

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA  
*CAMPUS CAJAZEIRAS*

ANTONIO GOMES DE FARIAS NETO

**ANÁLISE DOS PROCESSOS DE COLABORAÇÃO NO FLUXO DE TRABALHO  
DE PROJETOS EM BIM: UM ESTUDO DE CASO**

Cajazeiras-PB  
2023

ANTONIO GOMES DE FARIAS NETO

**ANÁLISE DOS PROCESSOS DE COLABORAÇÃO NO FLUXO DE TRABALHO  
DE PROJETOS EM BIM: UM ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba-*Campus* Cajazeiras, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil, sob Orientação do Prof. Me. Antonio Gonçalves Farias Júnior

Cajazeiras-PB  
2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

A224f Farias Neto, Antonio Gomes de

Análise dos processos de colaboração no fluxo de trabalho de projetos em BIM: um estudo de caso/Antonio Gomes de Farias Neto. – Cajazeiras/PB: IFPB, 2023.

73f.: il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba-IFPB, *Campus* Cajazeiras. Cajazeiras, 2023.

Orientador(a): Prof. Me. Antonio Gonçalves Farias Júnior.

1. Building Information Modeling 2. Metodologia BIM 3. Fluxo de projeto BIM  
I. Título.

CDU: 624:004

**ANTONIO GOMES DE FARIAS NETO**

**ANÁLISE DOS PROCESSOS DE COLABORAÇÃO NO FLUXO DE TRABALHO  
DE PROJETOS EM BIM: UM ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à  
Coordenação do Curso de Bacharelado em  
Engenharia Civil do Instituto Federal de  
Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba,  
*Campus* Cajazeiras, como parte dos  
requisitos para a obtenção do Título de  
Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em 12 de dezembro de 2023.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Me. Antonio Gonçalves Farias Júnior – IFPB-*Campus* Cajazeiras  
Orientador

---

Prof. Me. George da Cruz Silva – IFPB-*Campus* Cajazeiras  
Examinador

---

Prof. Me. Cicero Joelson Vieira Silva – IFPB-*Campus* Cajazeiras  
Examinador

Dedico este trabalho a minha eterna professora, a minha avó, Elza Simões de Farias. Sempre serei grato por ter me ensinado o valor da educação e do esforço desde a minha infância.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por me fazer humilde para entender que cada passo, por menor que seja, é uma oportunidade de dar o melhor de mim.

Aos meus pais, Lourival e Fabrícia, por contribuírem e comungarem da realização do meu projeto de vida e aos meus irmãos, Allan e Fellipe, por cooperarem para a concretização deste objetivo. A vocês, todo o meu amor e gratidão.

Aos meus avós, Elzinha, Nilton e Fatinha, por me fortalecerem diante das dificuldades.

Ao meu orientador Prof. Me. Antonio Gonçalves Farias Júnior, por confiar na minha pessoa e capacidade, dedicando-me o seu tempo e conhecimento.

Ao Prof. Me. Gastão Coelho, por toda a disponibilidade e contribuição desde a conceituação deste trabalho.

Ao Instituto Federal da Paraíba (IFPB) - *Campus* Cajazeiras, pelo esforço em nortear a construção do meu conhecimento.

À equipe da Melius Projetos, por acreditar no meu potencial e propiciar o caminho para que eu pudesse pôr em prática a minha perspectiva da engenharia. Agradeço especialmente à minha amiga e colega de trabalho Ingrid Lira, por ter me acompanhado desde o início e me impulsionado para a concretização desta etapa.

A Luiz Felipe, que tornou o processo de desenvolvimento desta pesquisa mais leve.

A I-Minerva, Empresa Júnior do IFPB, que proporcionou experiências transformadoras e me apresentou pessoas incríveis que foram exemplo para mim como estudante e futuro Engenheiro Civil. Agradeço especialmente ao meu Grupo C, composto por Ana Caroline, Camila e Clara, que desde o início me mostraram apoio e confiança.

Aos colegas de curso que acompanharam toda a minha jornada. Olhando para o início do caminho percorrido, agradeço a Silvana, Livia e Ana Vitoria por terem sido fortaleza durante o meu amadurecimento no curso. Para a caminhada após a pandemia, agradeço a Andrey, Lamec, Thiago e aos demais colegas por terem feito os períodos finais e decisivos mais leves.

Aos meus amigos da vida, que espero levar para sempre, e que me apoiaram durante esses cinco anos: João Victor, Michael, Myllene, Tamires, Tereza, Olivia, Victoria, Clara e Rafaela.

Por fim, a todos que de alguma forma estiveram presentes na minha jornada, muito obrigado.

## RESUMO

A colaboração desempenha um papel vital no desenvolvimento de projetos BIM, proporcionando uma comunicação aprimorada entre disciplinas, minimizando erros e agilizando decisões. A constante troca de informações cria um ambiente dinâmico, otimizando a eficiência do processo e garantindo a precisão e compatibilidade dos projetos. Este trabalho tem como foco a análise do fluxo de trabalho BIM nas fases anteriores ao projeto executivo, onde são estabelecidos procedimentos de colaboração e comunicação direta entre profissionais, caracterizando a integração de processos proposta pela metodologia BIM. A pesquisa, de natureza exploratória, adota um estudo de caso em uma empresa de engenharia civil do Alto Sertão Paraibano, concentrando-se na análise qualitativa dos processos colaborativos. O objetivo é caracterizar o fluxo de trabalho de projetos BIM por meio de análise documental, identificar os procedimentos colaborativos e comparar com o fluxo de trabalho de projeto BIM do escritório. Os resultados indicam que o escritório adere à maioria dos princípios da literatura revisada, mas enfrenta desafios relacionados à implementação do BIM na região e a questões organizacionais na atribuição de cargos e tarefas. Apesar das adversidades, o local de estudo apresenta uma cultura de colaboração contínua, buscando continuamente melhorias e ajustando os processos e tecnologias BIM para se alinharem ao contexto em que estão inseridos.

