

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA
CATARINA – CÂMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

RAISSA SOUZA DE FREITAS

**COORDENAÇÃO DE PROJETOS BIM: estudo de caso de uma
edificação residencial multifamiliar**

FLORIANÓPOLIS, 2023.

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA
CATARINA – CÂMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

RAISSA SOUZA DE FREITAS

**COORDENAÇÃO DE PROJETOS BIM: estudo de caso de uma
edificação residencial multifamiliar**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido
ao Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Santa Catarina como parte
dos requisitos para obtenção do título de
Engenheiro Civil.

Orientadora: Ana Lígia Papst de Abreu,
Doutora

FLORIANÓPOLIS, 2023.

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor.

Freitas, Raissa

COORDENAÇÃO DE PROJETOS BIM: estudo de caso de uma edificação residencial multifamiliar / Raissa Freitas; orientação de Ana Ligia Papst de Abreu. - Florianópolis, SC, 2024.

95 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus Florianópolis. Bacharelado em Engenharia Civil. Departamento Acadêmico de Construção Civil.
Inclui Referências.

1. Colaboração em projetos BIM. 2. Compatibilização de projetos. 3. Projetos BIM em modelo federado. I. Papst de Abreu, Ana Ligia. II. Instituto Federal de Santa Catarina. III. COORDENAÇÃO DE PROJETOS BIM.


COORDENAÇÃO DE PROJETOS EM BIM: ESTUDO DE CASO DE UMA EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR

RAISSA SOUZA DE FREITAS


Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título de Engenheiro Civil e aprovado na sua forma final pela banca examinadora do Curso de Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

Florianópolis, 11 de Dezembro, 2023.


Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente
 ANA LIGIA PAPST DE ABREU
Data: 16/02/2024 12:04:08-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Ana Lígia Papst de Abreu, Doutora

Documento assinado digitalmente
 SERGIO PARIZOTTO FILHO
Data: 08/02/2024 21:44:24-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Sergio Parizotto Filho, Mestre
IFSC

Documento assinado digitalmente
 KALINDI DUARTE SOUZA
Data: 09/02/2024 05:22:48-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Kalindi Duarte Souza, Pós-graduada
Membro Externo

Dedico este trabalho aos meus pais, Marlete e Renoir, a minha irmã, Nina,
que não mediram esforços para que eu pudesse me dedicar aos estudos até aqui.
Dedico em memória, a minha avó, Angelina.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço aos meus pais, Renoir e Marlete, e a minha irmã, Nina, não só pelos esforços empenhados para que eu pudesse chegar até aqui, mas pela criação e exemplos que me deram, meus valores são minha principal herança e sem dúvidas devo a vocês, sem eles nada disso seria possível. Agradeço ao meu companheiro Paulo, por todo apoio, paciência, cumplicidade e cuidado.

Sou grata a muitos outros amigos que estiveram comigo durante esses anos, nas aulas, estudos, trabalhos e cafezinhos. Obrigada por terem feito meus dias melhores e por terem me ajudado sempre que precisei.

Não posso deixar de mencionar minha orientadora Ana Ligia. Obrigada por estar sempre disposta a me auxiliar. Aos membros da banca, Miguel e Kalindi, pelo tempo despendido e contribuições.

Ao Instituto Federal de Santa Catarina por ser minha segunda casa durante os últimos cinco anos, onde me formarei em Engenharia Civil.

Por fim, agradeço a Deus, por me acompanhar em toda essa jornada.

RESUMO

O Building Information Modeling (Modelagem da Informação da Construção - BIM) na área de coordenação de projetos, é um processo de gestão colaborativo que integra tecnologias, políticas e procedimentos, aprimorando o desempenho da construção civil. A coordenação do processo de projetos praticada hoje por construtoras, que não utilizam a metodologia BIM, apresenta obstáculos que dificultam a gestão do grande fluxo de informação e comunicação durante etapa de desenvolvimento, impactando na qualidade final e no fluxo de projetos. O BIM como um novo paradigma, pressupõe uma mudança gradativa na colaboração, comunicação e integração de pessoas e processos. Uma empresa que atua na construção de empreendimentos de médio-alto padrão na região da grande Florianópolis, Santa Catarina, vem consolidando o processo de gerenciamento de projetos BIM. Com isso, este trabalho tem como objetivos explicar a estruturação utilizada na coordenação dos projetos através da observação imersiva no estudo de caso, apresentar as ferramentas tecnológicas utilizadas, elencar os desafios que ocorreram no desenvolvimento do processo de coordenação dos projetos BIM e destacar procedimentos ou processos que poderiam ser aprimorados na coordenação dos projetos BIM em futuros empreendimentos da construtora. O método qualitativo deste TCC consistiu em analisar o processo de coordenação durante o desenvolvimento dos projetos de uma edificação residencial multifamiliar (estudo de caso). O enfoque deste TCC foi nos seguintes processos: os agentes e disciplinas que participam do processo de projeto da edificação; a gestão dos arquivos e documentos; o controle das atividades de coordenação (checklists) e formas de comunicação, conforme os padrões adotados na empresa. Na análise do estudo de caso, observou-se que ocorre: (a) integração dos projetos de engenharia com o projeto arquitetônico; (b) comprometimento das equipes com os objetivos do projeto por meio da utilização dos modelos BIM; (c) suporte ao processo de decisão do projeto por meio das discussões e sugestões para solução de apontamentos; (d) mitigação de erros de projeto através da compatibilização entre as disciplinas através de verificações no modelo federado. Conclui-se que, a integração e a antecipação da colaboração entre as múltiplas disciplinas de projeto facilitadas pelas tecnologias BIM resultaram no atendimento de diversos aspectos e objetivos para a empresa. Por fim, sugere-se uma análise do fluxo de projetos e processos da coordenação, buscando otimizá-lo, além disso, rever as documentações e plataformas adotadas pela empresa em estudo.

Palavras-chave: Colaboração em projetos BIM, compatibilização de projetos, projetos BIM em modelo federado.

ABSTRACT

Building Information Modeling (BIM) at project coordination area is a collaborative management process that enhance the performance of the construction industry and integrates: technologies, policies, and procedures. The buildings companies that do not apply the BIM methodology project coordination process faces obstacles that hinder the management of the vast flow of information and communication during the project development stage, impacting the project workflow and the quality of final design. BIM, as a new paradigm, predicates a gradual shift at collaboration, communication, and integration of people and processes. In a big city of Santa Catarina, a building company, engaged from medium to high-end projects, has been consolidating its BIM project management process. This work aims to explain the structure used at a project coordination through immersive observation at the case study, showing the technological tools used, listing the challenges encountered in the development of the BIM project coordination process, and highlighting procedures either processes that could be enhanced in the coordination of BIM projects in future endeavors of the building company. The qualitative method of this work has involved analyzing the coordination process during the development of projects for a multifamily residential building (case study). The focus of this work was on the following processes: the agents and disciplines involved in the building design process; file and document management; coordination activity control (checklists); and communication methods, following the company adopted standards. At the case study analysis, it was observed that there is: (a) integration of engineering projects with the architectural design; (b) team commitment to project objectives through the use of BIM models; (c) support for project decision-making through discussions and suggestions for issue resolution; (d) mitigation of design errors through discipline coordination via checks in the federated model. Besides that, the integration and early collaboration among multiple project disciplines facilitated by BIM technologies have resulted in getting various company aspects and objectives. Finally, this works suggest a review and optimizing of the project workflow and coordination processes, getting along with a reassessment of the documentation and platforms adopted by the studied building company.

Keywords: BIM project collaboration, project coordination, federated BIM projects.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma da estrutura do trabalho	18
Figura 2 – Representação da comparação entre o processo tradicional e o uso do BIM.....	21
Figura 3 – Pilares da implementação BIM.....	26
Figura 4 – Fluxograma de fases de um projeto arquitetônico e complementares de uma edificação	31
Figura 5 – Troca de informação CAD versus BIM	32
Figura 6 – Fluxo de requisito de informação	38
Figura 7 – Requisitos de informações segundo a NBR ISO 19650.....	38
Figura 8 – Coordenação entre disciplinas	40
Figura 9 – Fluxograma da evolução da implementação BIM	47
Figura 10 – Organograma empresa estudada.....	48
Figura 11 – Elevação Frontal Edifício Residencial Multifamiliar	50
Figura 12 – Perspectiva de uma das fachadas do empreendimento.....	51
Figura 13 – Perspectiva de uma das fachadas do empreendimento com vista das instalações	51
Figura 14 – Padrão de nomenclatura	54
Figura 15 – Visualização da plataforma	55
Figura 16 – Cronograma de entrega de projetos.....	56
Figura 17 – Fluxograma de Projetos	62
Figura 18 – Localização do Ponto Base no Projeto.....	63
Figura 19 – Entrada de Projetos Elétrico.....	65
Figura 20 – Croqui Esquemático do Sistema Hidrossanitário	67
Figura 21 – Fluxo do processo de coordenação	69
Figura 22 – Modelo 3D disponível para a obra.....	71
Figura 23 – Planta 2D com enfoque na furação elétrica	73
Figura 24 – Planta 2D do projeto estrutural.....	74
Figura 25 – Planta 2D de uma suíte com enfoque na situação	76
Figura 26 – Modelo 3D com enfoque na situação	76
Figura 27 – IFC quando vinculado diretamente ao modelo federado.....	77
Figura 28 – Modelos integrados no Navisworks Manage	78
Figura 29 – Figura enviada para reavaliação da estrutura	79
Figura 30 – TO-DO com itens a serem inseridos em revisões das documentações internas	80

Figura 31 – Plataforma web do ConstrufLOW, visão principal.....	92
Figura 32 – Abertura de um novo apontamento.....	93
Figura 33 – Visualização de um apontamento aberto.....	93
Figura 34 – Personalização dos apontamentos listados.....	94

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Formatos de entrada e saída de entregáveis	37
Quadro 2 – Comparativo das funcionalidades das plataformas web colaborativas...	44
Quadro 3 – Status presentes em algumas plataformas do mercado.....	44
Quadro 4 – Resumo dos desafios encontrados	81

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABDI	Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AEC	Arquitetura, Engenharia e Construção
AIM	Modelo de Informação de Ativos
AIR	<i>Asset Information Requirements</i>
ASBEA	Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura
BCF	<i>Building Collaboration Format</i>
BEP	<i>BIM Execution Plan</i>
BIM	<i>Building Information Modelling</i>
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
EIR	<i>Exchange Information Requirements</i>
IFC	<i>Industry Foundation Classes</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
MIDP	<i>Master Information Delivery Plan</i>
NBR	<i>Norma Brasileira</i>
OIR	<i>Organisational Information Requirements</i>
PIR	<i>Project Information Requirements</i>
PIM	<i>Project Information Model</i>
TIDP	<i>Task Information Delivery Plan</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Justificativa	15
1.2	Definição do Problema	16
1.3	Objetivo Geral.....	16
1.4	Objetivos Específicos	17
1.5	Estrutura do Trabalho.....	17
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
2.1	BIM – Building Information Modeling	19
2.1.1	Termos e Conceitos	20
2.1.2	Evolução BIM	20
2.1.3	Benefícios trazidos pelo BIM.....	22
2.1.4	Obstáculos e desafios na implementação do BIM	23
2.1.5	Planejamento de uma implementação BIM.....	24
2.2	Gerenciamento e coordenação de projetos BIM	28
2.2.1	Comunicação	33
2.2.2	Colaboração.....	34
2.2.3	Interoperabilidade	34
2.3	Gestão da informação em Projetos BIM	37
2.4	Ambientes, plataformas e ferramentas de suporte ao processo BIM. 40	
2.4.1	Plataformas BIM.....	42
2.4.2	Ferramentas de visualização e integração de modelos	42
2.4.3	Plataformas web colaborativas	43
3	MATERIAIS E MÉTODOS	45
3.1	Métodos aplicados	45
3.2	Procedimentos, documentos e informações utilizadas	45
3.3	Caracterização da empresa fornecedora dos dados	47
4	COORDENAÇÃO DE PROJETOS BIM: ESTUDO DE CASO DE EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR	49
4.1	Caracterização do objeto de estudo	49
4.2	Agentes envolvidos e suas atribuições	52
4.3	Processo de gestão do objeto de estudo	53
4.3.1	Gestão dos projetos	53
4.4	Processo da coordenação do objeto de estudo	56
4.4.1	Comunicação entre os agentes envolvidos.....	57
4.4.2	Fluxograma de Projetos	62
4.4.3	Premissas para o desenvolvimento dos projetos	62
4.4.3.1	<i>Procedimentos de colaboração</i>	63
4.4.3.2	<i>Entrada de Projetos</i>	64
4.4.3.3	<i>Croquis dos Sistemas</i>	66
4.4.3.4	<i>Padrão Construtivo</i>	67
4.4.4	Rotinas de Coordenação.....	68
4.4.4.1	<i>Requisitos de Informação dos Elementos</i>	70
4.5	Processo de Liberação de Projetos para a obra	70
5	ANÁLISE DOS DESAFIOS ENCONTRADOS NA COORDENAÇÃO DOS PROJETOS BIM DO ESTUDO DE CASO	72

5.1	Comunicação e colaboração entre os agentes envolvidos.....	72
5.2	Pontos falhos na utilização de softwares de modelagem BIM.....	75
5.3	Desafios enfrentados com relação aos procedimentos de coordenação BIM	77
5.4	Síntese do capítulo	81
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	83
6.1	Sugestões para trabalhos futuros	85
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	86
	APÊNDICE.....	90
	APÊNDICE A – Construflow.....	91

1 INTRODUÇÃO

O setor da construção civil impulsiona a economia do Brasil, apesar disso, apresenta problemas ao longo de todo o processo construtivo. Muitos dos problemas durante a execução das obras civis são oriundos da falta de compatibilização dos projetos. Por isso, o setor da construção civil, a fim de conseguir responder a altura às novas exigências do mercado global, precisa introduzir novas tecnologias no desenvolvimento de projetos, de materiais e de ferramentas, além de fornecer uma maior qualificação aos seus funcionários (Campestrini et al., 2015). Para Couto e Couto (2007), falhas na etapa de projeto são umas das principais causas de problemas na construção de edifícios, algumas vezes sendo até razão do seu insucesso. O que nos mostra o quão importante é ter em mente que a qualidade na etapa de projeto é primordial para a redução de custos a longo prazo da vida útil do edifício (SILVA e SOARES, 2003).

A forma de projetar na construção civil vem sofrendo algumas alterações, substituindo os desenhos bidimensionais, sejam eles feitos a lápis, nanquim ou por meio de softwares CAD, para a Modelagem da Informação da Construção (BIM).

A ISO 19650-1 define BIM (Building Information Modeling) como sendo o “uso de uma representação digital compartilhada de um ativo construído para facilitar os processos de projeto, construção e processos de operação, a fim de formar uma base para decisões confiáveis” (BSI, 2018, p.5, tradução nossa).

Com a metodologia BIM, os projetos são centralizados em um único modelo, reduzindo as interferências entre eles (Buss; Carneiro; Lédo, 2019). Nesse contexto, BIM é uma das alternativas no mercado para aumentar a qualidade dos projetos por meio da sua capacidade de organizar e estruturar o planejamento desde a fase de projeto até a construção da edificação (Costella et al., 2017). Além disso, o BIM dá suporte a operação e manutenção da edificação pronta (Sacks et all., 2021).

Dentro do gerenciamento de projetos, a atividade de coordenação é responsável por desempenhar atividades de suporte ao desenvolvimento com o objetivo de acompanhar e certificar que todas as disciplinas envolvidas no projeto sejam compatíveis entre si e adotem soluções que atendam todas os requisitos

necessários para a construção e uso do empreendimento (Fabrício; Melhado; Grilo, 2001).

É fundamental maximizar todo o potencial da metodologia BIM, representando uma transformação gradual de paradigmas. Mesmo nas empresas de construção civil que já estão adotando o BIM, faz-se necessário o monitoramento do processo, e quando necessário, atualizar e revisar o desenvolvimento de implantação da metodologia BIM. (CBIC Volume 2 Implementação BIM).

Nesse contexto, o presente trabalho traz um estudo do fluxo de trabalho de coordenação de projetos de engenharia de uma empresa de construção civil do segmento de edificações de médio e alto padrão, localizada na Grande Florianópolis. Com o crescente uso do BIM no Brasil, esta construtora resolveu implantar essa metodologia em seus atuais e futuros empreendimentos. O início desse processo foi em 2018, e hoje, a construtora em questão, já é uma das referências de BIM para a grande Florianópolis e até mesmo em Santa Catarina. Mesmo assim, dentro do processo de maturidade BIM, a construtora ainda tem caminho a percorrer.

1.1 Justificativa

A indústria da construção civil lida com muitos problemas e omissões de projeto que acabam sendo verificadas apenas na etapa de execução devido à má coordenação e compatibilização dos projetos, o que gera atrasos, custos adicionais e perda da qualidade final do produto (Fontenelle, 2002). A tecnologia BIM facilita a necessidade de troca de informações entre os agentes de um projeto de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC).

Com o uso de metodologias BIM, os erros e inconsistências identificados na etapa de projeto podem ser comunicados de maneira mais efetiva entre os responsáveis, já que o trabalho é colaborativo (Ruggeri, 2020). A metodologia BIM auxilia na redução de inconsistências projetuais, pois diferentemente dos desenhos 2D, o processo de modelagem em BIM auxilia na visualização de erros, colisões, dados faltantes etc. que antes não eram percebidas pelos projetistas com tanta facilidade numa compatibilização. Um outro desafio que a metodologia BIM possibilita atender, é a compatibilização de comunicação, pois na construção civil diferentemente

da indústria automobilística ou aeronáutica onde se impõe um sistema integrado, existe uma dispersão entre os diversos participantes do processo (Amorim, 2023)

Sendo assim, este trabalho surge do interesse de inferir o processo de coordenação BIM de projetos desenvolvidos por diferentes empresas especializadas em determinadas disciplinas, compatibilizada internamente por uma construtora que atua na construção de empreendimento médio-alto padrão de edificações residenciais multifamiliares. A proposta deste Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) é fazer um diagnóstico da situação atual, mapeando os fluxos, os métodos e os processos de projetos, e assim servir de material para um futuro prognóstico e aprimoramento na maturidade BIM da construtora que cedeu material para este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC).

1.2 Definição do Problema

O cenário a ser explorado neste estudo de caso é o processo de coordenação dos projetos de engenharia de uma edificação residencial multifamiliar por meio da utilização de metodologias BIM, onde buscou-se integrar e compatibilizar os projetos de engenharia e arquitetura durante o seu processo de desenvolvimento. O estudo será delimitado na análise do processo de coordenação dos projetos, não se aprofundando no processo de gestão, liberação de projetos para a obra, *as-built* e assistência pós entrega.

Dentro deste contexto, o problema deste este TCC pode ser definido em quatro perguntas: qual é a realidade prática envolvida na coordenação de projetos de engenharia com a aplicação de metodologias BIM? De que forma o processo foi estruturado? Quais foram os desafios enfrentados pela coordenação? Em função dos resultados, quais processos podem ser melhorados?

1.3 Objetivo Geral

Analisar criticamente o fluxo de processos de coordenação BIM do desenvolvimento de projetos de engenharia e arquitetura de um empreendimento residencial multifamiliar.

