU, S. **The utilization of Building Information Models in nD modeling: a study of data interfacing and adoption barriers**. 2015. Disponível em: <<http://www.itcon.org/2015/08>>. Acesso em: 18 nov. 2021.

ÁVILLA, V. M. **Compatibilização de Projeto na Construção Civil Estudo de Caso em um Edifício Residencial Multifamiliar**. Monografia (Especialização em Construção Civil), Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, Belo Horizonte, 2011.

BIRX, G. W. **Getting Started With Building Information Modeling**. The American Institute Of Architects - Best Practices. 2006. Disponível em: <http://www.aia.org/bestpractices_index>. Acesso em: 18 nov. 2021.

CARDOSO, L. R. A. **Planejamento, gerenciamento e controle de obras**. São Paulo. 143-171 p., 2011.

CRESPO, C. C., RUSCHEL, R. C. **Ferramentas BIM: um desafio para a melhoria no ciclo de vida do projeto**. Proceedings of Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção Civil - TIC, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2007.

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

FABRÍCIO, M. M. **O Processo De Projeto Na Construção De Edifícios**. Gestão e Coordenação de Projetos de Edifícios. Notas de Aula. Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2004.

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

FABRÍCIO, M. M.; BAÍA, J. L.; MELHADO, S. B. **Estudo do Fluxo de Projetos: Cooperação Sequencial X Colaboração Simultânea**. Simpósio Brasileiro De Gestão Da Qualidade E Organização Do Trabalho, Recife. Escola Politécnica de Pernambuco, ANTAC, Recife, 2013.

FAGUNDES, T. P. **Planejamento de Obra: Estudo de Caso, Edificação Residencial de Multipavimentos em Brasília**. Tese (Monografia). Engenharia Civil. Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas – FATECS, 2013.

FU, C.; et al. **IFC model viewer to support nD model application**. Automation in Construction – 15 (2006) 178-185, 2006.

GARBER, R. **Optimisation Stories** - The Impact of Building Information Modelling on Contemporary Design Practice. Architectural Design. Volume 79, Issue 2, p. 6-13 - Special Issue: 'Closing the Gap', 2009.

GIL, A.C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. Edição: São Paulo, editora atlas s.a. 2012.

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

KOO, B.; FISCHER, M. **Feasibility study of 4DCAD in commercial construction**. Journal of construction Engineering and Management, v. 126, p. 257-260, 2000.

MARTINI, G. **BIM e as Políticas Públicas do Brasil**. 2018. Disponível em: <<https://www.gmarquiteturaengenharia.com/single-post/2018/03/10/BIM-E-AS-POLITICAS-P%C3%A9BLICAS-DO-BRASIL>> Acesso em: 18 nov. 2021.

MATTOS, A. D. **Planejamento e Controle de Obras**. 1. ed. São Paulo: PINI, 2010.

MAYR, L. R. **Falhas de Projeto e Erros de Execução: Uma Questão de Comunicação**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

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

NOCÊRA, R. J. **Gerenciamento de Projetos: Prática e Teoria**. 4º edição. Editora PMI, 2010.

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

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE (PMI). **PMBok – Um Guia do Conjunto de Conhecimentos do Gerenciamento de Projetos**. 6ª Edição. New Square, PA.: Four Campus Boulevard, cap.11, p.127-146, 2017.

RODRIGUES, W. C. **Metodologia Científica**. Paracambi: FAETEC/IST, 2007.

SARSHAR, M.; CHRISTIANSEN, P. **Towards Virtual Prototyping in the Construction Industry: The Case Study of the Divercity Project**, International Conference on Construction Information Technology. Proceedings I;CITE. World IT for Design and Construction, Langkawi, Malaysia, 2004.

SEBRAE/ SINDUSCON – PR. **Diretrizes Gerais para Compatibilização de Projetos**. Curitiba, 1995.

SILVEIRA, D. T.; GERHARDT, T. E. **Métodos de pesquisa**. Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS e pelo Curso de Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão

para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

SOUZA, R. E.; ABIKO, A. **Metodologia para Desenvolvimento e Implantação de Sistemas de Gestão da Qualidade em Empresas Construtoras de Pequeno e Médio Porte**. São Paulo: EPUSP, 2010.

TAVARES JÚNIOR, W.; BARROS NETO, J. P.; POSSAMAI, O.; MOTA, E. M. **Um Modelo De Registro Das Tecnologias Para Uso Na Compatibilização De Projetos De Edificações**. Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, São Carlos, SP, 2003.

VARGAS, R. **MANUAL PRÁTICO DO PLANO DE PROJETO**, 3º edição. Editora Brasport, 2007.