1.4 Objetivos Específicos

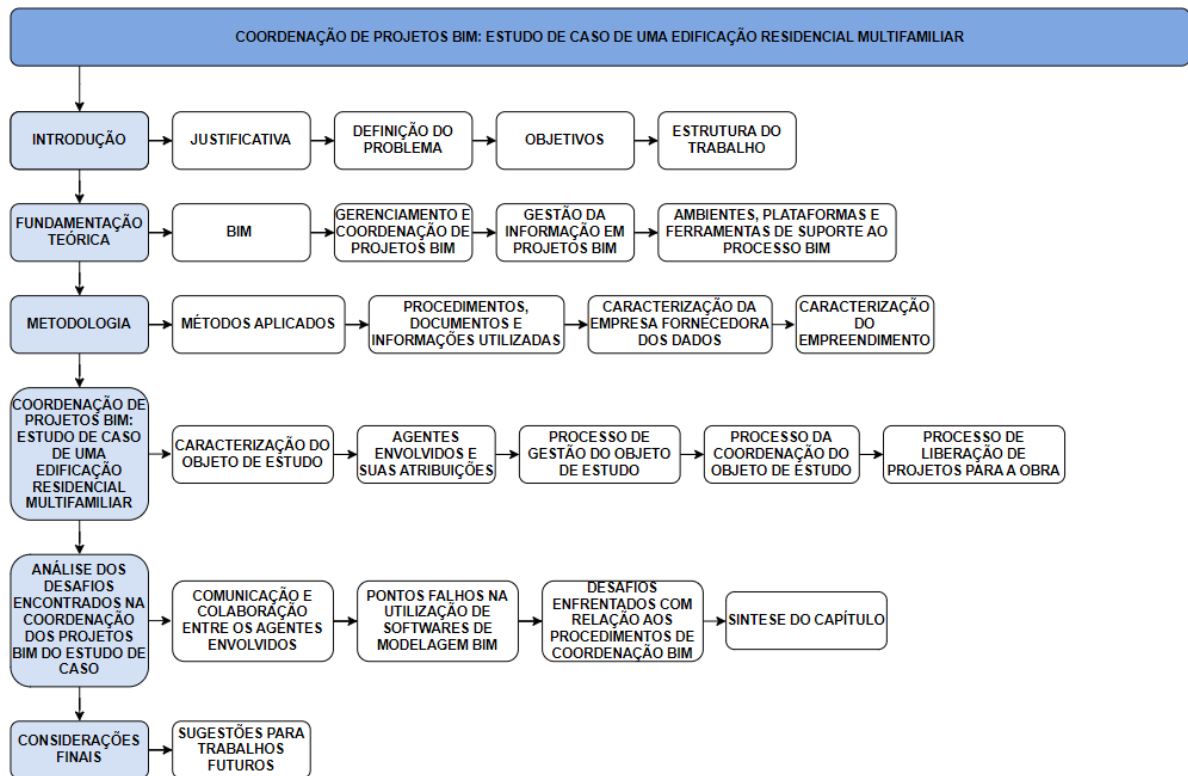
Para atender o objetivo geral do presente trabalho foram desenvolvidos os seguintes objetivos específicos:

- a) Explicitar a estruturação utilizada na coordenação dos projetos através da observação imersiva num estudo de caso de uma edificação residencial multifamiliar desenvolvida com a metodologia BIM;
- b) Identificar as ferramentas tecnológicas utilizadas, suas funcionalidades e aplicabilidade nos processos de coordenação BIM;
- c) Especificar, no estudo de caso deste TCC, os desafios que ocorreram no desenvolvimento do processo de coordenação de projetos BIM;
- d) Destacar procedimentos ou processos que poderiam ser aprimorados na coordenação de Projetos BIM em futuros empreendimentos da construtora em estudo.

1.5 Estrutura do Trabalho

A Figura 1 ilustra a estrutura deste TCC, que está dividido em: introdução, com a justificativa, definição do problema e objetivos propostos; fundamentação teórica, trazendo o estágio atual do conhecimento sobre o tema deste trabalho; método da pesquisa, onde define-se os métodos aplicados, procedência dos dados, caracterização da empresa fornecedora dos dados, o objeto de estudo, equipes envolvidas, e como foi feita a coleta de dados; na análise do estudo de caso são apresentadas as particularidades do processo aprofundadas, para isso, são trazidos os exemplos encontrados. No último capítulo é apresentada as considerações finais deste trabalho e elencada sugestões para futuros trabalhos na área.

Figura 1 – Fluxograma da estrutura do trabalho



Fonte: Elaboração própria 2023.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo serve de embasamento para o TCC, e está estruturado em quatro grandes tópicos: (i) considerações gerais sobre BIM; (ii) gerenciamento e coordenação de projetos BIM; (iii) Gestão da informação em projetos BIM; (iv) ambientes, plataformas e ferramentas de suporte ao processo BIM.

2.1 BIM – Building Information Modeling

A sigla BIM deriva do inglês Building Information Modelling, cuja tradução em português é Modelagem da Informação da Construção, conforme descrito pela NBR ISO 12006-2 (ABNT, 2018). Eastman et al. (2014) BIM é uma tecnologia de modelagem e um conjunto associado de processos para produzir, comunicar e analisar modelos de construção, além de processo de gestão de toda informação produzida e utilizada nas diferentes fases do ciclo de vida da edificação utilizando um modelo que representa as características físicas e funcionais dos elementos.

Sacks et al. (2021) utilizam o termo para apresentar uma sequência de atividades que envolvem intervenções humanas, das quais desencadeiam a necessidade de mudanças nos processos no setor AEC, sendo considerado uma tecnologia de modelagem relacionada a métodos de produção, comunicação e análise de modelos de construção. Sendo assim, o uso da sigla BIM está relacionado às questões processuais, diferente de Modelo da Informação da construção (do termo em inglês Building Information Model) que é descrito como modelo BIM, ou seja, resultado dos processos que utilizam essa tecnologia (Sacks et al., 2021).

Para Succar e Kassem (2015, p. 64, tradução nossa) “[...] o BIM é visto como a atual manifestação de inovação na indústria da construção e trata-se de um conjunto de tecnologias, processos e políticas que desencadeiam mudanças nos relacionamentos, funções e resultados da indústria”.

Sacks et al. (2021) destacam que através da tecnologia BIM as edificações podem ser construídas digitalmente por meio de modelos virtuais que, quando completos, são compostos por geometria e dados que sustentam todo o seu ciclo de vida desde a contratação, fabricação e construção até a operação e manutenção de uma edificação.

2.1.1 Termos e Conceitos

O BIM Dictionary faz parte da iniciativa BIM Excellence e trata-se de um recurso confiável para busca dos conceitos, trazendo entendimentos comuns sobre os termos usados no meio BIM. A seguir alguns termos e seus conceitos são abordados:

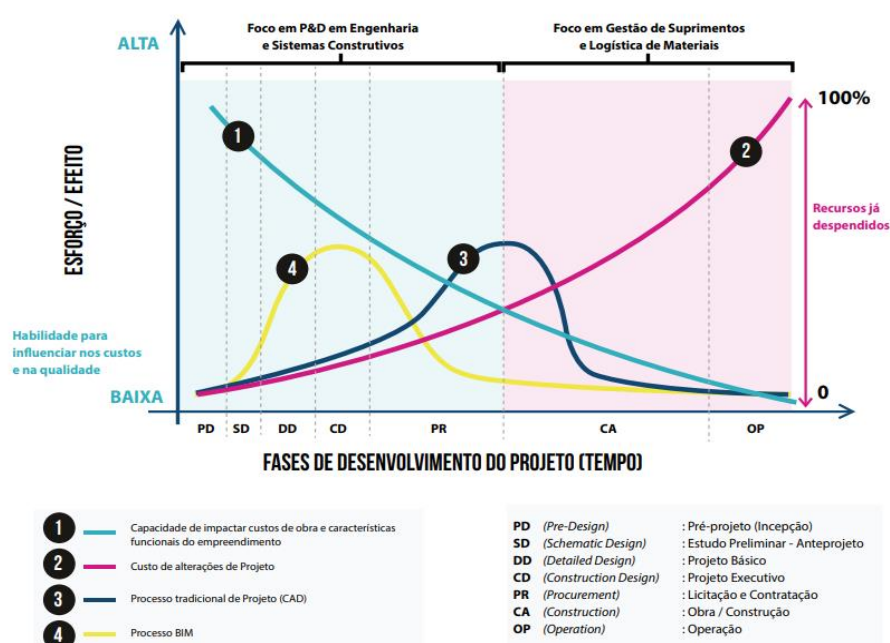
- a) modelo BIM: também chamado de Modelo da Informação da construção, é um modelo 3D rico em dados com base em objetos gerado por um participante do projeto (BIM Dictionary, 2019);
- b) modelo federado: trata-se de um modelo BIM que vincula (não mescla) diversos modelos monodisciplinares (BIM Dictionary, 2019);
- c) modelo monodisciplinar: modelo BIM composto por apenas uma disciplina (BIM Dictionary, 2019);
- d) modelo integrado: modelo BIM composto por diversos modelos monodisciplinares em uma única base de dados (BIM Dictionary, 2019);
- e) modelo multidisciplinar: único modelo BIM composto por vários modelos monodisciplinares, este pode ser considerado tanto um modelo federado, quanto um modelo integrado (BIM Dictionary, 2019);
- f) intercâmbio de informações: capacidade de possuir intercâmbio de modelos BIM ou trocas interoperáveis entre os participantes do projeto, significa que duas ou mais organizações usam o mesmo software ou arquivos de dados abertos, o compartilhamento deve ser, preferencialmente, por meio do ambiente de dados comum (BIM Dictionary, 2019).

2.1.2 Evolução BIM

A implantação do BIM para os setores da indústria AEC brasileira tem sido avaliado por estudiosos e profissionais do setor. Porém, o nível de adoção desta tecnologia ainda está relativamente baixo (Ayres, 2009; Manzione, 2013; Abaurre, 2014; Coelho, 2017; Amorim, 2020).

É na fase de projeto que se concentra a maior parte de informações do empreendimento e essas informações são oriundas de decisões capazes de influenciar o custo final. Logo, a etapa de projeto e sua coordenação deve ter um olhar especial (Melhado, 1994; Eastman, 2014; Gomes, 2017). Através da Curva de McLeamy, apresentada na Figura 2, pode-se analisar o esforço do projeto em relação ao tempo, comparando o processo de projeto em CAD versus BIM.

Figura 2 – Representação da comparação entre o processo tradicional e o uso do BIM



Fonte: CBIC, 2016a.

Com o gráfico, podemos tirar algumas conclusões. A curva 1, demonstra a capacidade de impactar os custos de obra e características funcionais do empreendimento, a qual reduz com avanço das fases de desenvolvimento, logo temos a importância de termos decisões tomadas nas fases iniciais do projeto. A curva 2, demonstra o custo de alterações de projeto aumentam conforme o projeto avança em suas fases, tendo seu ápice na fase de operação. As curvas 3 e 4 representam o processo CAD e BIM, respectivamente, onde percebe-se que no processo BIM os esforços são maiores nas fases de desenvolvimento e reduzem na fase do projeto executivo. Já o processo tradicional (CAD) é o oposto, os esforços aumentam

conforme o desenvolvimento e tem seu ápice na fase de obra. Conseguimos notar também que o custo de possíveis alterações são maiores no processo tradicional (CAD) e, também que, a capacidade de alterações em características funcionais da edificação é menor, do que no processo BIM.

2.1.3 Benefícios trazidos pelo BIM

Com a utilização do BIM, temos a alteração de processos e projetos com informações mais detalhadas. A CBIC (2016d) elencou 10 motivos para evoluir para o BIM:

- a) visualizar em 3D o que está sendo projetado;
- b) poder ensaiar a obra no computador;
- c) extrair automaticamente as quantidades;
- d) realizar simulações e ensaios virtuais;
- e) identificar interferências automaticamente;
- f) gerar documentos mais consistentes e íntegros;
- g) capacitar-se a executar construções complexas;
- h) viabilizar e intensificar o uso da industrialização;
- i) complementar o uso de outras tecnologias;
- j) preparar as empresas para o futuro.

Eastman et al. (2014), comentam que nem todos os projetos conseguem englobar todos os benefícios do BIM. Os autores apresentam alguns benefícios encontrados na fase de projetos da metodologia BIM:

- a) Visualização antecipada e mais precisa de um projeto;
- b) Correções automáticas de baixo nível quando mudanças são feitas no projeto;
- c) Geração de desenhos 2D precisos e consistentes em qualquer etapa do projeto;
- d) Colaboração antecipada entre múltiplas disciplinas de projeto;

- e) Verificação facilitada das intenções de projeto;
- f) Extração de estimativas de custo durante a etapa de projeto;
- g) Incrementação da eficiência energética e a sustentabilidade.

2.1.4 Obstáculos e desafios na implementação do BIM

Embora tenham sido discutidos previamente os benefícios, existem vários obstáculos e desafios a serem vencidos para a implementação do BIM. De acordo com Manzione (2013), a adoção do BIM tem progredido lentamente na prática, principalmente devido à falta de clareza quanto às responsabilidades e vantagens associadas ao BIM. Isso se torna especialmente relevante na indústria AEC, onde é comum a colaboração temporária de diferentes organizações no desenvolvimento de projetos.

Em consulta a especialistas que trabalham no setor, a CBIC trouxe os motivos pelos quais a adoção do BIM não ocorre mais rapidamente no Brasil e obteve as seguintes respostas:

A peculiar inércia e a resistência às mudanças por partes das organizações e pessoas envolvidas; A dificuldade de entendimento e compreensão do que é BIM e dos seus reais benefícios; As questões culturais e particularidades do ambiente e do mercado brasileiro; As especificidades e os aspectos intrínsecos da tecnologia BIM (CBIC, 2016b, p. 24).

Sacks et al. (2021) mencionam os obstáculos associados à utilização inteligente do BIM, considerando as transformações nos relacionamentos entre as equipes de projeto e os termos contratuais que costumavam ser fundamentados em práticas tradicionais de projeto em papel. Os desafios delineados por esses autores incluem:

- a) Desafios de colaboração e equipe estão intimamente ligados a problemas relacionados às ferramentas de modelagem. Quando equipes utilizam diferentes ferramentas, surgem complicações que exigem soluções, como exportação entre softwares ou combinação de modelos, o que pode resultar em complexidade, atrasos e erros.

- b) Alterações nas questões legais envolvendo a propriedade e produção de documentação estão relacionadas ao domínio de diversos dados de projeto, pagamentos e responsabilidades.
- c) Mudanças na prática e no uso da informação.
- d) Questões relacionadas à implementação do BIM envolvem etapas fundamentais, como a aquisição de software, treinamento e aprimoramento de hardware, além de exigirem transformações abrangentes nas empresas que optam por adotar o BIM.

2.1.5 Planejamento de uma implementação BIM

Planejar uma implementação BIM tem sido uma decisão estratégica para o negócio de diversas empresas do ramo da construção civil. Muitos desafios para a implementação do BIM ainda devem ser vencidos para que o uso dessa tecnologia seja de fato disseminada por toda indústria AEC (Delatorre, Santos, 2014; Chaves, Tzotzopoulos, Formoso, Sommer, 2014; Gomes, 2017; Abbanejad et al., 2020).

Segundo Azhar (2011) há diversas práticas na construção civil que são orientadas por um manual, porém não há um manual de BIM padronizado que oriente os profissionais sobre suas implicações e o seu uso. O autor certifica que é necessário padronizar a tecnologia BIM e definir as diretrizes da sua implantação, e pode-se perceber os esforços do Brasil através do Governo Federal com a Plataforma BIMBR.

Inicialmente a implantação do BIM em empresas ou organizações requer a localização da fase do ciclo de vida do empreendimento no qual a empresa atua para que os objetivos sejam traçados, mapeados e revistos (Jung; Joo, 2011; CBIC, 2016b). Essa iniciativa proporciona ao gestor a condução do processo de implantação na organização, de modo que poderão ser definidos diferentes tipos de estratégias (CBIC, 2016b).

Como apontado no volume 2 da CBIC (2016b, p.31):

Uma construtora, por exemplo, certamente estaria especialmente interessada e focada na fase de construção e execução das obras e na fase de comissionamento [...].

A empresa que optar por adotar o BIM em seus processos deverá definir os objetivos que desejam atingir efetivamente, como uma métrica de recursos e prazos estabelecidos, além de monitorar as melhorias nos processos da organização, visando sempre o alinhamento com os reais objetivos do planejamento estratégico da empresa (ASBEA, 2013; CBIC, 2016b; Guedes, 2018).

Arayicy et al. (2011) identificaram que para implementar a tecnologia BIM nas organizações não é suficiente o aprendizado do software, requer uma mudança na concepção em todos os níveis de processos do empreendimento envolvendo toda a equipe de trabalho.

Segundo Gonçalves (2018), para iniciar o uso do BIM na organização deve-se atentar para o investimento em infraestrutura e ser perceptível quando o ciclo de estudo deverá ser reiniciado. A chave do sucesso para a implantação do BIM está em mensurar o resultado, antecipar os problemas e corrigir as falhas, ou seja, definir as diretrizes para otimizar o desempenho do BIM (Azhar, 2011; Gonçalves, 2018).

A implantação do BIM nas organizações se fundamenta em três pilares: tecnologia, pessoas e processos (ABDI, 2017a), conforme é exibido na Figura 3.

Figura 3 – Pilares da implementação BIM

Fonte: ABDI, 2017a.

O campo da tecnologia envolve uma equipe especializada para desenvolvimento de software e hardware, equipamentos, conexões com a internet, segurança de dados, armazenamento de arquivos e toda a esquematização que a equipe necessita para aumentar sua produtividade e eficiência (Succar, 2009; ABDI, 2017a).

As pessoas são fundamentais na implantação da metodologia, o que segundo Arayicy et al. (2011) é de suma importância envolvê-las no processo de implementação para garantir que as habilidades e o entendimento sobre o assunto aumentem, e além disto, serem capacitadas para identificar os erros e as possíveis melhorias no momento oportuno para que a empresa tenha a possibilidade de elaborar estratégias eficazes de gerenciamento dos processos (ABDI, 2017a).

Além disso, os profissionais precisam ter a experiência de operar as ferramentas BIM e poderem trabalhar tanto com a equipe interna quanto externa, colocando em prática a colaboração em seus diversos níveis para que a tecnologia BIM possa realmente funcionar em sua totalidade (Arayicy et al. 2011; ABDI, 2017a).

O processo envolve uma estrutura complexa de ações (Succar, 2009). Os processos serão mais rígidos e complexos, devido a profundidade de detalhes e o intenso fluxo de informações que entra e sai (Turk, 2016). Como aponta a ABDI (2017a):

compreende o plano de trabalho: o fluxo de trabalho, o cronograma, a especificação dos entregáveis, o método de comunicação, a definição de

funções, o sistema de concentração de dados, arquivos e informações, o nível de detalhe em cada fase e a especificação do uso do modelo em todos os ciclos de vida da edificação.

Para Abaurre (2014) processos e tecnologia são codependentes e no que tange a modelagem da informação da construção, estabelecer padrões e protocolos para os agentes envolvidos no processo são pontos fundamentais para introduzir a colaboração.

O projeto piloto a ser desenvolvido na organização deverá ser escolhido a partir das atividades mais expressivas na empresa (Guedes, 2018), sem muita complexidade e com simplicidade (CBIC, 2016b) para que o processo de implantação ocorra de forma focada e fundamentada. Os objetivos específicos do projeto piloto devem ser elencados para que as equipes tenham a capacitação e estratégia para a implantação (CBIC, 2016b; ABDI, 2017c), subsidiando a elaboração de documentos como o BIM mandate e o PEB (Plano de Execução BIM).

Para que os procedimentos de colaboração sejam efetivamente viabilizados, os padrões devem ser definidos. Essa padronização envolverá diversas frentes do processo de projeto: nomenclatura de arquivos e pastas, organização de diretórios, nomenclatura de procedimentos, nomenclatura de modelos, documentos e componentes BIM (ASBEA, 2015). A este documento dá-se o nome de BIM mandate.

O PEB (Plano de Execução BIM, ou BEP em inglês) é o documento que define a participação e a responsabilidade de cada um dos agentes ao longo do processo BIM do empreendimento. O PEB é desenvolvido em pelo menos duas fases: antes da contratação e construção; e antes da execução da obra. Na primeira fase, o empreendedor define os resultados esperados e a necessidade de informação. Na segunda fase, define-se os entregáveis e seus responsáveis. (Leusin, 2022). O PEB é um documento que consolida o planejamento de cada novo empreendimento. Além disso, fornece diretrizes para o nível das informações a serem entregues e detalhes operacionais relativos a boa execução do projeto BIM, visando atender as particularidades do projeto (Amorim, 2020; Manenti, 2020).

2.2 Gerenciamento e coordenação de projetos BIM

Segundo Vargas (2009), para entender com clareza o conceito de gerenciamento é necessário lembrar do que consiste em um projeto, sendo assim, ele define:

Projeto é um empreendimento não repetitivo, caracterizado por uma sequência clara e lógica de eventos, com início, meio e fim, que se destina a atingir um objetivo claro e definido, sendo conduzido por pessoas dentro de parâmetros predefinidos de tempo, custo, recursos envolvidos e qualidade. (VARGAS, 2009, p. 23)

Por definição o gerenciamento de projeto consiste no planejamento e controle das atividades de projeto, com o objetivo de garantir os aspectos relacionados ao tempo, desenvolvimento e equacionamento do fluxo de informações e trocas de produtos intermediários, compreendendo a necessidade de correções ao longo do desenvolvimento do projeto, incluindo tomadas de decisão e aprovação de etapas intermediárias, liberação para início e término de etapas, encaminhamento de informações, e acompanhamento de questões necessárias ao andamento dos projetos (Tzortzopoulos, 1999).

Vargas (2009) cita como principal vantagem advinda do gerenciamento de projetos a capacidade de ser aplicado a todos os tamanhos de projetos, não sendo restrito apenas aos de grandes áreas, alta complexidade e custo. Além dessa vantagem, o autor cita os seguintes benefícios:

[...] evita surpresas durante a execução dos trabalhos; permite desenvolver diferenciais competitivos e novas técnicas, uma vez que toda a metodologia está sendo estruturada; antecipa as situações desfavoráveis que poderão ser encontradas, para que ações preventivas e corretivas possam ser tomadas antes que essas situações se consolidem como problemas; adapta os trabalhos ao mercado consumidor e ao cliente; disponibiliza os orçamentos antes do início dos gastos; agiliza as decisões, já que as informações estão estruturadas e disponibilizadas; aumenta o controle gerencial de todas as fases a serem implementadas devido ao detalhamento ter sido realizado; facilita e orienta as revisões da estrutura do projeto que forem decorrentes de modificações no mercado ou no ambiente competitivo, melhorando a capacidade de adaptação do projeto; otimiza a alocação de pessoas, equipamentos e materiais necessários; documenta e facilita as estimativas para futuros projetos (Vargas, 2009, p. 34).

Nesse contexto, a gestão do processo de projeto entra estabelecendo atividades que percorrem desde concepção inicial do empreendimento até sua conclusão, são elas:

- a) estabelecer os objetivos e os parâmetros para o processo de projeto;
- b) definir os escopos de projeto, segundo suas especialidades e etapas;
- c) planejar os custos e as contratações necessárias ao processo de projeto;
- d) planejar as etapas e estabelecer seus prazos de desenvolvimento, no todo e por especialidades de projeto;
- e) controlar e adequar os prazos planejados para as diversas etapas e especialidades de projeto;
- f) controlar os custos e os contratos de serviços de projeto e as consultorias a ele associadas;
- g) garantir a qualidade das soluções técnicas adotadas nos projetos;
- h) validar, ou fazer validar pelo cliente, conforme o caso, as etapas de projeto e os produtos delas resultantes;
- i) fomentar a colaboração e a comunicação entre os projetistas, coordenar as interfaces e garantir a compatibilidade entre as soluções das várias especialidades envolvidas no projeto;
- j) integrar as soluções de projeto com as fases subsequentes do empreendimento, particularmente na interface com o planejamento, o orçamento e a execução das obras.

(Manziona, Melhado, Nóbrega, 2021, p.47).

Da década de noventa até os dias atuais, o processo tradicional de projeto, onde se projeta cada disciplina de forma independente, iniciando uma etapa após a finalização de outra, não é mais aceito como antes, isso mostra que as indústrias seriadas influenciaram a indústria da construção, que atualmente valoriza a integração entre os agentes, minimizando erros, evitando retrabalhos, aumentando eficiência e diminuindo custos. Por este motivo as etapas que antes eram independentes passam a ser concebidas de forma integrada e cooperativa, dessa forma a coordenação de projetos se faz necessária (IETEC, 2021).

Segundo Manziona, Melhado e Nóbrega (2021), acerca do escopo e duração, a gestão do processo de projeto é mais longa e abrangente em relação a coordenação de projetos. Ainda conforme os autores, a coordenação de projetos é focada em direcionar as atividades das equipes de projeto ou também denominadas “disciplinas de projeto” que envolvem as especialidades desenvolvidas no empreendimento como: arquitetura, paisagismo, estruturas, sistemas prediais hidrossanitários, sistemas prediais elétricos, vedações, fachadas, entre outras, além das especialidades de consultoria associadas.

A coordenação de projetos pode ser definida como uma atuação no suporte de desenvolvimento dos projetos, de forma a integrar os requisitos e as decisões de projeto ao produto, sendo assim, a coordenação é exercida durante todo o processo,

promovendo a interatividade e melhorando a qualidade dos projetos (IETEC, 2021).
As principais responsabilidades de um coordenador de projeto são:

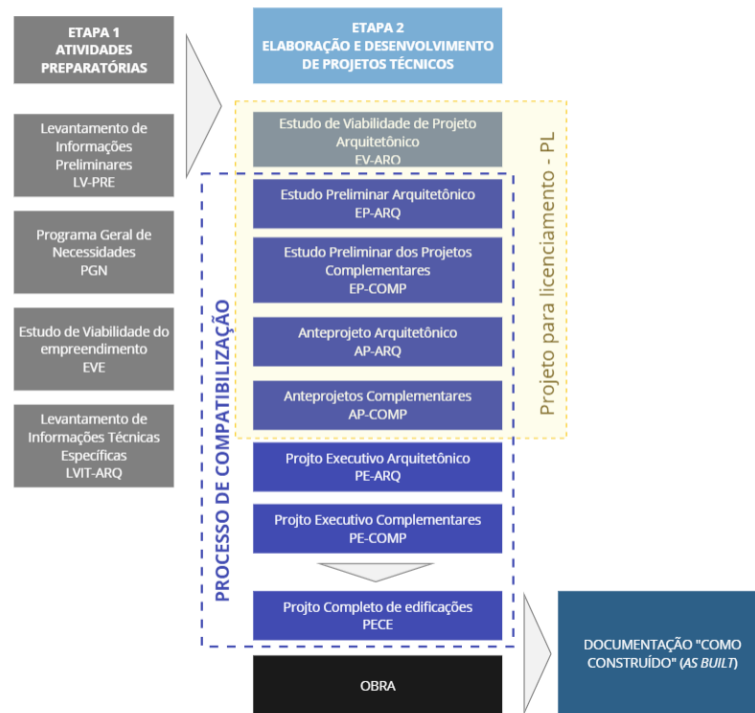
Responsável por todas as soluções de projeto adotadas; Responsável pela solução das interferências entre projetos; Responsável pela verificação de cotas; Responsável pelos atrasos de desenvolvimento de projetos; Garantia das premissas de cada projeto específico (briefing); Auditorias de soluções específicas nas partes mais importantes do projeto; Ações enérgicas e antecipadas para garantia de prazo nas etapas de entrega; Informação da alta gerência sobre riscos importantes (itens do briefing, prazos, etc).(CBIC, 2016a, p. 53).

Por fim, Nóbrega Júnior (2012, p. 50) afirma que “a coordenação de projeto [...] é caracterizada basicamente pela responsabilidade em duas grandes áreas: a gestão do processo de projeto (planejamento e controle) e a coordenação técnica do projeto, que realiza tarefas como reuniões de coordenação, análise da compatibilização, análise crítica do projeto e proposições de soluções técnicas de projeto”.

Atualmente os projetos de empreendimentos de maior porte são conduzidos por equipes multidisciplinares, o que torna o fluxo de informações mais amplo e difícil de administrar. A abordagem colaborativa aliada a um sistema de gestão eficaz facilita o gerenciamento destas informações ao longo do ciclo de vida do empreendimento e a tomada de decisão o que culminará em maior qualidade nos projetos (Souza, 2016). Sendo que, além da equipe estar integrada e com informações acessíveis para a tomada de decisões, a assertividade no processo de projeto está diretamente ligada aos profissionais que farão parte da equipe (Santos, 2014). Segundo Abaurre (2014), para que a integração ocorra de fato é necessário que os processos colaborativos, as habilidades das equipes, a organização da informação, automatização dos sistemas e a gestão do conhecimento tenham a sua eficiência garantida.

No Brasil, a NBR 16.636-2 (ABNT, 2017), que trata da Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de Projetos Arquitetônicos, divide o processo de projeto em duas fases: atividades preparatórias; e elaboração e desenvolvimento de projetos técnicos. Nesta norma, apesar de aparecer uma fase de compatibilização, a exemplificação mostrada na Figura 4 é um fluxograma de etapas uma precedendo a anterior.

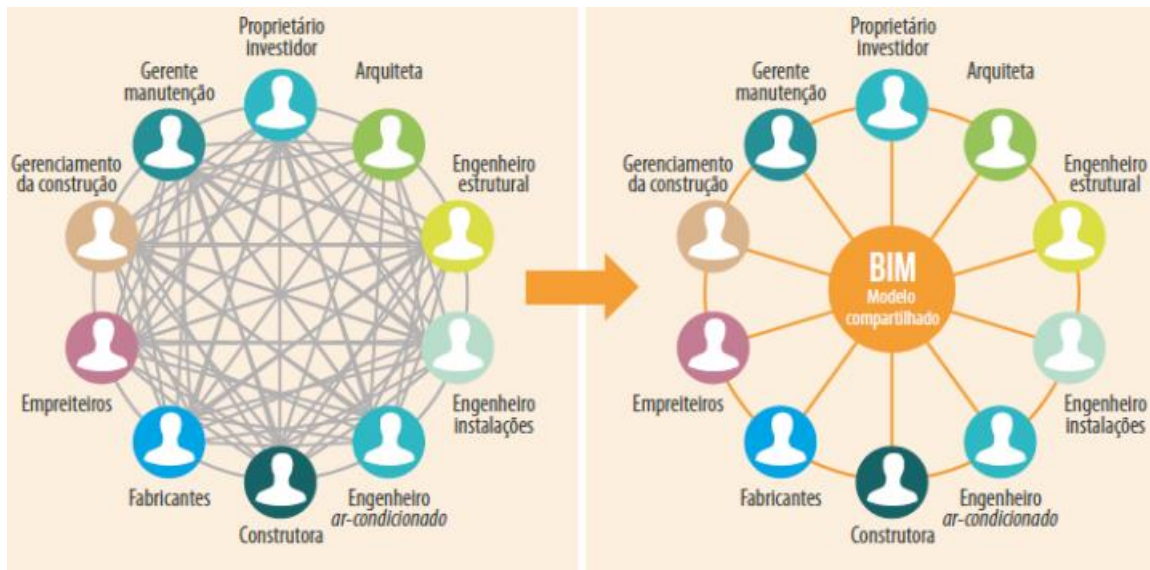
Figura 4 – Fluxograma de fases de um projeto arquitetônico e complementares de uma edificação



Fonte: adaptado da ABNT (2017).

Tradicionalmente, a coordenação de projetos desenvolvidos em CAD, devolve aos diferentes projetistas as demandas de correção de forma paralela o que culmina no acúmulo de informações e muitas vezes em desvios, resultando em diversas incompatibilidades nos projetos. Através dos modelos BIM que utiliza os princípios da colaboração e a utilização de plataformas de comunicação bem definidas, a coordenação do projeto torna o compartilhamento e a disponibilização de informações unidirecional, isto é, direcionando apenas para o modelo federado como pode ser visto na Figura 5 (ASBEA, 2015; CBIC, 2016c).

Figura 5 – Troca de informação CAD versus BIM



Fonte: CBIC, 2016c.

No processo de projeto em BIM existe uma tendência na redução das etapas apresentadas pela NBR 16.636-2 (ABNT, 2017), pois os diversos especialistas já participam desde o início do processo de projeto, e muitos problemas são antecipados (Amorim, 2023).

Apesar do trabalho colaborativo em BIM potencializar o processo projetual, não é uma tarefa imediata e de fácil execução, podendo até se tornar uma barreira para a adoção da metodologia nos escritórios (CBIC, 2016c).

O processo de produção de edificações possui natureza dinâmica e segmentada devido a ação de diversos agentes, trazendo a necessidade do trabalho em equipe e coordenação de todas as atividades envolvidas, por esses motivos a comunicação se torna tão importante neste processo (Tzortzopoulos, 1999). Além da comunicação dentro da cadeia de serviços da AEC, faz-se necessário a colaboração para a realização das mais diversas atividades relacionadas ao longo do ciclo de vida de um empreendimento (CBIC, 2016c). Com relação aos processos de projetos, que envolvem um fluxo intenso de informações, quando se faz o uso da metodologia BIM, as informações num processo de projeto colaborativo precisam ser compartilhadas, sem perda de dados. Manzione (2013) destaca a importância da interoperabilidade para garantir o compartilhamento e troca de dados de projeto entre os diferentes

softwares da plataforma BIM. E para que a colaboração seja efetivamente viabilizada numa metodologia BIM, procedimentos e padrões precisam ser definidos (ASBEA, 2015). É importante ter um gerenciamento de informações, garantindo que as informações certas sejam entregues ao destino certo, no momento certo, para atender a um propósito específico (Ribeiro et al. 2021).

No subtópicos a seguir, vão ser apresentados os conceitos relativos a BIM de: comunicação; colaboração; e interoperabilidade.

2.2.1 Comunicação

O sucesso do projeto durante seu desenvolvimento está relacionado à escolha de um modelo de comunicação entre as equipes que possibilite a integração e colaboração de todos os envolvidos rumo aos objetivos comuns do projeto, e não apenas a metas individuais (Medeiros; Melhado, 2013).

Em um empreendimento desenvolvido com BIM, normalmente é necessário o uso de diversas ferramentas de modelagem e gestão, idealmente seguindo diretrizes especificadas em processos e protocolos pré-definidos. Assim, como segunda linha de atividade do sistema integrado, o fluxo de trabalho do BIM foi desenvolvido para agilizar a comunicação entre todos os envolvidos nas fases do projeto, facilitando a tomada de decisão quando necessário (Cazeratto et al., 2017, p. 78).

Para Florio (2007) a Tecnologia da Informação e Comunicação facilitou a disseminação de informações, auxiliando no processo de descentralização dos projetos específicos de cada disciplina e encaminhando ao trabalho colaborativo, do qual, o BIM assume um papel fundamental.

O processo colaborativo assumido pelo BIM resulta em um aumento exponencial da comunicação entre membros de uma equipe de projeto, resultando na necessidade de sistemas que organizem as trocas de informações de maneira formal, com segurança e rastreabilidade (Leusin, 2018).

2.2.2 Colaboração

A colaboração trata-se de um aspecto cultural, e de acordo com Souza (2016) pode ser feita através da comunicação, da troca de conhecimento e do compartilhamento de informações afim de que um resultado seja alcançado. Segundo Leich (2009, apud Manzione, 2013):

- a) A colaboração é um processo;
- b) A colaboração envolve a interação de duas ou mais pessoas;
- c) As pessoas precisam trabalhar juntas em direção a um objetivo comum.

Trabalhar com a metodologia BIM pressupõe um intenso fluxo de informação, e a definição de um procedimento de colaboração BIM é parte indispensável para a organização do processo de projeto (ABDI, 2017a; CBIC, 2016c).

Um empreendimento da construção civil envolve equipes multidisciplinares, desde a fase de projetos até a fase de operação/manutenção. Cabe então a definição de um sistema de colaboração a ser utilizado. O BIM Collaboration Format (BCF) da BuildingSMART é um exemplo desse padrão de comunicação que permite a diferentes programas enviarem comentários sobre os modelos para os diversos usuários (ABDI, 2017a).

Diante disso, a utilização da metodologia BIM precisa de uma troca de dados eficaz com os diversos softwares disponíveis (interoperabilidade) e é imprescindível a definição do procedimento de colaboração BIM (ASBEA, 2015; CBIC, 2016c).

2.2.3 Interoperabilidade

O significado de interoperabilidade segundo Sacks et al. (2021) é a habilidade e a capacidade da realização de trocas de dados entre aplicações, contribuindo para a atuação conjunta no trabalho colaborativo, no geral a interoperabilidade suaviza fluxos de trabalho e facilita a automação. Além disso o referido autor destaca que a interoperabilidade facilita o encontro de soluções para problemas descobertos durante a integração dos projetos, pois antes, para tal feito

era necessário realizar a cópia manual dos dados gerados em formatos diferentes, o que desencorajava a integração durante a elaboração.

Um dos desafios da interoperabilidade está relacionado aos dados, uma pesquisa realizada pela FMI e PlanGrid em 2018 trouxe uma análise da digitalização no setor da construção civil, essa pesquisa constatou que globalmente, cerca de 52% dos retrabalhos são causados por dados insuficientes do projeto e comunicação, representando um custo mundial de US \$ 280 bilhões em 2018. Somente nos Estados Unidos o retrabalho causado diretamente por imprecisão, inacessibilidade de projetos e incompatibilidades de dados representam 48% do total da quantidade de retrabalho, sendo 22% causados por dados ruins do projeto e 26% pela deficiência na comunicação entre as partes interessadas (PLANGRID, 2018).

Percebe-se que a interoperabilidade é uma questão muito importante para o desenvolvimento de projetos em BIM. Para a CBIC (2016c) os processos que envolvem uma organização compreendem diversas pessoas e equipes diferentes (externas ou internas) dessa forma, para que exista controle sobre o desenvolvimento dos processos, são necessários:

[...] definir limites de atuação, regras e responsabilidades, além de planejar, testar e especificar soluções que garantam a interoperabilidade entre diferentes tecnologias, que, muito provavelmente, serão escolhidas e utilizadas pelos diferentes participantes. (CBIC, 2016c, p. 17).

Segundo Addor et al. (2010) em 1994 foi criada a International Alliance for Interoperability conhecido atualmente como BuildingSmart. Este grupo é responsável pelo desenvolvimento Industry Foundation Classes (IFC), que representa um formato não proprietário dos softwares da indústria AEC, para garantir o compartilhamento e troca de dados entre os diferentes softwares da plataforma BIM (Goçalves, 2018). O BIM através da colaboração e plataformas de processos, envolve o intercâmbio e o reuso de informações, afinal a colaboração ativa entre os participantes de um projeto é trazida como um fator que influencia no sucesso dos projetos BIM. Contudo, ressalta-se que durante esse processo podem surgir problemas de interoperabilidade na troca de dados entre os membros de uma equipe, nesse caso, para resolver tais problemas devem ser definidos métodos de intercâmbio de dados (Sacks et al., 2021).

A ASBEA (2015) traz em seu guia três situações de intercâmbio de informação:

- a) situação ideal em que todos os envolvidos no processo BIM trabalhariam online sobre um mesmo modelo integrado depositado em um local virtual;
- b) situação na qual cada disciplina desenvolveria os próprios modelos, vinculados a um único modelo central integrado, todos depositados no mesmo local virtual (modelos federados);
- c) situação que faz uso de modelos federados com a troca dos modelos BIM de todas as disciplinas específicas desenvolvidas em escritórios externos, sendo estes disponibilizados em servidores de hospedagem, a partir de seus uploads, permitindo o download para visualização pelos demais envolvidos em frequência combinada entre as partes.

Ainda segundo a ASBEA (2015) a situação a) e b) tornam o processo de troca de informações e conhecimento da situação das disciplinas imediata, o que permite a colaboração contínua e concomitante. Já na situação c) é necessário definir uma periodicidade de uploads, ideal que seja diário, pois se muito espaçados criam uma defasagem na informação disponibilizada, prejudicando a compatibilização contínua.

O intercâmbio BIM, ou seja, a troca interoperável de dados pode ocorrer em diferentes formatos, devido à grande variedade de softwares envolvidos nos processos de projetos atuais. Sendo assim os formatos de intercâmbio devem ser acordados de antemão para impedir problemas de compatibilidade entre softwares, versões ou língua (ASBEA, 2015). Quadro 1 abaixo, ilustra um exemplo dos softwares e seus respectivos formatos que possibilitam o intercâmbio de informações entre si.

Quadro 1 – Formatos de entrada e saída de entregáveis

		Formato de Entrada								
Software		Revit	Navis Works	Design Review	Tekla	ARCHICAD	Autocad	AECOsím	Solibri	
Formato de Saída	Revit		NWC	DWF	IFC	IFC	DWG	DWG	IFC	
	Navisworks			DWF					NWC	
	Design Review		DWF			DWF	DWF			
	Tekla	IFC	IFC			IFC	DWG			
	ARCHICAD	IFC	NWC	DWF	IFC		DWG	DWG	SMC	
	Autocad	DWG	DWG	DWF	DWG	DWG		DWG		
	AECOsím	RVT	IFC	DWF	IFC	IFC	DWG		IFC	
	Solibri					SMC				

Fonte: ASBEA (2015).

2.3 Gestão da informação em Projetos BIM

De acordo com a NBR ISO 19650-1 (ABNT, 2022), as informações acerca de trabalhos da construção devem ser criadas para um propósito específico, para que um dos agentes da construção possa utilizá-las. Os requisitos de informação servem para especificar e definir entradas de informações precisas necessárias para que, quando forem recebidas, seja possível realizar o gerenciamento da informação (RIBEIRO et al. 2021). No ponto de vista da gestão da informação, existem duas partes atuantes com suas devidas responsabilidades, sendo elas (ABNT, 2022):

- a) Receptor da informação (especificador) - indivíduo/equipe/organização que receberá a informação (para uso próprio ou em nome de terceiros);
- b) Provedor de informações – indivíduo/equipe/organização que gera e/ou produz as informações.

O fluxo de trabalho (Figura 6) mostra que o ponto de partida é através do receptor (especificador) da informação, que estipula seus requisitos, pois ao fazer isso, antes de tudo precisa-se entender os propósitos para os quais requerem informações, e após deve-se definir e comunicar ao provedor de informações, para que este entenda o escopo do que precisa produzir (UK BIM FRAMEWORK, 2019).

Figura 6 – Fluxo de requisito de informação

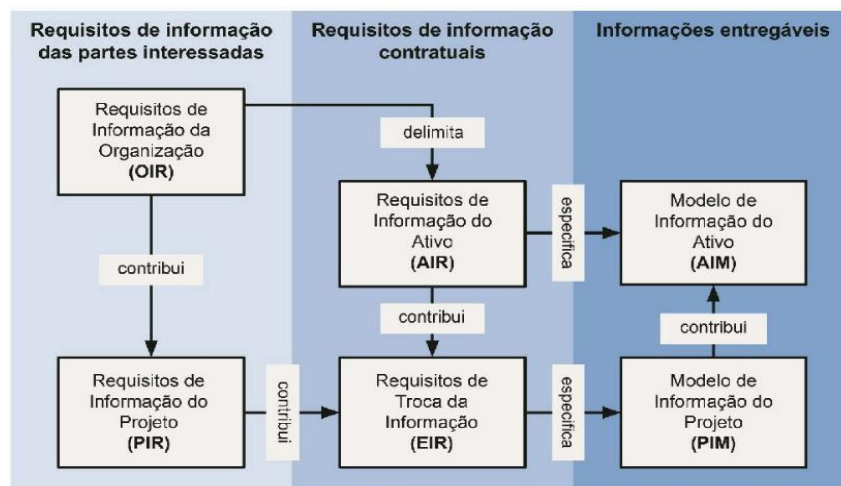


Fonte: adaptada de Ribeiro et al. (2021)

É importante conhecer e entender quais os requisitos de informações são realmente necessários para o projeto, pois assim será possível ter um processo de gerenciamento de informação eficaz.

Para uma completa gestão da informação utilizando BIM, a parte 1 da NBR ISO 19.650 define níveis de requisitos de informação que contempla todo o ciclo de vida do edifício. Conforme apresentado na Figura 7, os níveis são agrupados em: Requisitos de Informação das partes interessadas, Compromisso dos Requisitos de Informação e Entregas de Informação.

Figura 7 – Requisitos de informações segundo a NBR ISO 19650



Fonte: NBR ISO 19650-1.

No Requisitos de Informação Organizacional (OIR), está relacionado aos objetivos de tomada de decisão da empresa. Tais como: operação estratégica do

negócio; gestão estratégica de ativos; planejamento de portfólio; obrigações regulatórias; elaboração de políticas.

Já no Requisito de Informação do Projeto (PIR), são definidas as informações mínimas necessárias para o desenvolvimento do projeto do empreendimento, como por exemplo: quais certificações ambientais precisam ser atendidas; padrões mínimos de desempenho; entre outros requisitos que a contratante espera do empreendimento/ativo.

O Requisito de informações de ativos (AIR) estabelece as estratégias para a manutenção e operação do edifício, como por exemplo, os métodos de manutenção preventiva em relação às instalações prediais.

Já os Requisitos de Troca de Informações (EIR) tem como objetivo definir as necessidades em termos de especificações para a contratação dos demais agentes envolvidos no processo de projeto e, também, estabelece as diretrizes para o desenvolvimento dos demais protocolos para o desenvolvimento do projeto após a contratação com o PEB.

Nas Entregas de Informação estão o Modelo de Informação do Projeto (PIM) do empreendimento tanto no âmbito de sua produção (concepção e execução) quanto o produto final, que será a base para o Modelo de Informação de Ativos (AIM) utilizado no processo de operação e manutenção da edificação. Deverão ser incorporados ao AIM as demandas vindas do Requisitos de Informações do Ativo (AIR), que são definidas em contrato.

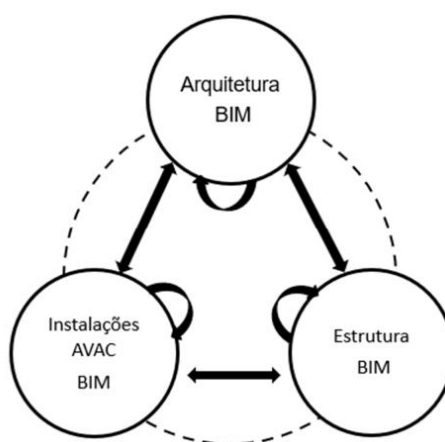
Importante destacar que em uma empresa, cada empreendimento precisa ter PIR, EIR e PIM. O EIR irá preparar todo o processo de desenvolvimento onde o BIM será utilizado, e o produto final é o modelo de informação do ativo. É comum entender que o Requisitos de Troca de Informação (EIR) é o Plano de Execução BIM (PEB), porém a NBR ISO 19650 deixa claro que essa preparação, é a preparação para o plano de execução BIM. Com isso, a partir do momento que se possui os Requisitos de Troca de Informação (EIR), pode-se elaborar o Plano de Execução BIM (BEP), o Plano Mestre de Entregas das Informações (MIDP) e Plano de Entrega das Informações da Equipe de Tarefas (TIDP), e por fim terá o Modelo de Informação do Projeto (PIM).

2.4 Ambientes, plataformas e ferramentas de suporte ao processo BIM.

A integração antecipada das equipes de projeto e construção é uma das facilidades trazida pelo BIM, que viabiliza a colaboração entre os profissionais de AEC. O resultado da integração são entregas que geram construções mais confiáveis em termos de diminuição de erros, riscos, prazos e custos (SACKS et al., 2021). A integração é consequência e objetivo de um processo de projeto, na qual algumas etapas devem ser cumpridas e repetidas ao longo de todo o desenvolvimento.

Durante o processo de projeto, a informação é filtrada, idealizada e transformada em ciclos sucessivos de interações, em que os modelos individuais são mesclados, interferências detectadas, novas informações agregadas e novos problemas percebidos [...] (Manziona, 2013, p. 111). A Figura 8 ilustra o ciclo de interações descrito por Manziona (2013).

Figura 8 – Coordenação entre disciplinas



Fonte: Adaptado de Manziona (2013, p.211 adup Bulding SMART).

Os apontamentos são problemas que surgem durante o desenvolvimento dos projetos, podendo impactar o desempenho do projeto nos mais variados níveis, em alguns casos chegam a inviabilizar a continuidade até a sua resolução. As questões costumam surgir desde a concepção até a execução e finalização da obra, ultrapassando os níveis de projeto (Project Builder, 2017).

Segundo Mehrbod et al. (2019), os apontamentos ou problemas de projeto passam por processos relacionados à coordenação, estes processos seguem normalmente em um ciclo de três etapas interligadas, são elas:

- a) identificação do problema: em um processo típico de coordenação, o coordenador recebe o modelo BIM ou documentações e os analisa através de um modelo federado;
- b) resolução do problema: na segunda etapa, as partes interessadas do projeto se reúnem para revisar, discutir e desenvolver soluções para resolver os problemas de coordenação identificados;
- c) documentação do problema: uma vez que a discussão sobre o assunto terminou, o coordenador BIM registra os problemas. Neste ponto, com base em sua estratégia de compreensão e documentação, o coordenador filtra as informações necessárias sobre o problema, registra e define o responsável.

Para que o ciclo de interações seja feito de forma organizada e documentada, são necessárias ferramentas que, no contexto das indústrias de construção civil amparem a necessidade da cooperação e colaboração das equipes multidisciplinares, para isso usam-se ferramentas de Tecnologia de Informação e Comunicação (Manenti, 2018).

Em grande parte das empresas o BIM incluiu o uso de diversos programas para diferentes fins. Geralmente as organizações de grande porte conceitualizam e organizam seus programas oferecendo suporte e de certa maneira, integram vários aplicativos diferentes para que seus usuários possam utilizá-los (Sacks et al., 2021).

Sacks et al. (2021) utiliza alguns termos para classificar os aplicativos BIM nas seguintes categorias:

- a) plataforma BIM: É o gerador central de informações BIM, com capacidade de criar e modelar com base em objetos e paramétrica. É necessário que a plataforma tenha grande capacidade de interoperabilidade, tendo em vista que vai servir como base e hospedar informações oriundas de outros aplicativos;

- b) ferramentas BIM: é definido como um recurso para troca e processamento de informações BIM, que é utilizado dentro de um processo BIM, associado com plataformas BIM. Ou seja, não necessariamente as ferramentas BIM serão ferramentas popularmente conhecidas por serem BIM, até mesmo o Excel, se utilizado como troca de informação, pode ser considerado uma ferramenta BIM, desde que seja utilizado dentro desse contexto;
- c) ambiente BIM: São um conjunto de aplicativos BIM que são planejados para dar suporte as diversas informações e processos de um projeto.

Dentro dessas categorias, não são consideradas como plataformas BIM as ferramentas que criam os seguintes modelos: modelos com apenas dados 3D sem atributos de objetos; modelos sem objetos paramétricos; modelos dependentes de muitas referências CAD 2D; modelos que não possuem mutualidade entre vistas, por exemplo, ao remover um elemento da planta baixa, este não é removido automaticamente das vistas 3D, de corte, quantitativo etc (Sacks et al., 2021).

2.4.1 Plataformas BIM

As plataformas BIM podem ser utilizadas de diferentes maneiras na construção civil, elas atendem arquitetos, engenheiros e construtores, e cada profissional utiliza a ferramenta de acordo com a sua necessidade e suas funcionalidades (Sacks et al., 2021). São exemplos de plataformas BIM: Allplan, Archicad, Bentley Systems, Destini Profiler, Digital Project, Revit, Tekla Structures e Vectorworks.

2.4.2 Ferramentas de visualização e integração de modelos

Segundo Sacks et al. (2021), existem diversos visualizadores de modelo disponíveis no mercado atualmente, através deles é possível navegar pelo modelo BIM, fazer verificações primárias de forma visual e anotações. São exemplos de visualizadores de modelos: Autodesk Viewer, Autodesk Navisworks Freedom, Adobe Acrobat 3D, Solibri Model Viewer e Dalux Viewer.

As ferramentas para integração de modelos, além de possibilitarem ao usuário uni-los em vários, criando um modelo federado e permitindo a verificação de incompatibilidades, trazem funcionalidades gerenciais de obra que podem operar nos modelos integrados. Planejamentos de obra, estabelecimentos de cronogramas, simulações 4D, extração de quantitativos e orçamentação são algumas das possibilidades que essas ferramentas trazem aos projetistas e aos encarregados da obra (Sacks et al., 2021). Alguns exemplos de ferramentas para integração de modelos são: DP Manager, Navisworks Manage e Solibri Model Checker.

Dos exemplos citados o Dalux Viewer e o Navisworks são ferramentas utilizadas no objeto de estudo desse trabalho. O Navisworks é uma ferramenta multiuso de administração de obra da Autodesk, inclui diversas ferramentas para revisão de modelos, identificação de conflitos, simulações e animações 4D. Também conta com a extração de quantitativos, renderização e a possibilidade de importar e visualizar nuvens de pontos importadas de escaneamentos a laser e fotogrametria (Sacks et al., 2021). O Dalux Viewer é um visualizador móvel e gratuito para arquivos BIM. Nele é possível combinar arquivos IFC, RVT, NWC, PDF e DWG e outros modelos, ou seja, pode se integrar a visualização de modelos 2D e 3D. A ferramenta também possibilita a criação de filtros, conferência de medidas e criação de cortes de caixa.

2.4.3 Plataformas web colaborativas

Fonseca (2021) descreve as principais plataformas web colaborativas do mercado mundial com vinculação aos apontamentos através de elementos dos modelos BIM, são elas: BIMCollab da Kubus, BIMTrack da BIMOne, BIM 360 da Autodesk e BIMSync da Catenda. BIM 360 e BIMSync também funcionam como Common Data Environment (CDE). No mercado brasileiro o autor cita a plataforma ConstrufLOW. No Quadro 2, Fonseca (2021) apresenta a comparação das principais funções e características de cada uma das plataformas citadas.

Quadro 2 – Comparativo das funcionalidades das plataformas web colaborativas

Funcionalidade	BIM Collab	BIM Track	BIM 360	BIM Sync	Construflow
Criação de apontamentos na nuvem por qualquer usuário	X	X	X	X	X
Atribuição de local, prioridade e disciplinas envolvidas	X	X	X		X
Atribuição de data para resolução	X	X	X	X	X
Atribuição de responsável	X	X	X	X	
Criação de campos personalizados	X	X	X		
Dashboards de controle	X	X	X	X	X
Integração com modelos BIM	X	X	X	X	
Notificações por e-mail	X	X	X	X	X
Nível de capacitação necessária para operação (variando de 1 a 5, sendo 1 muito fácil e 5 muito difícil)	3	3	4	5	1
Custo de licença	\$\$\$\$	\$\$\$\$	\$\$\$\$\$	\$\$\$	\$

Fonte: Adaptado de Fonseca (2021).

As plataformas colaborativas via web costumam organizar os apontamentos das seguintes formas:

Ativo ou Aberto: apontamento foi criado, publicado a todos e designado a um ou mais responsáveis para resolvê-lo; Resolvido, Respondido ou Pronto; Revisão: apontamento foi resolvido ou respondido pelo responsável atribuído e se encontra disponível para validação do coordenador; Fechado: apontamento foi validado pelo coordenador e arquivado. (Fonseca, 2021, p. 38).

No Quadro 3 são apresentados os status presentes em algumas das plataformas colaborativas estudadas por Fonseca (2021).

Quadro 3 – Status presentes em algumas plataformas do mercado

Status	BIM Collab	BIM Track	BIM 360	BIM Sync	Construflow
Ativo ou Aberto	X	X	X	X	X
Resolvido, Respondido ou Pronto para Revisão	X		X	X	X
Fechado	X	X	X	X	X

Fonte: Adaptado de Fonseca (2021).

No Apêndice A está aprofundado a plataforma Construflow por se tratar de uma ferramenta utilizada no estudo desse trabalho.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O método de pesquisa é definido por Marconi e Lakatos (2002) como sendo o caminho pelo qual se chega a determinado resultado, ainda que esse caminho não tenha sido definido desde o princípio. A proposta deste TCC é descrever o processo de coordenação BIM, como efetivamente foi gerenciado interna e externamente os projetos, a comunicação com os agentes envolvidos, bem como a compatibilização entre projetos.

Ao descrever o processo de coordenação de projetos BIM num caso real, serão destacadas as fragilidades e identificando onde podem ser implementadas melhorias no processo.

Para se alcançar os objetivos propostos, primeiro será apresentado os procedimentos e métodos adotados neste trabalho e será feita uma breve descrição da empresa que cedeu o material para este TCC.

3.1 Métodos aplicados

Essa pesquisa trata-se de um estudo de caso no qual, segundo Zanella (2017), é caracterizado pelo estudo exaustivo de um ou poucos objetos de pesquisa, de maneira a permitir o aprofundamento do seu conhecimento. Este trabalho será desenvolvido através do estudo de um objeto de pesquisa, ou seja, a coordenação dos projetos de engenharia de uma edificação residencial multifamiliar.

Neste trabalho os dados serão analisados por meio da descrição do processo de coordenação dos projetos de engenharia da uma edificação residencial multifamiliar. Por isso, quanto à abordagem, este TCC classifica-se como pesquisa qualitativa onde se utiliza a coleta de dados sem medição numérica para descobrir ou aprimorar perguntas de pesquisa no processo de interpretação (Sampieri; Collado; e Lucio 2013).

3.2 Procedimentos, documentos e informações utilizadas

Este trabalho, busca compreender o processo de coordenação de projetos BIM através de uma descrição explicativa de um caso vivenciado (diagnóstico), para

geração de conhecimento, contribuir para o melhoramento do processo atual, e aprimoramento da maturidade BIM da construtora.

A coleta de dados deste TCC pode ser considerada exploratória e descritiva, com a observação imersiva desta autora no processo de coordenação dos projetos BIM de uma edificação residencial multifamiliar.

A proposta deste Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) é fazer um diagnóstico da situação atual, mapeando os fluxos, os métodos e os processos de projetos, e assim servir de material de avaliação num futuro prognóstico e no aprimoramento da maturidade BIM da construtora que cedeu material para este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC).

O início do método deste TCC pode ser descrito como a construção conceitual do que é BIM e temas relacionados a coordenação de projetos BIM (capítulo 2). Este embasamento conceitual contribuiu para uma avaliação crítica do processo de coordenação BIM. Antes de fazer a análise do desempenho do processo de coordenação de projetos BIM (capítulo 5), foi elaborada a descrição das etapas e explicação do processo real de coordenação dos projetos de uma residência multifamiliar (capítulo 4). Ao final, são discutidas algumas possibilidades de mudança no processo atual, buscando a melhorara do desempenho e o aprimoramento na maturidade BIM da construtora.

As informações utilizadas para o desenvolvimento deste trabalho (arquivos, softwares e plataformas web) foram fornecidas pela construtora que faz a coordenação dos projetos (citada no item 3.3). O acesso aos arquivos foi permitido por meio de pastas compartilhadas em um serviço de compartilhamento e armazenamento de arquivos em nuvem, o One Drive.

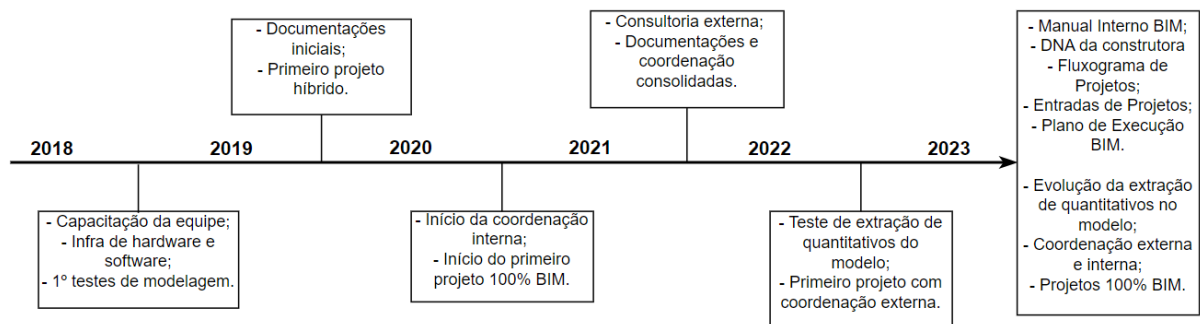
Os arquivos acessados envolveram documentos de texto, planilhas e arquivos de projeto RVT, DWG, NWF e IFC, lidos e/ou gerados pelos softwares: Revit, AutoCAD, Navisworks Manage. As plataformas web envolveram a Asana e a versão web do ConstrufLOW, para acesso aos apontamentos do empreendimento.

3.3 Caracterização da empresa fornecedora dos dados

A empresa estudada é uma construtora e incorporadora de natureza privada com quarenta e sete anos de experiência no mercado, atuando no setor de construção civil em edificações de médio e alto padrão.

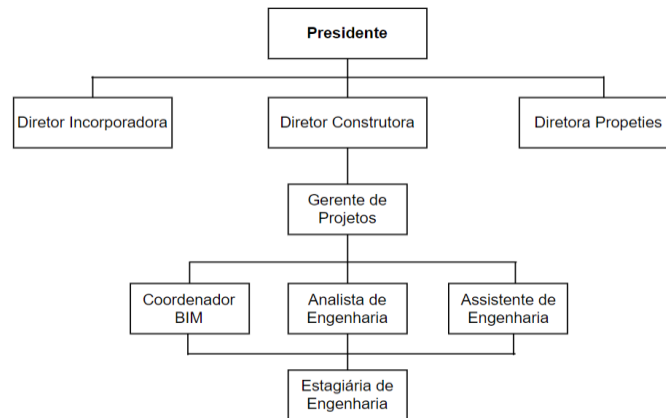
A utilização do BIM na empresa iniciou em 2018 tendo em vista os seguintes objetivos: aprimorar a integração entre disciplinas de arquitetura e de engenharia, melhorar a compatibilização dos projetos, reduzir pontos falhos de projeto que vinham sendo cada vez mais frequente na utilização de software de desenho em duas dimensões; prover suporte ao processo de decisão do projeto e visualizar tais decisões, padronizar processo, extrair quantitativos diretamente do modelo além de proporcionar a obra a visualização de modelos para que possíveis dúvidas sejam sanadas. A Figura 9 mostra o processo de implementação BIM na empresa de maneira simplificada.

Figura 9 – Fluxograma da evolução da implementação BIM



Fonte: Elaboração própria (2023).

A empresa é composta da forma como mostra a Figura 10, onde a equipe de projetos como um todo é a responsável pela coordenação e compatibilização dos projetos dos empreendimentos que ainda estão em fase de projetos e dos que já estão em etapa de obra.

Figura 10 – Organograma empresa estudada

Fonte: Elaboração Própria (2023).

Todo o ciclo do projeto de um empreendimento, é coordenado pela equipe de projetos, sendo ela responsável desde a coleta de informações, elaboração de documentações, coordenação e compatibilização de projetos.

O escritório da empresa está localizado na cidade de São José, no estado de Santa Catarina, e ela possui empreendimentos em Florianópolis e São José.

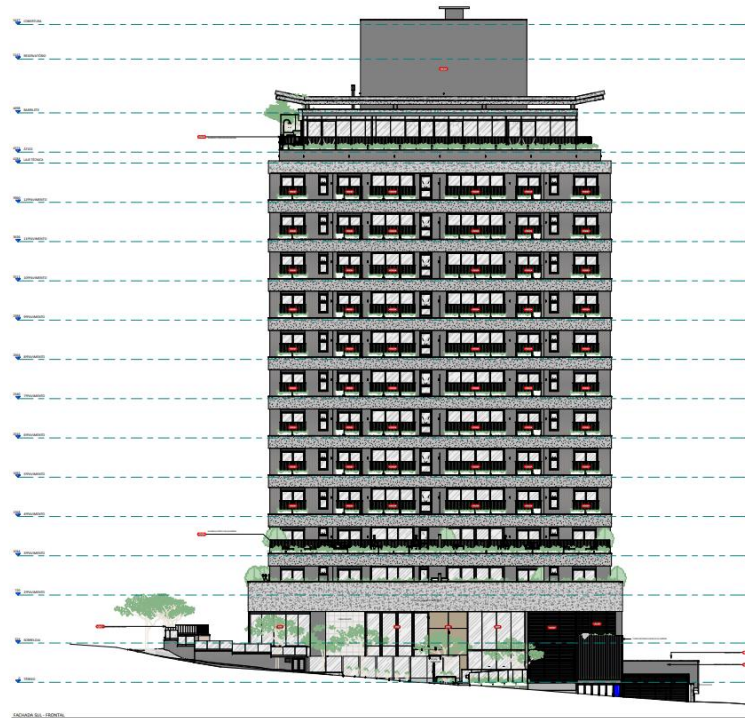
4 COORDENAÇÃO DE PROJETOS BIM: ESTUDO DE CASO DE EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR

Neste capítulo será apresentado o processo real de coordenação dos projetos de engenharia de uma residência multifamiliar, através de um estudo de caso. Sendo o processo baseado na utilização da metodologia BIM, vão ser descritos e analisadas a: integração; compatibilização; e comunicação a partir dos fluxos de projetos de engenharia e arquitetura. Este capítulo está organizado em quatro partes: descrição do empreendimento, estudo de caso; os agentes envolvidos e suas atribuições no processo de projetos; processo de gestão e coordenação BIM do empreendimento objeto de estudo; e o Processo de Liberação de Projetos para a obra. O enfoque maior é no processo de coordenação BIM do empreendimento objeto de estudo, visto que este tópico é o cerne do presente trabalho.

4.1 Caracterização do objeto de estudo

O objeto de estudo do presente trabalho trata-se do projeto de um edifício residencial multifamiliar, atualmente em etapa de construção. Os dados e arquivos do projeto foram disponibilizados pela empresa para fins acadêmicos, com a exigência de preservação do sigilo da autoria, localização, nome da empresa e do empreendimento.

O edifício possui área de 14.261,81m², composto por 15 pavimentos, sendo dois subsolos, um pavimento térreo e sobreloja, dois pavimentos gardens, nove pavimentos tipos, ático, barrilete e reservatório superior, conforme mostra a Figura 11.

Figura 11 – Elevação Frontal Edifício Residencial Multifamiliar

Fonte: Acervo da empresa (2023).

De forma geral, o pavimento subsolo 2 contém vagas de garagem, hobby box e reservatório inferior; o pavimento subsolo 1 contém vagas de garagem e hobby box; o pavimento térreo, contém vagas de garagem, áreas comuns e áreas técnicas do empreendimento; o pavimento sobreloja possui áreas comuns e área de reservatório, o 2º e 3º pavimento, são exclusivamente de apartamentos gardens, ou seja, apartamentos que possuem varanda; já os apartamentos entre o 4º e 12º andar, são apartamentos tipos, sem varanda; o pavimento ático possui mais áreas comuns do empreendimento; e o pavimento barrilete e reservatório superior são pavimentos compostos de áreas técnicas.

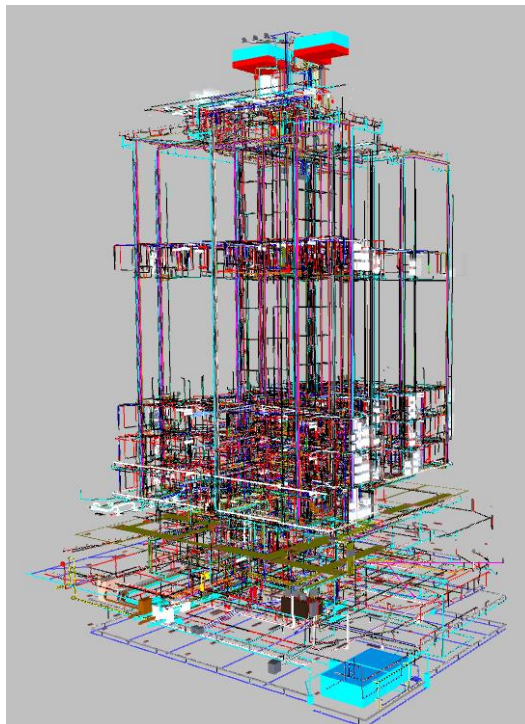
A Figura 12 e a Figura 13 ilustram a fachada e instalações da edificação respectivamente.

Figura 12 – Perspectiva de uma das fachadas do empreendimento



Fonte: Adaptada do acervo da empresa (2023).

Figura 13 – Perspectiva de uma das fachadas do empreendimento com vista das instalações



Fonte: Adaptada do acervo da empresa (2023).

A escolha deste empreendimento foi em função de ser um empreendimento residencial multifamiliar de grande porte e que envolveu diferentes projetistas na elaboração deste projeto BIM.

4.2 Agentes envolvidos e suas atribuições

Em um processo de projeto BIM é fundamental mapear todos os agentes envolvidos, compreender suas atribuições e responsabilidades, a fim de estabelecer adequadamente as interrelações e o fluxo de comunicação.

No processo deste estudo estiveram envolvidos diversos agentes, seja direta ou indiretamente ao processo desenvolvido pela construtora estudada. Entende-se como agentes internos aqueles que fazem parte da construtora, ou seja, setor de projetos que faz a coordenação e compatibilização dos projetos. Os demais, denominados agentes externos, são aqueles que são contratados pela construtora, ou seja, os projetistas.

Na empresa deste estudo, os agentes responsáveis pela coordenação dos projetos formaram uma equipe de 3 profissionais, sendo eles:

- a) Gerente de Projetos;
- b) Coordenador BIM;
- c) Assistente de Projetos.

Já os agentes externos, são os projetistas responsáveis pelos projetos específicos, abaixo estão listados os projetos de engenharia e arquitetura:

- a) Projeto Arquitetônico (ARQ);
- b) Projeto Estrutural (EST);
- c) Projeto de Interiores (INT);
- d) Projeto Hidráulico (HID);
- e) Projeto Sanitário (SDR);
- f) Projeto de Climatização (CLI);
- g) Projeto Preventivo Contra Incêndio (PCI);

- h) Projeto Elétrico (ELE), possui em seu escopo projeto de telecomunicações, projeto de supervisão e automação e o projeto de sistema contra descargas atmosféricas;

Todos os projetos listados acima, foram desenvolvidos em software BIM (Revit) como base para o seu desenvolvimento e documentação. A exceção é o projeto estrutural, que foi desenvolvido em software de estrutura e transcrito para o modelo BIM (Revit) para elaboração de plantas e documentações necessárias.

Logo, considerando as equipes envolvidas no processo do desenvolvimento de um empreendimento, podem ser contabilizados no mínimo 9 equipes, não considerando equipes de desenvolvimento de projetos não elaborados na metodologia BIM, mas ligados indiretamente ao processo.

4.3 Processo de gestão do objeto de estudo

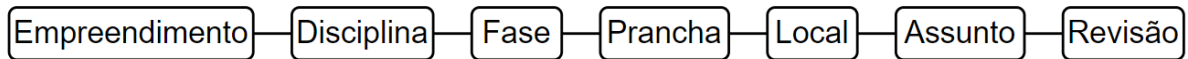
O processo de gestão estabelece as atividades que percorrem desde a concepção inicial do empreendimento até sua conclusão, por conta disso, neste tópico serão abordados de maneira sucinta a gestão dos projetos e cronograma de entregas.

4.3.1 Gestão dos projetos

Para que se tenha uma boa interoperabilidade é importante ressaltar a regra de nomenclatura utilizada nos projetos, sendo ela seguida pelos agentes externos. Para garantir o cumprimento da regra de nomenclatura, foi feita uma configuração na plataforma de repositório, ou seja, onde os agentes externos efetuam o upload de seus projetos, para que ela aceite apenas a regra configurada. A plataforma de repositório utilizada é o Construcode, nela possuem acesso a equipe de projetos e obra da construtora e os agentes externos.

Para a regra de nomenclatura do empreendimento adota-se a sequência de critérios conforme a Figura 14.

Figura 14 – Padrão de nomenclatura



Fonte: Elaboração própria (2023).

Ou seja, o formato final é CC-###-F*-P***-###-?????-R**, onde:

- CC, sigla dado ao empreendimento;
- ### sendo a disciplina, por exemplo ARQ;
- F* fase do projeto, por exemplo F1; tais fases serão abordadas no tópico 4.4.2
- P*** prancha, por exemplo P001;
- ### pavimento a qual se refere o conteúdo;
- ????? assunto ao qual o conteúdo se refere, como por exemplo IMPLA de implantação;
- R** - número da revisão.

Tanto arquivos em 2d, quanto em 3d, são aceitos com essa nomenclatura, tendo um ajuste a ser feito em arquivos 3d onde o campo P*** deve ser preenchido como MODE, significando modelo.

A visualização da plataforma se divide em Disciplinas e Locais, onde a cada aba é possível filtrar o que deseja ser visto, e é através da regra de nomenclatura que a plataforma direciona o arquivo a cada disciplina e local, como mostra a Figura 15.

Figura 15 – Visualização da plataforma

Fonte: Plataforma web (2023)

A coordenação de projetos envolve diversas responsabilidades e consequentemente a execução de múltiplas atividades, motivo pelo qual é esperado que nenhum requisito da informação relevante seja esquecido. Por conta disso, a elaboração de um cronograma de entregáveis e análise dos projetos é fundamental, e ter uma plataforma para gerenciar isso também. Na empresa deste estudo, o cronograma de projetos do empreendimento foi elaborado através da plataforma Clickup, possibilitando fazer a gestão do processo.

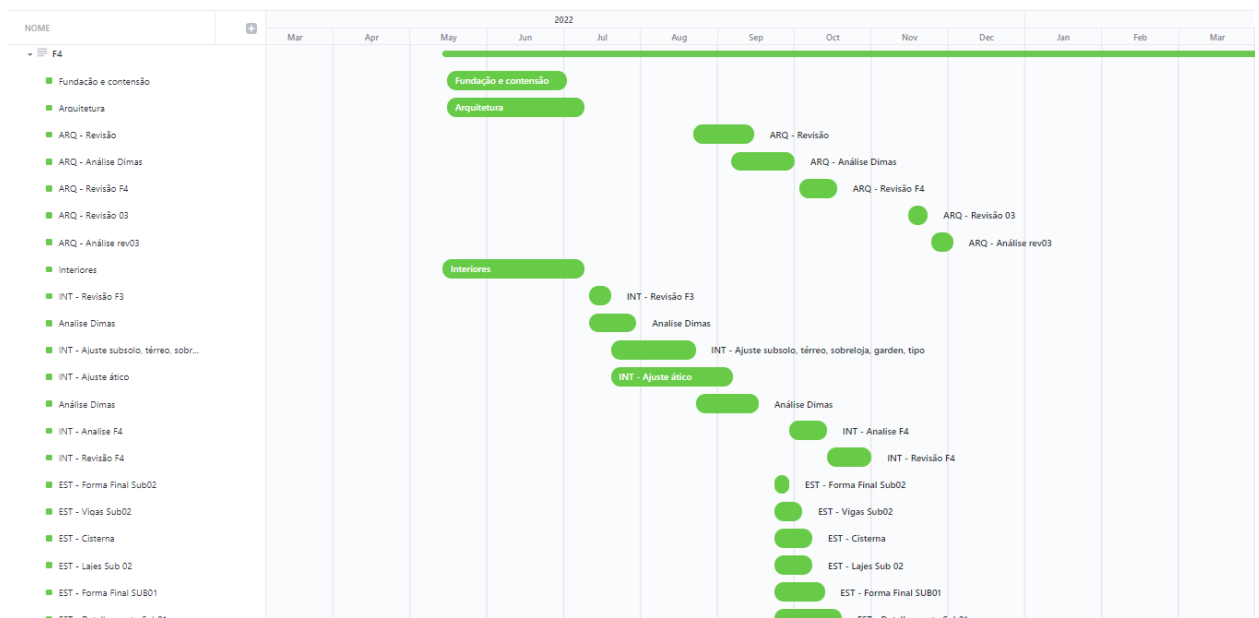
ClickUp é uma ferramenta de gerenciamento de tarefas que tem como visão “tornar o mundo mais produtivo”. Fundada em 2017, a plataforma pode ser

utilizada nos mais diversos tipos de empreendimentos, projetos e rotinas. Entre os casos de uso do ClickUp podemos citar: gerenciamento de projetos, organização de rotina pessoal e profissional, coordenação de trabalho remoto, planejamento.

As funcionalidades da plataforma utilizadas pela equipe de coordenação no caso em estudo foram: criação de listas de projetos separadas por seções; e definição de data para conclusão.

A Figura 16 ilustra uma parte do cronograma de entregas e análises da coordenação elaborados para a etapa de projeto executivo.

Figura 16 – Cronograma de entrega de projetos



Fonte: Adaptado página web da empresa no Clickup (2023).

No empreendimento em estudo, a utilização do Clickup serviu apenas para registro do cronograma de entregas dos projetos pertencentes ao empreendimento, não sendo efetuada nenhuma outra funcionalidade de gestão da plataforma.

4.4 Processo da coordenação do objeto de estudo

Após a contratação da equipe de profissionais de projeto (agentes externos), inicia-se a coordenação dos projetos (agentes internos) da residência

multifamiliar a partir do recebimento do modelo base de arquitetura. A coordenação dos projetos vai até a conclusão da obra, visto que nessa etapa existe um processo de *as built* dos projetos.

4.4.1 Comunicação entre os agentes envolvidos

A comunicação entre a coordenação (agentes internos) e as equipes de projeto (agentes externos) durante o desenvolvimento dos projetos auxilia no processo de integração, colaboração e descentralização das decisões projetuais entre os agentes envolvidos. Para isso é importante estabelecer previamente os meios e padrões de comunicação. Com o objetivo de centralizar, organizar e documentar as decisões projetuais, na empresa deste estudo, a plataforma principal para comunicação utilizada entre alguns dos agentes envolvidos nos projetos foi o Construflow. Uma descrição da plataforma de colaboração Construflow encontra-se no Apêndice A.

Os parâmetros estabelecidos para utilização dos apontamentos, foram definidos e utilizados conforme descrito a seguir:

- a) No campo título: deve-se descrever o assunto de forma breve;
- b) No campo prioridade, temos as opções:
 - a. Alta – itens que contêm impacto alto em outros projetos ou então na obra;
 - b. Média – itens que não são críticos e nem com baixo impacto;
 - c. Baixa – itens que não são impactantes e não possuem urgência de serem resolvidos.
- c) No campo disciplina, status, prazo e concluído em, foram definidas as disciplinas envolvidas no projeto, sendo que, pode-se definir uma ou mais disciplinas envolvidas em cada apontamento e foram elas:
 - a. Arquitetura;
 - b. Acústica;
 - c. Climatização;

- d. Comunicação Visual;
 - e. Coordenação, para itens abertos para a equipe de coordenação;
 - f. Consultoria de Desempenho;
 - g. Elétrica;
 - h. Esquadria;
 - i. Fachada;
 - j. Fundações e Contenções;
 - k. Hidrossanitário;
 - l. Imagens;
 - m. Impermeabilização;
 - n. Interiores;
 - o. Irrigação;
 - p. Obra, para itens que são provenientes de solicitação da obra;
 - q. Paisagismo;
 - r. Supervisão e Automação;
 - s. Telecomunicações.
- d) Para os status de cada disciplina temos:
- a. Participa;
 - b. Acompanhar;
 - c. pendente,
 - d. ciente,
 - e. executando,
 - f. revisar;
 - g. validar,
 - h. validado,
 - i. concluído.

- e) Já o campo prazo, não foi utilizado.
- f) No campo Locais os parâmetros seguiram conforme os níveis da edificação e demais locais, sendo:
 - a. Geral, para questões referentes a fachada;
 - b. Cobertura;
 - c. Barrilete;
 - d. Ático;
 - e. 12º Pavimento;
 - f. 9º Pavimento;
 - g. Pavimento Tipo;
 - h. 3º Pavimento;
 - i. 2º Pavimento;
 - j. 1º Pavimento Sobreloja;
 - k. 1º Pavimento;
 - l. Subsolo 1;
 - m. Subsolo 2;
 - n. Imagens, para questões referentes as imagens de venda do empreendimento;
 - o. Não definido, para itens gerais que não envolviam um único local;
 - p. Showroom, para questões do plantão de vendas.
- g) No campo categoria não foi padronizado o tipo de categoria para cada item, então foi utilizado conforme o que mais se correlacionava ao item a ser apontado:
 - a. Não definida;
 - b. Interferência ou divergência entre disciplinas
 - c. Divergência de informação
 - d. Falha de graficação ou modelagem;

- e. Definição;
 - f. Alteração de premissas;
 - g. Sugestão de mudança ou otimização;
 - h. Inconsistência técnica ou não atendimento as normas/legislação;
 - i. Não atendimento de premissas;
 - j. Ausência de informação ou não entrega;
 - k. Tarefa
- h) No campo visibilidade,
- a. Rascunho;
 - b. Grupo;
 - c. Coordenação;
 - d. Público.
- i) No campo etapa de criação, não era possível personalizar conforme a nomenclatura utilizada por fases de projeto adotada na empresa e nem disponibilizar apenas algumas opções de fase de criação com isso, foi adaptado o uso sendo:
- a. Não definida – não utilizado;
 - b. Briefing – não utilizado;
 - c. Premissas – não utilizado;
 - d. Estudo de viabilidade – fase 0;
 - e. Estudo conceitual – não utilizado;
 - f. Estudo preliminar – fase 1;
 - g. Projeto Legal – fase 2.2;
 - h. Anteprojeto – fase 2;
 - i. Projeto Básico – não utilizado;
 - j. Pré-executivo – fase 3;
 - k. Projeto executivo – fase 4;

- I. As built;
 - m. Liberado Obra;
 - n. Personalização.
- j) No campo Status:
- a. Ativo;
 - b. Resolvido;
 - c. Reprovado
- k) No campo descrição, é onde é descrito o item a ser apontado.
- l) No campo anexos, pode ser adicionado arquivos PDF, imagens, dwg's, etc.

Todos os parâmetros descritos acima são interessantes para pesquisas rápidas de apontamentos por filtro e o que muda de um projeto para outro são os locais. Durante a coordenação dos projetos BIM, segundo percepção desta autora, os parâmetros mais utilizados nas pesquisas por filtro foram as disciplinas e os locais.

O Construflow foi utilizado por todos os agentes (internos e externos) envolvidos em cada disciplina descrita anteriormente. Cada empresa de cada disciplina foi responsável por cadastrar todos os colaboradores que teriam participação no projeto. Foi através dessa plataforma que todos os usuários envolvidos puderam se comunicar e receber informações a respeito de questões projetuais como: premissas de definição, conflitos entre disciplinas, sugestões e dúvidas.

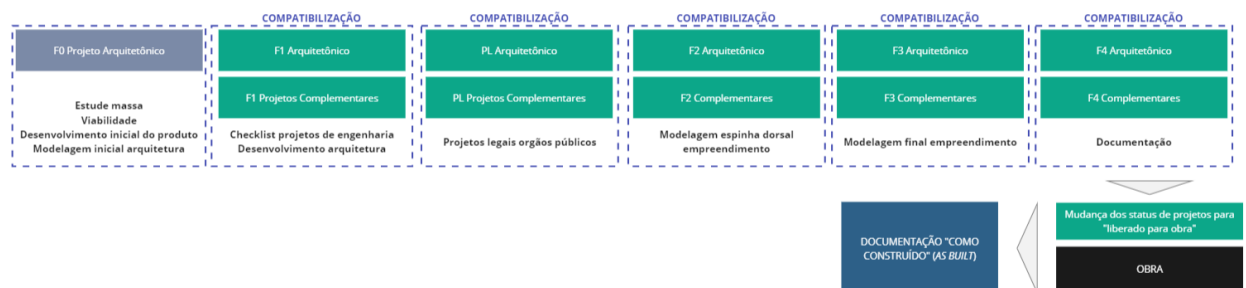
Durante o processo de desenvolvimento dos projetos também foram feitas comunicações com os agentes envolvidos em ambientes fora da plataforma Construflow (conversas pelo WhatsApp, ou reuniões via Teams ou google Meet), tais comunicações eram posteriormente registradas na plataforma de comunicação pelos agentes internos. O não uso da plataforma pelos projetistas, acabou sendo um ponto negativo durante o ciclo de coordenação de projetos, mas foi o meio encontrado de facilitar e agilizar o processo resolução de apontamentos.

4.4.2 Fluxograma de Projetos

Para que todos os agentes envolvidos durante todo o ciclo de projetos tenham conhecimento de cada etapa no desenvolvimento dos projetos, foi elaborado um fluxograma, onde nele se encontram os entregáveis de cada disciplina por fases.

No fluxograma elaborado pela empresa, notamos alguns itens diferentes do usual, como por exemplo a nomeação de fases, que ao invés de ser Estudo de viabilidade, estudo preliminar, anteprojeto, projeto legal, projeto pré-executivo e projeto executivo (Conforme Figura 17), é adotada a seguinte nomenclatura: Fase 0, Fase 1, Fase 2, Fase 2.2, Fase 3 e Fase 4, respectivamente. Isso se deve a uma simplificação, visto que algumas disciplinas tinham seus entregáveis de uma respectiva fase diferente a de outra disciplina, para simplificar, a empresa resolveu adotar essa nomenclatura de fase e, também, descrever os principais entregáveis por fases de cada disciplina conforme o fluxograma mostrado na Figura 17.

Figura 17 – Fluxograma de Projetos



Fonte: Adaptado do acervo da empresa (2023)

4.4.3 Premissas para o desenvolvimento dos projetos

As premissas são as informações obtidas de fontes externas ou internas que orientam os projetistas no desenvolvimento dos projetos (Modelo de Informação do Projeto), a fim de atingir o objetivo final do produto que é o atendimento tanto dos requisitos técnicos e normativos quanto das necessidades e demandas da empresa estudada (Requisitos de Informação do Ativo).

4.4.3.1 Procedimentos de colaboração

Para garantir a colaboração e potencializar o processo projetual entre os agentes envolvidos, adotou-se um ponto base nos modelos de todas as disciplinas, possibilitando todos trabalharem de maneira coordenada. A definição de ponto base de um modelo serve para que todos possam iniciar um projeto a partir de um ponto em comum. Possibilitando a melhor compatibilização entre todas as disciplinas. Este problema foi observado em empreendimento anterior, onde modelos monodisciplinares combinados em um modelo integrado, não estavam na mesma localização espacial.

O local adotado para ser o ponto base do projeto do estudo de caso foi uma extremidade do pilar do elevador, localizado no pavimento térreo, como mostra a Figura 18 abaixo:

Figura 18 – Localização do Ponto Base no Projeto



Fonte: A autora (2023).

Vale salientar que o ponto de pesquisa no Revit, que possibilita identificar a localização do empreendimento no mundo real (origem por sistema de coordenadas de um levantamento topográfico georreferenciado), não foi utilizado neste estudo de caso.

4.4.3.2 *Entrada de Projetos*

Na empresa deste estudo, a documentação chamada de Entrada de Projetos, é uma documentação específica por disciplina e por empreendimento, que informa quais itens devem ser levados em consideração no projeto, tais informações são extraídas da planilha de coordenação do empreendimento. Neste caso, a construtora é o especificador (receptor da informação), que estipula as informações a serem produzidas pelo indivíduo ou equipe responsável pela disciplina (provedor de informações). A Figura 19 exemplifica uma parte da documentação (Entrada de Projetos) da disciplina de elétrica, onde estão listados requisitos de projetos a serem considerados por fase de projetos.

Figura 19 – Entrada de Projetos Elétrico

ENTRADA DE PROJETOS/ RIE	DISCIPLINA	REQUISITOS	FASE	S/N	REQUISITO ELEMENTOS	DETALHAMENTO PARA INFORMAÇÕES DE ELEMENTOS	REQUISITO ATENDIDO?		
							SIM	NÃO	OBS
TIPO	GERAL	Unidades Privativas							
INFORMAÇÃO	GERAL	Dormitórios	1	S	-	-			
INFORMAÇÃO	GERAL	Suíte	1	S	-	-			
INFORMAÇÃO	GERAL	BWC Social	1	S	-	-			
INFORMAÇÃO	GERAL	Sacada (Apenas nos apartamentos Gardens):	1	S	-	-			
INFORMAÇÃO	GERAL	Quando houver terraço as esquadrias dos quartos principais e sala serão porta janelas as demais serão janelas comuns;	1	S	-	-			
INFORMAÇÃO	GERAL	Lavabo	1	S	-	-			
INFORMAÇÃO	GERAL	Área de serviço	1	S	-	-			
INFORMAÇÃO	GERAL	Cozinha	1	S	-	-			
INFORMAÇÃO	GERAL	Circulação: Considerar largura mínima de 1m	1	S	-	-			
INFORMAÇÃO	GERAL	Espera para Split	1	S	-	-			
INFORMAÇÃO	GERAL	Espaço para cada Condensadora: Considerar dimensões mínimas: Largura=1,00m e Profundidade=0,70m. Lajes conectadas entre apartamentos diferentes deve possuir uma divisória para não ter acesso de um apartamento para o outro. Sempre demonstrar os ar condicionados nas áreas técnicas. Sempre demonstrar o ar condicionado em planta.	1	S	-	-			
INFORMAÇÃO	GERAL	Exaustor Banheiros	1	S	-	-			
INFORMAÇÃO	GERAL	Coifa cozinha: Item para personalização apenas	1	S	-	-			
INFORMAÇÃO	GERAL	Esquadrias com acabamento com vista	1	S	-	-			
INFORMAÇÃO	GERAL	Nicho na parede dos banheiros (não pode ser em parede externa)	1	S	-	-			
INFORMAÇÃO	GERAL	Comando dos chuveiros na parede oposta: Sempre que possível. (A tubulação não pode ser desviada pelo piso.)	1	S	-	-			
INFORMAÇÃO	GERAL	Ralo Linear	1	S	-	-			
INFORMAÇÃO	GERAL	Prever muchetas e prumadas com no mínimo 20cm	1	S	-	-			
INFORMAÇÃO	GERAL	Isolamento acústico de piso exceto em áreas molhadas e molháveis	1	S	-	-			
INFORMAÇÃO	GERAL	Isolamento acústico de parede (dimensão conforme DNA Dimas)	1	S	-	-			
INFORMAÇÃO	GERAL	Triturador de alimentos na pia	1	S	-	-			
INFORMAÇÃO	GERAL	Água quente na pia das churrasqueiras	1	S	-	-			
INFORMAÇÃO	GERAL	Piso porcelanato 90x90cm nas áreas sociais e vinílico nos dormitórios;	1	S	-	-			
INFORMAÇÃO	GERAL	Banheiros acabados com azulejo, pastilhas na região do box e nicho;	1	S	-	-			
INFORMAÇÃO	GERAL	Sala gourmet com grill a gás integrado;	1	S	-	-			
INFORMAÇÃO	GERAL	Sacada integrada com esquadria panorâmica;	1	S	-	-			
INFORMAÇÃO	GERAL	Persiana motorizada nos dormitórios;	1	S	-	-			
INFORMAÇÃO	GERAL	Infraestrutura para ar condicionado split;	1	S	-	-			
INFORMAÇÃO	GERAL	Aquecimento central de água;	1	S	-	-			
INFORMAÇÃO	GERAL	Fechadura eletrônica;	1	S	-	-			
INFORMAÇÃO	GERAL	Rebaixo de gesso em todo o apartamento sem cortineiro;	1	S	-	-			
INFORMAÇÃO	GERAL	Monocomando nos chuveiros;	1	S	-	-			
INFORMAÇÃO	GERAL	Ralo linear no box dos banheiros;	1	S	-	-			
INFORMAÇÃO	GERAL	Banheiros com vaso e chuveiro com sistemas redutores de consumo de água;	1	S	-	-			
INFORMAÇÃO	GERAL	Infraestrutura para água quente nos banheiros, cozinha e pia churrasqueira;	1	S	-	-			
INFORMAÇÃO	GERAL	Ponto para toalheiro elétrico nos banheiros;	1	S	-	-			
INFORMAÇÃO	GERAL	Ponto de iluminação de emergência na sala;	1	S	-	-			
INFORMAÇÃO	GERAL	infra estrutura para Access Point;	1	S	-	-			

Fonte: Adaptado do acervo da empresa (2023)

4.4.3.3 *Croquis dos Sistemas*

Para que os agentes externos, envolvidos nas disciplinas de instalações entendam o propósito da construtora quanto a tecnologia construtiva e dimensionamento, a empresa estudada elabora um croqui, onde informa em cada pavimento o que espera de informação no projeto. Por exemplo, pelo croqui do sistema hidrossanitário entregue pela construtora (Figura 20), espera-se que:

a) no subsolo 2 tenha uma cisterna dividida em duas células e um reservatório pluvial, o qual capta água da laje da cobertura, e com sistema pressurizado reutilize nos subsolos 2 e 1 e, também no pavimento térreo;

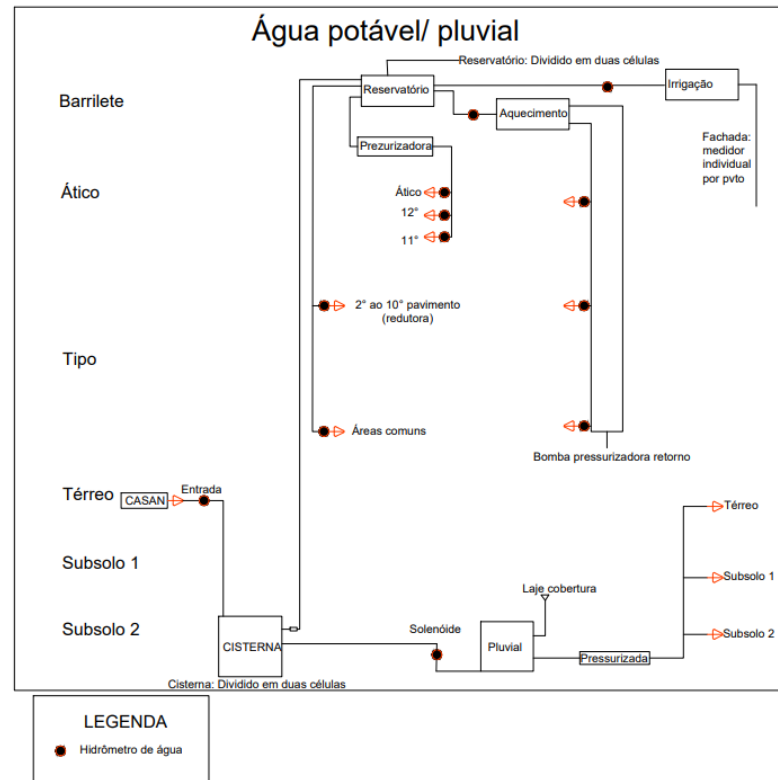
b) no pavimento térreo, é onde ocorrerá a entrada de água do empreendimento;

c) no pavimento barrilete, o reservatório deve ser dividido em duas células, que deve atender o sistema de irrigação de fachada, e o aquecimento central;

d) o pavimento ático e tipos com bomba pressurizada de retorno, para a água fria, deve ter uma pressurizadora para atender o ático, 12º e 11º pavimentos;

e) nos pavimentos 2º ao 10º pavimento deve conter bomba redutora de pressão.

Figura 20 – Croqui Esquemático do Sistema Hidrossanitário



Fonte: Acervo da empresa (2023).

Cabe comentar que a empresa estudada elabora o croqui consultando os especialistas de cada projeto, visando a melhor solução para o empreendimento. Durante o desenvolvimento dos projetos, pode ocorrer uma alteração e atualização nesse croqui por diversos motivos, desde novas soluções encontradas, como inviabilidade de ser executado da maneira desejada anteriormente. Uma melhoria nesse processo e nessa documentação, seria o croqui ser um entregável de projeto do próprio projetista, ficando sob sua responsabilidade a elaboração e proposição do sistema do empreendimento.

4.4.3.4 Padrão Construtivo

Para que os agentes externos envolvidos no desenvolvimento dos projetos tenham conhecimento do padrão executivo da construtora, foi elaborado uma documentação de padrão construtivo, chamado pela empresa de DNA da construtora, o qual contém os padrões construtivos para diversos itens, tais como: espessuras de

paredes de shafts; contrapiso; vãos de esquadrias; altura de pontos hidráulicos e elétricos; detalhamento de tubulações específicas; etc.

Esse documento não varia para cada empreendimento, com isso, ele contém informações que podem não ser usadas para certos empreendimentos. Essa documentação não está em completa conformidade com os padrões construtivos da empresa, visto que este documento não é atualizado frequentemente, e isso acaba sendo um ponto negativo da documentação.

4.4.4 Rotinas de Coordenação

Graças ao Plano de Execução BIM (PEB) do empreendimento, onde foi feita a padronização de softwares e ano, não foi encontrado problemas de interoperabilidade. Assim, os projetistas que trabalhavam com archiCAD, faziam a entrega em formato IFC, e nesses casos, era adaptado o fluxo de manipulação do modelo. Com isso, neste tópico, será abordado o fluxo de manipulação dos modelos, verificações dos projetos e as checagens envolvidas em cada entrega.

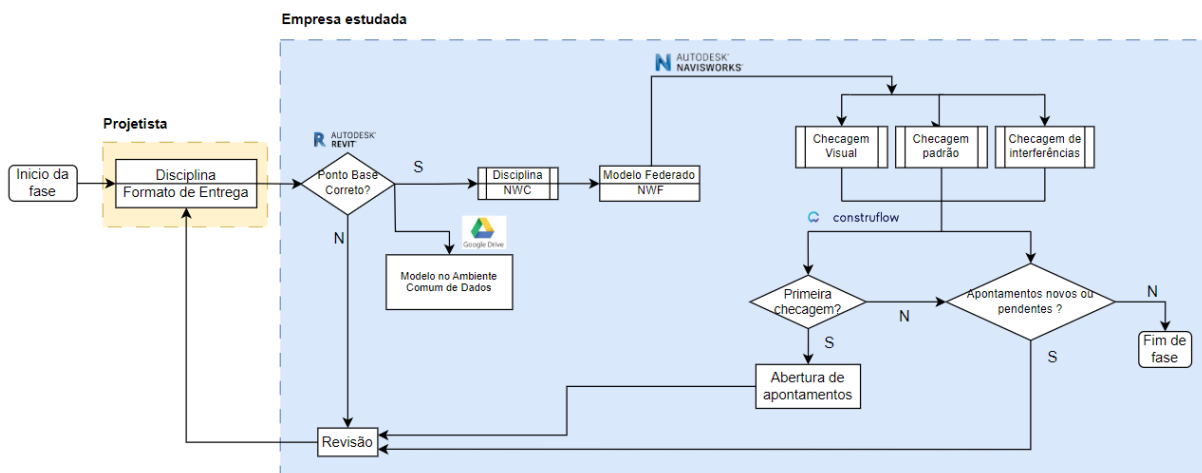
A atualização dos projetos ocorria na plataforma Construcode, conforme o desenvolvimento de cada projeto ou conforme as solicitações feitas através da plataforma ConstrufLOW, e tendo como entregáveis os de acordo com o fluxograma de projetos. Com isso, na coordenação BIM deste empreendimento, as revisões dos projetos não tinham frequências determinadas, e elas eram feitas de acordo com o cronograma de projetos, onde a cada finalização de análise era solicitada uma revisão do projeto. Com a atualização do projeto na plataforma de repositório de arquivos, era efetuado o download da postagem, iniciado o processo interno de arquivamento dos projetos, em um repositório interno da empresa, e disponibilização do modelo para os demais projetistas.

De forma geral, o fluxo funcionou conforme a Figura 21. A partir dos modelos monodisciplinares BIM, são gerados os formatos nativos NWC que são vinculados pelo Navisworks, formando um modelo federado no formato NWF. Ainda no Revit, era feita a verificação inicial onde era visto se o modelo está com as coordenadas e elevação de acordo com o estabelecido no PEB, ou seja, se o ponto base está correto. Esse modelo federado foi disponibilizado aos demais projetista em

uma pasta compartilhada no google drive (ambiente comum de dados). Após foi enviado um e-mail para que todos atualizassem esse projeto, a fim de trabalharem de forma sincronizada.

Os possíveis apontamentos foram reportados aos projetistas por meio da plataforma Construflow e cada um pôde realizar os ajustes em seu modelo BIM. Novamente na próxima verificação, os formatos NWC dos modelos BIM foram atualizados no modelo federado (NWF) no Navisworks e no controle foi realizado pelo coordenador; após isto, o processo de checagem, comunicação e ajustes é reiniciado e continuou como um ciclo até a finalização do projeto.

Figura 21 – Fluxo do processo de coordenação



Fonte: Elaboração própria (2023).

Vale ressaltar que os apontamentos no Construflow, também podem ser criados pelos projetistas, não cabendo somente ao coordenador dar início a uma nova discussão, afinal trata-se de um processo colaborativo. Além disso, a cada apontamento ajustado ou finalizado os projetistas podem apenas declarar os apontamentos como revisar, cabendo a coordenação avaliar se o apontamento foi realmente atendido e por fim fechá-los.

Além do projetista de cada especialidade que deve estar atento à interface da própria disciplina, garantindo que sejam compatíveis com as demais, a análise individual é complementada com a compatibilização geral dos projetos, realizada pela

coordenação durante o desenvolvimento. Através do modelo federado, foram realizados os procedimentos de controle de qualidade dos projetos no Navisworks Manage, que consistiram em:

- a) Checagem visual: trata-se de uma verificação visual do modelo realizada para garantir que nenhum objeto não utilizado ou fora do lugar permaneça no modelo;
- b) Checagem padrão: verifica o modelo para garantir que esteja de acordo com os padrões, premissas, critérios, normas e dados básicos;
- c) Checagem de interferências geométricas: além do projetista de cada disciplina verificar se não há interface com outra disciplina, a equipe interna faz a compatibilização geral dos projetos, a qual é feita pelo coordenador de cada empreendimento.

As checagens listadas acima, ainda levaram em consideração os requisitos de informação dos elementos.

4.4.4.1 Requisitos de Informação dos Elementos

Durante a etapa de compatibilização dos projetos, os agentes internos da empresa, usam para a análise dos projetos um documento chamado de planilha de coordenação, ou seja, Requisitos de Informação dos Elementos. Essa planilha contém itens que precisam ser analisados por fase de projeto e por disciplina, sendo ela elaborada em um Excel, pelos agentes internos e retroalimentada por ciclos de projetos.

É através dessa documentação que é extraída a entrada de projetos do empreendimento, sendo que a entrada de projetos deve ser atendida pelo agente externo, e a planilha de coordenação, requisitos de informação dos elementos, deve ser atendida pelos agentes internos da empresa.

4.5 Processo de Liberação de Projetos para a obra

Após a análise dos projetos executivos entregues, é feita uma análise, se o projeto ainda possui alguma pendência a ser resolvida, ou não, caso não tenha

nenhum item a ser resolvido, o projeto é liberado para a obra sem ressalva caso a obra precise do projeto com urgência e não tenha prazo para revisão do projeto, tal projeto é liberado para a obra com ressalvas, e é descrita a ressalva na plataforma Construcode.

Além dos projetos em 2D liberados para a obra, a empresa estudada também atualiza o modelo BIM para uso da obra. Para isso, a empresa usa a plataforma Dalux, onde o modelo federado do Navisworks é compartilhado na plataforma, através de um plugin, onde possui acesso apenas os funcionários da empresa, não se estendendo o uso para a empreiteira, em relação a utilização é possível retirar dúvidas pontuais que no projeto 2D não esteja claro, já sobre os dispositivos, podem ser móveis tanto computador. Esse processo é feito a cada atualização do modelo BIM. A Figura 22 mostra a visualização do modelo disponível para a obra.

Figura 22 – Modelo 3D disponível para a obra



Fonte: Acervo da empresa (2023).

5 ANÁLISE DOS DESAFIOS ENCONTRADOS NA COORDENAÇÃO DOS PROJETOS BIM DO ESTUDO DE CASO

Durante a coordenação de projetos de engenharia e arquitetura, alguns desafios ocorreram ao longo do processo, seja com relação aos agentes envolvidos, ao domínio da tecnologia adotada, às etapas ou aos procedimentos. Este tópico apresenta exemplos dos principais acontecimentos que foram desafios para a coordenação de projetos BIM, e aprofunda suas particularidades através de uma análise crítica.

5.1 Comunicação e colaboração entre os agentes envolvidos

O controle do cronograma de entregas dos projetos foi feito através da plataforma de gestão de projetos e tarefas, ClickUp. Através desse planejamento de entregas foi possível a equipe de coordenação se planejar para poder seguir na análise dos projetos. Vale destacar que essa plataforma foi implementada durante o desenvolvimento dos projetos. Esta plataforma de gestão poderia ter sido usada, por exemplo, para registrar as atas de reunião e atividades internas da equipe de coordenação, o que poderia garantir uma melhor eficiência no controle de informações e no planejamento.

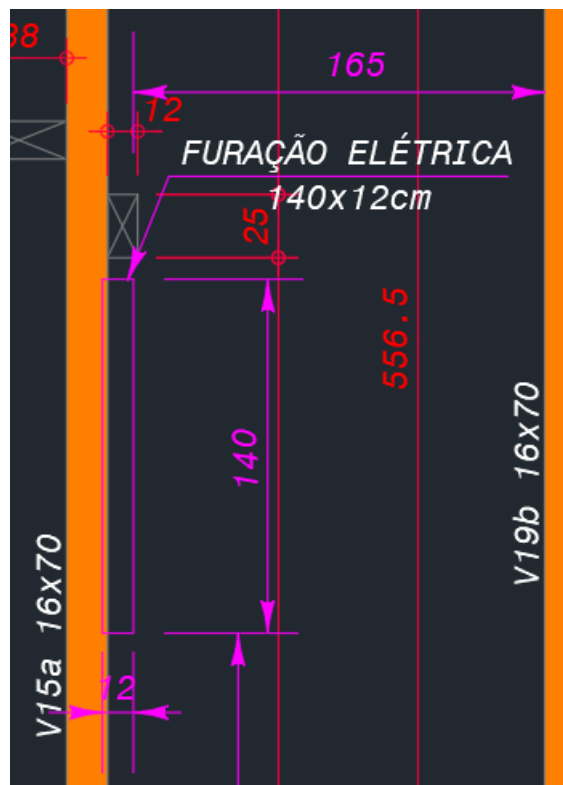
Em relação a comunicação e colaboração entre os envolvidos, o Construflo funcionou como um ambiente central de comunicação e controle de apontamentos para os projetistas e coordenação de projetos BIM. Entretanto, alguns projetistas possuíam maior conhecimento da plataforma do que outros, o que ocasionou em uma utilização não tão eficiente por parte de alguns projetistas.

O exemplo citado aqui, é com relação ao projeto estrutural, que não houve interação nos apontamentos direcionados a ele através da plataforma Construflo. Neste caso, a coordenação de projetos BIM (agentes internos) abria os apontamentos e registravam na plataforma, e após isso faziam reuniões ou ligações para solucionar o apontamento. Dos 1289 apontamentos criados ao longo de todo o desenvolvimento dos projetos 140 envolveram a disciplina estrutural, correspondendo 10,9% do total. Esse dado acusa uma preocupação, já que esta disciplina acaba impactando diretamente todas as outras e ela não teve interação na plataforma,

A principal preocupação ao utilizar meios de comunicação fora de um ambiente padronizado, como o Construflow, era a perda de informações. E por este motivo todas as questões tratadas fora da plataforma pertinentes aos projetistas e à coordenação eram registradas no Construflow pela equipe de coordenação. Entretanto, muitas vezes a falta de sucesso de resolução de apontamentos da forma padronizada, pode levar a busca de outros meios de solução em meios externos ao Construflow, o que ocasiona um processo mais demorado, passível de erros e omissão de registro na plataforma.

O caso que ocorreu, e que se usa para exemplificar uma situação de solução de apontamento entre agentes externos, mas que não foi registrado na plataforma Construflow, foi o alinhamento entre os projetistas estrutural e elétrico. Foi solicitado por parte do projeto elétrico uma furação de laje de 140x12 cm (Figura 23 e o projetista estrutural autorizou de uma outra forma, Figura 24, e tal informação não foi registrada no Construflow, o que ocasionou em uma solução do problema alinhada diretamente com a obra e não retroalimentado os projetos envolvidos.

Figura 23 – Planta 2D com enfoque na furação elétrica



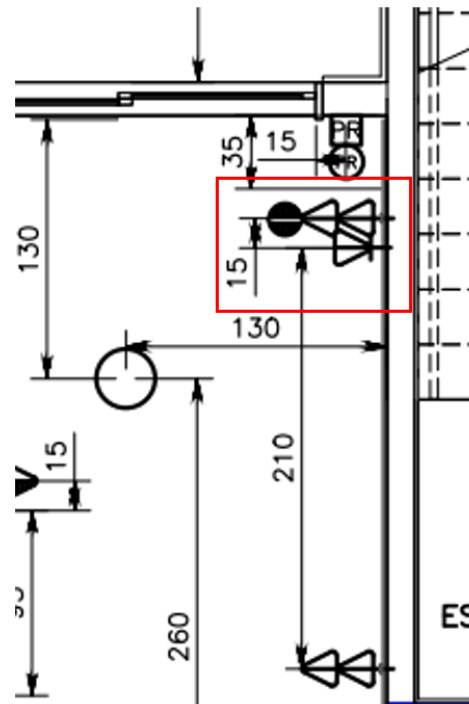
Fonte: Adaptado do acervo da empresa (2023).

que a comunicação por meio do Construflow seja muito eficiente, quando as questões envolvem maior complexidade os encontros online (via Google Meet ou Teams) tornam-se muito produtivos para resolução dos problemas. Em questões pontuais ligações telefônicas também foram uma boa alternativa. De qualquer forma, após os encontros as decisões eram sempre documentadas - conforme a necessidade ou relevância no Construflow.

5.2 Pontos falhos na utilização de softwares de modelagem BIM

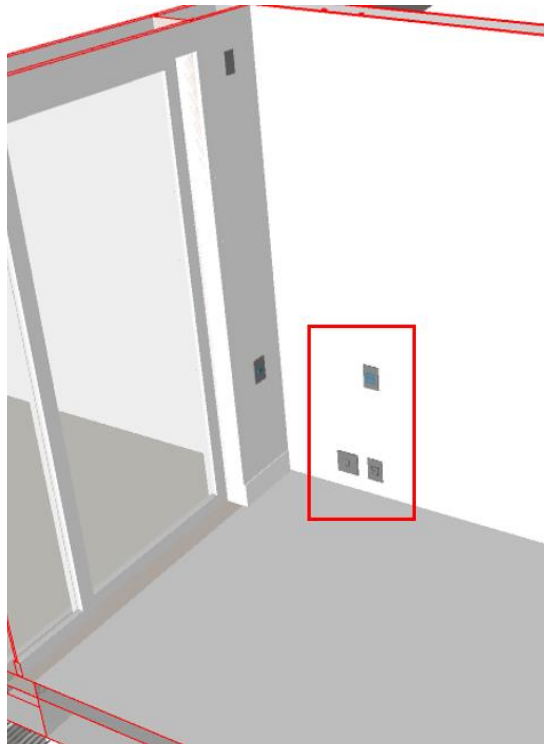
Durante a coordenação dos projetos BIM, observou-se que, como comentado por Arayici et al. (2011), não basta a aprendizagem do software, faz-se necessária alterações na concepção projetual, e que o entendimento da metodologia BIM aumente com o tempo. O exemplo a seguir apresentado, acabou impactando na conclusão dos projetos. Pois o projetista eletricitista desenvolveu seu projeto no AutoCAD (desenho em duas dimensões) e outra pessoa da mesma equipe passou a proposta para o modelo no Revit. Isso ocasionou uma série de problemas, sendo um deles a atualização das pranchas do projeto em AutoCAD e não atualização do modelo (Revit), o que está exemplificado na Figura 25 e Figura 26.

Figura 25 – Planta 2D de uma suíte com enfoque na situação



Fonte: Adaptado do acervo da empresa (2023).

Figura 26 – Modelo 3D com enfoque na situação



Fonte: Adaptado do acervo da empresa (2023).

Outro caso encontrado, foi em que o projetista de piscina não desenvolveu os projetos nas coordenadas do modelo base de arquitetura e a cada recebimento do IFC, ao gerar o arquivo RVT o projeto tinha que ser posicionado pela equipe de coordenação nas coordenadas e elevações corretas. Além do tempo dispensado nesse procedimento, os modelos ficavam sujeitos a erros de versionamento e de posicionamento de coordenadas. A Figura 27 ilustra a posição do IFC ao vincular no modelo federado sem os ajustes nas coordenadas.

Figura 27 – IFC quando vinculado diretamente ao modelo federado



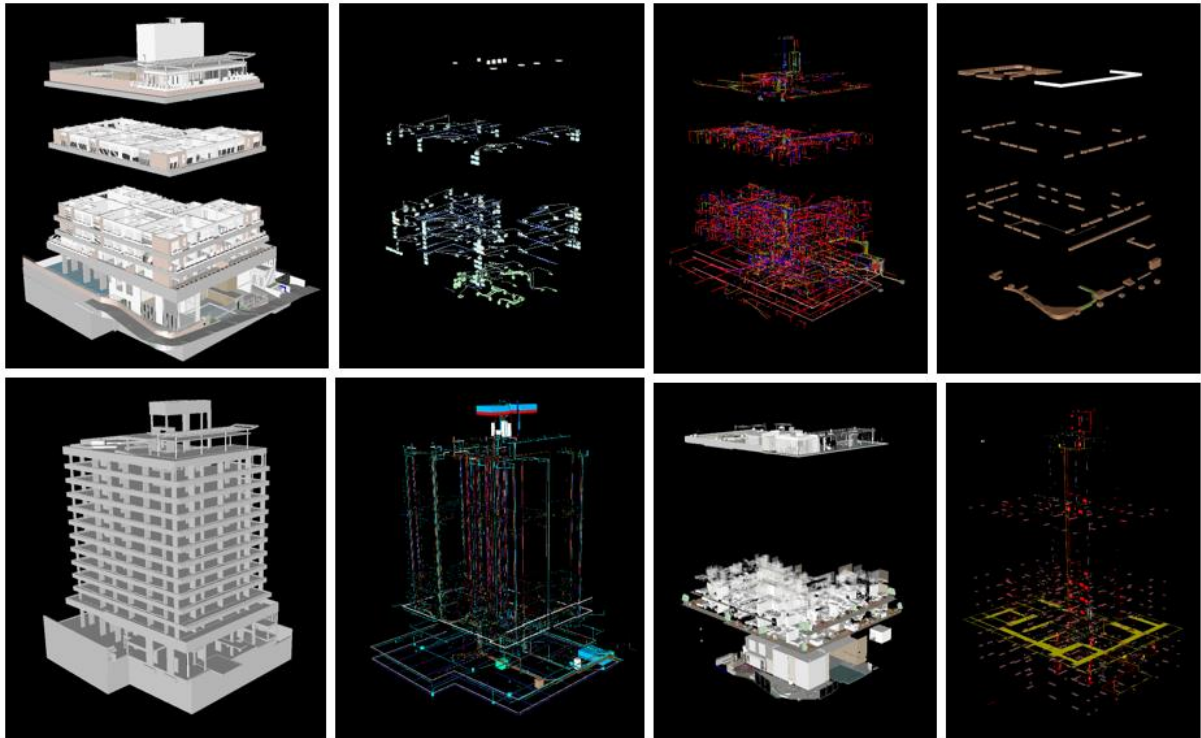
Fonte: Adaptado do acervo da empresa (2023).

5.3 Desafios enfrentados com relação aos procedimentos de coordenação BIM

Uma função importante dentro do processo de coordenação dos projetos BIM da edificação multifamiliar são as verificações de controle de qualidade (checagem visual, padrão e de interferências geométricas) com o uso do Software

Navisworks Manage. A Figura 28 ilustra a visualização de cada modelo individualmente e integrados no modelo federado.

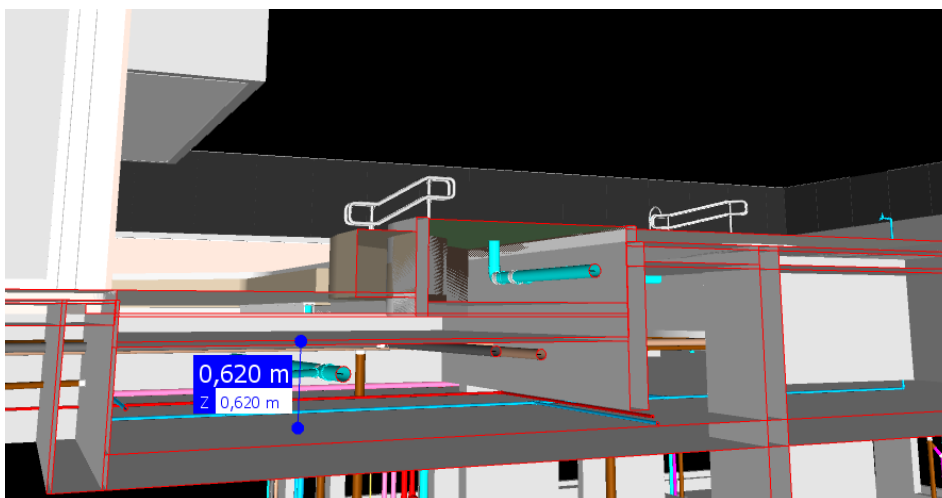
Figura 28 – Modelos integrados no Navisworks Manage



Fonte: Adaptado do acervo da empresa (2023).

Cabe ressaltar que as regras para detecção automática de conflitos usadas durante o processo de coordenação BIM não substituem o olhar crítico a respeito das soluções adotadas, considerando que alguns problemas não são apenas relacionados a interferências geométricas. Neste caso, pode-se trazer o exemplo da Figura 29, onde identificou-se que a altura entre as lajes do pavimento ático não viabilizaria futuras manutenções no local. Considerando o exemplo, percebe-se a importância de analisar os detalhes do projeto visando as necessidades de uso do empreendimento.

Figura 29 – Figura enviada para reavaliação da estrutura



Fonte: Adaptado do acervo da empresa (2023).

Dentre outras questões, a planilha de coordenação (com as questões a serem verificadas ao longo do desenvolvimento) também previam inspeções relacionados ao exemplo citado anteriormente, como validação de altura entre lajes duplas. Ao longo do processo, contudo, a equipe de coordenação identificou questões que passaram despercebidas pelos projetistas e tiveram que ser repensadas em momentos avançados do desenvolvimento dos projetos gerando retrabalhos, como a troca do sistema de aquecimento central do empreendimento. Sendo assim, como prática de melhoria contínua, os itens que causaram problemas nesse projeto ou que ainda não estavam previstos foram acrescentados a um *to-do* para serem verificados previamente em projetos futuros (Figura 30). O uso da planilha de coordenação acabou sendo uma forma prática e acessível ao longo do desenvolvimento dos projetos, para evitar erros desnecessários que acabam gerando retrabalhos nos projetos, ou dificuldades na execução.

Figura 30 – TO-DO com itens a serem inseridos em revisões das documentações internas

<input type="radio"/>	Entrada de Projetos - HID - Quando tivermos cortinas moldadas in loco, prever drenagem apenas em baixo da cortina
<input type="radio"/>	Entrada de projeto - HID - Aquecedor de passagem deve atender simultaneidade dos chuveiros e pia da cozinha
<input type="radio"/>	Entrada de projeto - EST/SST - F3: Prever no markup de furação, os furos da linha de vida.
<input type="radio"/>	Entrada de Projeto - PCI - F3: Para as centrais de alarme, utilizar caixa 2x4 para ficar escondida atrás da caixinha do alarme.
<input type="radio"/>	Entrada de Projeto - EST/ARQ - F2: Prever ganchos de ancoragem para manutenção na platibanda/ático e barrilete. Ver issue D/NEX 3726
<input type="radio"/>	Entrada de Projeto/DNA: Nas esquadrias de varanda onde há cortineiro, não prever nenhuma tubulação passante neste local
<input type="radio"/>	ART: Para postar no Sharepoint, as ARTs de projetos devem subir assinadas
<input type="radio"/>	CONTRATAÇÃO: De acordo com a NR18, precisamos ter um projeto de escoramento para as próximas obras. Sugerimos contratar com o projetista estrutural.
<input type="radio"/>	Entrada de Projeto - INT - F2 - Prever torneiras com fechamento automático em todos os banheiros de área comum.
<input type="radio"/>	Entrada de Projeto - CV - F4 - Elaborar planilha com a especificação e descrição de todas as placas: tamanho, material/acabamento, arquivo em que se encontra, descrição, local de aplicação, quantidade e valor.
<input type="radio"/>	Entrada de Projeto - CV - F4 - Elaborar e detalhar material de orientação de uso das Vending Machines e Lockers
<input type="radio"/>	Entrada de Projeto - INT - F4 - Prever e detalhar capachos em todas as portas que dão acesso à áreas externas

Fonte: Adaptado do acervo da empresa (2023).

Sobre o desenvolvimento dos projetos, um item a ser destacado, é o longo prazo para o desenvolvimento deles, onde nesse caso estudado, temos que o início da elaboração ocorreu em 2020, ou seja, 3 anos após o início ainda não foi dado a conclusão dos projetos do empreendimento. Isso ocorre por diversos motivos, mas vale destacar alguns: (a) a troca da equipe de coordenadores que ocorreu, o que impactou o cronograma de desenvolvimento e coordenação desse empreendimento; (b) a alteração de premissas da construtora em determinados itens, como por exemplo, a premissa de aquecimento central de água, que iniciou com aquecimento central elétrico e passou a ser aquecimento central com aquecedores de passagem.

Outro item que vale destacar como dificuldades encontradas nos procedimentos, são as etapas descritas no fluxograma de projetos. Por exemplo, na fase 2 (anteprojeto) já temos projetos de engenharia sendo desenvolvidos, e questões do produto ainda não finalizadas, onde acaba ocorrendo retrabalhos em ambas as partes, tendo alterações a serem feitas por conta de definições do projeto de interiores. Com isso, seria importante que: (a) as etapas dos projetos e seus entregáveis fossem revistos por fase; e análise das decisões importantes serem antecipadas, visando a melhor eficiência no desenvolvimento dos projetos tanto de engenharia como de arquitetura.

Durante a etapa de compatibilização de projetos, a equipe de coordenação utiliza as documentações internas para fazer essa análise, consultando o DNA construtivo da empresa e a planilha de coordenação. Em alguns itens, estas duas documentações se contradizem, o que acaba sendo um ponto importante a se destacar, visto que essas documentações são constantemente usadas, e são esporadicamente revisadas.

Outro item importante a ser destacado, são as inúmeras plataformas utilizadas pela equipe de coordenação. Atualmente são 4 plataformas sendo utilizadas, e poderia ser feito um estudo de plataformas disponíveis no mercado para ter-se um melhor aproveitamento de todas, facilitando tanto para a equipe de coordenação, como para obra e projetistas.

5.4 Síntese do capítulo

Com isso, para sintetizar as etapas seguidas na análise do estudo de caso, e facilitar o entendimento dos processos desenvolvidos e os desafios encontrados pela equipe de coordenação da empresa estudada, foi desenvolvido o fluxograma mostrado no Quadro 4.

Quadro 4 – Resumo dos desafios encontrados

Item a ser destacado	Destaque Positivo	Desafios
Cronograma das atividades	Utilização Software ClickUp	Utilização com maestria
Comunicação entre projetistas	Software construfLOW facilitou a gestão da informação	Alguns projetistas não utilizaram a plataforma, o que afetou em informações não registradas na plataforma.
Metodologia BIM	Gestão de arquivos; Padrões definidos; Comunicação, comprometimento e integração entre projetistas e coordenação; Compatibilização em modelo federado; Extração de quantitativos em modelo federado	Notou-se uma falta de maturidade em relação a metodologia BIM de alguns projetistas, o que acabou gerando retrabalhos para a equipe de coordenação; A detecção de conflitos não detectou todas as possíveis incompatibilidades

Fonte: Elaboração Própria (2023).

Por fim, pode-se constatar que, apesar dos desafios (aspectos não ideais enfrentados) no processo BIM da coordenação deste objeto de estudo, os objetivos que levaram a empresa a utilizar a metodologia BIM foram alcançados. Além disso, identificou-se outros aspectos positivos, como: gestão de arquivos bem definida; definição de padrões na rotina de coordenação para a gestão da comunicação entre os agentes envolvidos mesmo quando relacionado aos desafios enfrentados; integração entre projetos de engenharia e arquitetura; comprometimento das equipes com os objetivos do projeto por meio da utilização dos modelos BIM; suporte ao processo de decisão do projeto por meio das discussões e sugestões para a solução de apontamentos; identificação e mitigação de erros de projeto através da compatibilização entre as disciplinas através de verificações no modelo federado; extração de quantitativos diretamente do modelo RVT ou federado.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Metodologia de Modelagem de Informações da Construção, conhecida como BIM (Building Information Modeling), tem se destacado como uma abordagem revolucionária na indústria da construção civil, desempenhando um papel crucial na transformação da indústria da construção civil, melhorando a eficiência, reduzindo custos e promovendo uma abordagem mais colaborativa e integrada para o desenvolvimento de projetos.

A etapa de projetos na construção civil envolve a ação de diversos agentes e trabalho em equipe. Na etapa de projetos, a coordenação dos diversos agentes envolve uma intensa troca de informações, que precisa ser feita com agilidade para tomada de decisões, com organização e rastreabilidade. A metodologia BIM, num processo de projeto colaborativo é viabilizado através de procedimentos e padrões bem definidos.

O cenário explorado neste estudo de caso foi a coordenação dos projetos de engenharia de uma edificação residencial multifamiliar por meio da utilização de metodologias BIM. Neste contexto foi descrita a realidade prática envolvida nos processos de gestão e coordenação de Projetos BIM desenvolvidos em um projeto colaborativo com agentes internos e externos de uma construtora em Florianópolis. O enfoque deste TCC foi no processo da coordenação dos projetos BIM, apresentando a estrutura, ferramentas utilizadas, o processo e conseqüentemente os desafios enfrentados. A análise crítica do processo de coordenação, possibilitou demonstrar onde podem ser feitas melhorias nos processos da metodologia BIM da construtora em estudo. Observou-se que, utilizar um ambiente central de comunicação e controle de apontamentos para os projetistas e coordenação foi uma forma de assegurar e controlar o atendimento de todos os requisitos projetuais, sejam as premissas iniciais, as que surgem ao longo do processo, detecções de conflitos ou as observações. No caso em estudo, o projetista de uma das disciplinas de Projeto não teve boa interação com a plataforma de comunicação (ConstrufLOW). Em decorrência disso, a coordenação fez a troca de informações manualmente, o que não pode garantir que foram registradas todas as informações trocadas. Por conta disso, fica evidenciada a importância de todos os agentes utilizarem o mesmo ambiente de comunicação, evitando possíveis erros, omissões e demora para troca de informações e resolução

de problemas. Contudo, pôde-se concluir que o contato direto com os projetistas por meio de encontros online (situação ocorrida no caso) foi um facilitador para resolução de questões mais complexas com mais rapidez e assertividade. Fazendo-se necessária o registro destas ações na plataforma de comunicação.

Modelos recebidos fora das coordenadas definidas no PEB e a falta de domínio de ferramentas de modelagem BIM por parte de um dos projetistas, também foram desafios enfrentados. Nesse caso, para cada atualização de modelo, foram definidos fluxos de manuseio dos arquivos aplicados na rotina de coordenação. Porém, apesar dos fluxos estarem bem definidos, a necessidade de efetuar procedimentos de ajustes, demandou mais tempo da coordenação. Além do tempo, expunha os modelos a erros de posicionamento de coordenadas, ou divergências em plantas 2D e modelo federado. Para que erros como esses não sejam recorrentes, sugere-se que seja padronizado o uso de coordenadas compartilhadas, ou então, ponto interno dos projetos, para que não ocorra de cada agente externo usar o que mais convém em seu projeto, vale a empresa estudada considerar essa padronização como um item do PEB, assim retrabalhos não voltarão a ocorrer.

O fluxo do processo de coordenação incluiu a realização das verificações de controle de qualidade dos modelos e conclui-se que, apesar das checagens de interferências (regras de detecção de conflito em software de compatibilização de projetos BIM) serem muito eficientes, não substituem as análises de engenharia feitas manualmente pela coordenação.

Em relação a duração do fluxo de projetos do empreendimento, vale ser feita uma revisão nos entregáveis por etapa de cada projeto, visando uma melhor eficiência de cada etapa para que o fluxo dos projetos possa ser reduzido.

As documentações internas utilizadas pela equipe de coordenação foram utilizadas durante todos os ciclos de análise dos projetos BIM. Conclui-se que, apesar de serem listadas as melhorias de cada documentação em uma documentação paralela, a equipe deve colocar em prática a revisão frequente de tais documentações. Para que estes itens sejam incluídos nas análises em empreendimentos que também estão em fase de projetos, e não somente em futuros empreendimentos.

As plataformas utilizadas pela coordenação de projetos se mostram eficientes, porém conclui-se que apesar de todas desempenharem boa função, a

empresa poderia rever o uso das mesmas, visando encontrar uma plataforma que suprisse demanda de repositório de arquivos, criação de apontamentos, visualização de projetos 2D e 3D em obra.

Resumidamente, os objetivos e aspectos positivos alcançados na coordenação de Projetos BIM neste estudo de caso foram: a) gestão de arquivo bem definida; b) definição de padrões para a gestão da comunicação; c) integração entre projetos de engenharia e arquitetura; d) comprometimento das equipes com os objetivos do projeto por meio da utilização dos modelos BIM; e) suporte ao processo de solução de apontamentos; f) identificação e mitigação de erros de projeto através da compatibilização entre disciplinas; g) extração de quantitativos diretamente do modelo. Com relação aos desafios enfrentados na coordenação dos Projetos BIM deste estudo de caso, destaca-se: a) a falta de interação de projetista com a plataforma de comunicação; b) duração longa do fluxo de projetos; c) falta de maturidade BIM em certos projetistas; d) ambiguidade nas documentações internas; e) uso de diversas plataformas.

Por fim, apesar dos desafios enfrentados, a utilização de metodologias BIM e suas tecnologias no desenvolvimento e coordenação dos projetos de engenharia e arquitetura da edificação estudada foram essenciais para alcançar projetos bem resolvidos, atendendo tanto os requisitos técnicos e normativos quanto as necessidades do empreendimento. Além disso, é fundamental que mais estudos como esse sejam feitos, para que seja possível acelerar ainda mais o processo de consolidação da implementação da metodologia BIM no mercado AEC.

6.1 Sugestões para trabalhos futuros

Para trabalhos futuros, sugere-se uma análise com relação ao fluxo de projetos, para otimizá-los, fazendo com que o desenvolvimento dos projetos seja mais eficaz, e não tão longo como foi relatado.

Outra sugestão é em relação as documentações da construtora, sejam elas as de premissas dos projetos, padrões construtivos e documentação de análise, para que essas sejam mais claras nas informações e não superficiais, e ter uma retroalimentação mais eficiente.

Por fim, sugere-se rever as plataformas utilizadas, e estudar formas de otimizar as plataformas existentes, fazendo com que a construtora e os agentes envolvidos não precisem gerenciar tantas plataformas. Ou definir uma plataforma única que seja repositório de arquivos, comunicação, visualização para obra de modelo e projetos 2D.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAURRE, M. W. **Modelos de Contrato Colaborativo e Projeto Integrado Para Modelagem da Informação da Construção**. São Paulo, 2014. 186 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

ABBANEJAD Behzad Abbasnejad, et al.: **Building Information Modelling (BIM) adoption and implementation enablers in AEC firms: a systematic literature review**, 2020. Architectural Engineering and Design Management, DOI: 10.1080/17452007.2020.1793721

ABDI - AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **Processo de projeto BIM**: coletânea Guias BIM ABDI-MDIC. Brasília:

ABDI - AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **A implantação de processos BIM**: coletânea Guias BIM ABDI-MDIC. Brasília: ABDI, v.6, 2017c.

ABNT. NBR ABNT. NBR-ISO 12006-2: 2018 Construção de edificação – Organização de informação da construção Parte 2: Estrutura para classificação de informação. Rio de Janeiro: ABNT, 2018

ADDOR, M. R. A.; CASTANHO, M. D. de A.; CAMBIAGHI, H.; DELATORRE, J. P. M.; NARDELLI, E. S.; OLIVEIRA, A. L. de. **Colocando o “i” no BIM**. arq.urb: revista eletrônica de arquitetura e urbanismo, São Paulo, n. 4, p. 104-115, 2. sem. 2010. Disponível em: 8. Acesso em: 15 mar 2023.

AMORIM, Sergio Roberto Leusin de. **Gerenciamento e coordenação de projetos BIM: um guia de ferramentas e boas práticas para o sucesso de empreendimentos** / Sergio Roberto Leusin de Amorim. – 1ed.- [reimpr]. – Rio de Janeiro: LTC, 2020.

ARAYICI Y., COATES P., KOSKELA, L., KAGIOGLOU, M. **BIM adoption and implementation for architectural practices**. Emerald Structural Survey Vol. 29 No. 1, 2011, pp. 7-25.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA - AsBEASP. **Boas Práticas em BIM. Fascículo 1**. São Paulo: AsBEA, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA - AsBEASP. **Boas Práticas em BIM. Fascículo 2**. São Paulo: AsBEA, 2015.

AYRES FILHO, C. **Acesso ao modelo integrado do edifício**. Dissertação de mestrado. Pós-Graduação em Construção Civil - Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2009.

AZHAR, S. **Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry. Leadership and Management in Engineering**. p. 241-252, jul, 2011. Disponível em: Acesso em: 18 mar 2023.

BIM DICTIONARY. **BIM model**. 2020a. Disponível em: <https://bimdictionary.com/en/bimodel/1>. Acesso em: 10 mar 2023.

BIM DICTIONARY. **Federated model**. 2021b. Disponível em: <https://bimdictionary.com/pt/federated-model/1>. Acesso em: 10 mar 2023.

BIM DICTIONARY. **Mono-discipline-model**. 2019c. <https://bimdictionary.com/pt/mono-discipline-model/>. Acesso em: 20 jul. 2021

BIM DICTIONARY. **Integrated Model**. 2019d. Disponível em: <https://bimdictionary.com/pt/integrated-model/1>. Acesso em: 10 mar 2023.

BIM DICTIONARY. **Multi-discipline-model**. 2019e. Disponível em: <https://bimdictionary.com/pt/multi-discipline-model/1>. Acesso em: 10 mar 2023.

BIM DICTIONARY. **Interchange**. 2019f. Disponível em: <https://bimdictionary.com/pt/interchange/1>. Acesso em: 10 mar 2023.

CAZERATTO, G. G. et al. Processos de Gerenciamento de Projetos. **1o Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção 10o Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção**, n. Novembro, p. 8, 2017.

CBIC – CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. Volume 01: **Fundamentos BIM - Parte 1: Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras**, v. 1, p. 120, 2016a.

CBIC – CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. Volume 05: **Implementação BIM. Coletânea implementação do BIM para construtoras e incorporadoras**, v. 5, p. 104, 2016b.

CBIC – CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. Volume 03 **Colaboração e integração BIM**., v. 3, p. 132, 2016c.

CBIC – CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Road Show BIM resultados da pesquisa e desdobramentos. Information Display**, p. 16, 2018.

CBIC. **Implementação BIM - Parte 2: Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras/ Câmara Brasileira da Indústria da Construção.** – Brasília: CBIC, 2016b.

CBIC. **10 motivos para evoluir com o BIM / Câmara Brasileira da Indústria da Construção.** – Brasília: CBIC, 2016d.

CHAVES, F. J.; TZORTZOPOULOS, P.; FORMOSO, C. T.; SOMMER, L. **Implementação de BIM: comparação entre as diretrizes existentes na literatura e um caso real.** In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2014, Maceió/AL. Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2014. p. 1468-1477.

COELHO, KARINA. **A Implementação e Uso da Modelagem da Informação da Construção em Empresas de Projeto de Arquitetura / K. COELHO** – São Paulo, 2017. 289p.

EASTMAN, C.; TEICOLZ, P.; SACKS, R.; KATHLEEN, L. **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores.** Porto Alegre: Bookman, 2014.

FLORIO, W. Contribuições do Building Information Modeling no processo de projeto em arquitetura. **Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção**, n. 3, p. 1–10, 2007.

GONÇALVES JÚNIOR, F. **BIM: Tudo o que você precisa saber sobre esta metodologia**, 2018. Disponível em: . Acesso 15 mar. 2023.

GUEDES, MATHEUS DE SOUSA. **A Implementação da Metodologia BIM na Empresa Júnior Concreta Consultoria e Serviços.** Monografia de Projeto Final, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2018.

JUNG, Y.; JOO, M. **Building information modelling (BIM) framework for practical implementation. Automation in Construction**, v. 20, n. 2, p. 126–133, mar. 2011.

MANZIONE, L. **Proposition of a conceptual framework for collaborative design management process with the use of BIM.** p. 343, 2013.

MEHRBOD, S. et al. Beyond the clash: Investigating BIM-based building design coordination issue representation and resolution. **Journal of Information Technology in Construction**, v. 24, n. October 2017, p. 33–57, 2019.

MEDEIROS, M. C. I.; MELHADO, S. B. **Gestão do conhecimento aplicada ao processo de projeto na construção civil: Estudos de caso em construtoras.** p. 419, 2013.

NÓBREGA JÚNIOR, C. L. **Coordenador de projetos de edificações: estudo e proposta para perfil, atividades e autonomia.** 2012. 227 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

PROJECT BUILDER. Projetos do Brasil. 2017. Disponível em: <

SACKS, R. et al. **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2021. 585 p.

SAMPIERI, Roberto Hernandez; COLLADO, Carlos Fernandez; LUCIO, Maria del Pilar Baptista. **Metodologia de Pesquisa**. 5. ed. Porto Alegre: Penso Editora, 2013. 612 p.

SANTOS, Vinicius Carrião dos. **Compromissos em equipes de projeto de edifícios** [manuscrito] / Vinicius Carrião dos Santos. – 2014. 188, f.: il.

SILVA, E. L. DA; MENEZES, E. M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. [s.l: s.n.]. v. 3

SUCCAR, B. Building Information Modelling Framework: A Research and Delivery Foundation for Industry Stakeholders. **Automation in Construction**, Australia, 2009. 357–375.

TZORTZOPOULOS, P. **Contribuições para o desenvolvimento de um modelo para a gestão do processo de projeto de edificações**. [s.l: s.n.].

Vitor Franzoi Fonseca. **UTILIZAÇÃO DE PLATAFORMAS WEB COLABORATIVAS NA COORDENAÇÃO DO PROCESSO DE PROJETO DE EDIFICAÇÕES EM BIM: ESTUDO DE CASO**. 2021. 89 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2021. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/225679>. Acesso em: 17 mar 2023.

ZANELLA, L. C. H. **Metodologia de Pesquisa 2013 2a edição reimpressa. Departamento de Ciências da Administração/ UFSC**, 2017.

APÉNDICE

APÊNDICE A – ConstrufLOW

A plataforma ConstrufLOW foi usada no presente estudo de caso, desse modo, para facilitar o entendimento da pesquisa, será explicado as funcionalidades da plataforma.

A plataforma ConstrufLOW, pertence a empresa ProjetoBIM, uma empresa de compatibilização de projetos interdisciplinares, nos últimos 6 anos participou de mais de 200 obras e gerando mais de 23 mil apontamentos. A plataforma é brasileira.

O ConstrufLOW oferece um gerenciador de problemas e software de validação de modelo para ajudar a indústria de construção internacional a otimizar os fluxos de trabalho BIM. A plataforma conta com plugins disponíveis para Revit e Navisworks. Seja através na versão web ou no plugin é possível definir nos apontamentos os prazos para resolução de problemas, disciplinas envolvidas, pavimento, marco do projeto etc. Na sequência será apresentada uma breve revisão de como são criados os apontamentos na versão web e plugin.

Inicialmente o projetista ou colaborador deve criar seu cadastro na página inicial da ConstrufLOW, e acessar o espaço privado onde aparecerá os empreendimentos que ele está vinculado. Na Figura 31, ao acessar a área do projeto, pode-se visualizar os apontamentos do projeto, na coluna da esquerda pode-se trocar a visualização para apontamentos do projeto, modelo BIM, dashboards, configurações do projeto, inteligência artificial, página inicial, download de plugin, configurações da empresa, configurações do perfil, logout e central de ajuda.

Figura 31 – Plataforma web do Construflow, visão principal.



Fonte: Elaboração própria (2023).

Na segunda coluna, encontra-se a lista completa dos problemas e questões de projetos, chamados de apontamentos, para criar um apontamento deve clicar em +. Na criação do apontamento, é onde as informações do novo problema ou questão do projeto serão inseridas, sendo assim, neste campo pode-se criar um título para a questão; definir a prioridade; selecionar as disciplinas envolvidas, incluindo o status e prazo; selecionar os locais onde a questão foi encontrada; selecionar a categoria, esta pode ser: interferência ou divergência entre disciplinas, divergência de informação, falha de graficação ou modelagem, definição, alteração de premissas, sugestão de mudança ou otimização, inconsistência técnica ou não atendimento as normas/legislação, não atendimento de premissas, ausência de informação ou não entrega, tarefa; definir a visibilidade, rascunho, grupo, coordenação ou público; selecionar o status, ativo, resolvido ou reprovado; comentar a questão; inserir imagens.

Figura 32 – Abertura de um novo apontamento

Fonte: Elaboração própria (2023).

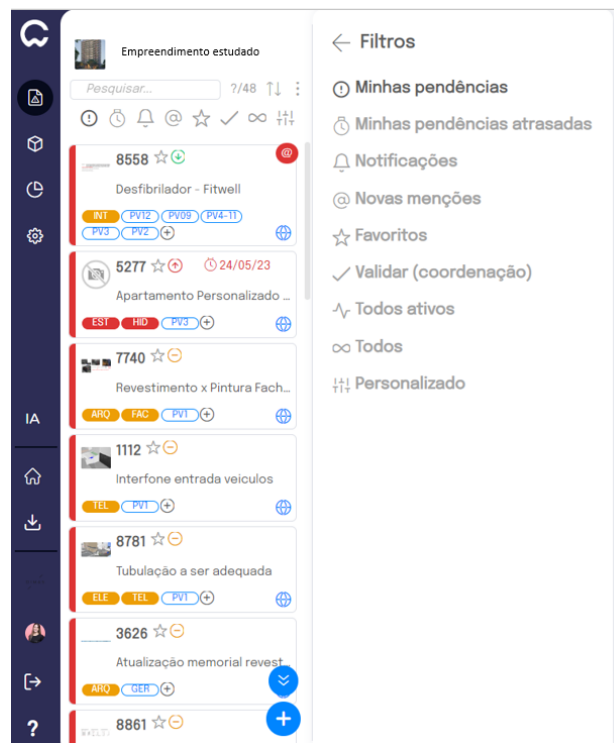
Com o apontamento publicado, os usuários podem adicionar novos comentários sobre a questão, incluir imagens e arquivos. Caso a questão esteja resolvida, o coordenador do projeto pode resolver o apontamento clicando no símbolo do lápis e salvar a operação clicando em salvar.

Figura 33 – Visualização de um apontamento aberto

Fonte: Elaboração própria (2023).

Ainda na página inicial onde mostra a lista dos apontamentos, temos opções que facilitam a procura e visualização dos apontamentos, da esquerda para a direita entram-se: minhas pendências, minhas pendências atrasadas, notificações, novas menções, favoritos, validar (coordenação), todos, e filtros. Na opção de filtros, temos opções personalizadas de visualização, onde podemos filtrar pelos dados do apontamento, disciplinas, dados pessoas, criação, publicação, edição e resolução.

Figura 34 – Personalização dos apontamentos listados



Fonte: Elaboração própria (2023).