**Palavras-chave:** BIM; projetos; fluxo de trabalho; colaboração.

## ABSTRACT

Collaboration plays a vital role in BIM project development, facilitating enhanced communication between disciplines, minimizing errors, and expediting decision-making. The continuous exchange of information creates a dynamic environment, optimizing process efficiency and ensuring project accuracy and compatibility. This study focuses on analyzing the BIM workflow in phases preceding the executive project, where collaboration procedures and direct communication among professionals are established, characterizing the process integration proposed by the BIM methodology. The exploratory research adopts a case study approach in a civil engineering company in Alto Sertão Paraibano, concentrating on the qualitative analysis of collaborative processes. The goal is to characterize the BIM project workflow through document analysis, identify collaborative procedures, and compare them with the office's BIM project workflow. Results indicate the office adheres to most principles in the reviewed literature but faces challenges related to BIM implementation in the region and organizational issues in role and task allocation. Despite challenges, the study site exhibits a culture of continuous collaboration, actively seeking improvements and adjusting BIM processes and technologies to align with their context.

**Keywords:** BIM; projects; workflow; collaboration.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Evolução do processo de troca de informações. ....	15
Figura 2 – Uso do BIM no ciclo de vida de um empreendimento.....	18
Figura 3 – Modelo federado, composto por 4 modelos BIM autorais.....	20
Figura 4 – Curva de MacLeamy. ....	24
Figura 5 – Fluxo de projeto BIM nas fases de estudo preliminar e anteprojeto.....	25
Figura 6 – Fases e etapas de projeto. ....	25
Figura 7 – Exemplo de processo na linguagem BPMN.....	27
Figura 8 – Residência RR.....	34
Figura 9 – Desenhos técnicos em dwg. ....	45
Figura 10 – Modelagem 3D no <i>Sketchup</i> ®. ....	45
Figura 11 – Modelagem BIM no <i>Revit</i> ®.....	46
Figura 12 – Checklists e observações do modelo de arquitetura.....	47
Figura 13 – Checklists e observações da disciplina de estrutura.....	48
Figura 14 – Checklists e observações da disciplina de instalações hidrossanitárias. ....	48
Figura 15 – Modelo de estrutura.....	49
Figura 16 – Modelo de instalações hidrossanitárias vinculado a arquitetura e estrutura. ....	49
Figura 17 – Modelos de arquitetura e estrutura sendo compatibilizados. ....	50
Figura 18 – Modelos de estrutura e instalações hidrossanitárias sendo compatibilizados.....	50
Figura 19 – Modelos de arquitetura e instalações hidrossanitárias sendo compatibilizados....	51
Figura 20 – Criação de <i>issue</i> .....	51
Figura 21 – Exemplo de <i>clash</i> visual.....	52
Figura 22 – Interface do <i>BIMcollab</i> ® no <i>Revit</i> ®. ....	52
Figura 23 – Conflitos entre esquadrias e estrutura. ....	53
Figura 24 – Comparação visual da elevação dos níveis da estrutura. ....	54
Figura 25 – Representação visual do aumento da espessura da alvenaria.....	54
Figura 26 – Modelo federado do projeto residencial.....	57

## **LISTA DE FLUXOGRAMAS**

Fluxograma 1 – Metodologia. ....	30
Fluxograma 2 – Coleta e triagem de bibliografia. ....	31
Fluxograma 3 – Análise documental. ....	32

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Conceitos de ND ou LOD. ....	21
Quadro 2 – Formatos dos projetos cedidos. ....	34
Quadro 3 – Triagem das guias e manuais.....	37
Quadro 4 – Fluxogramas das análises dos documentos. ....	38
Quadro 5 – Caracterização de fluxo de trabalho de projetos BIM. ....	43
Quadro 6 – Escopo da equipe e responsabilidades.....	44
Quadro 7 – Comparativo Caracterização x Escritório de engenharia. ....	58

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BIM – *Building Information Modeling*.

CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção.

AEC – Arquitetura, Engenharia e Construção.

ABDI – Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial.

ND – Nível de Desenvolvimento.

LOD – *Level of Development*.

AIA – *American Institute of Architects*.

MPDFT – Ministério Público do Distrito Federal e Territórios.

IFC – *Industry Foundation Classes*.

BCF - *BIM Collaboration Format*.

AsBEA – Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura.

PEB – Plano de Execução BIM.

BPMN - *Business Process Model and Notation*.

LTDA – Sociedade Limitada.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>17</b>
2.1	OBJETIVO GERAL.....	17
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	17
<b>3</b>	<b>REFERÊNCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>18</b>
3.1	<i>BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)</i> .....	18
3.2	MODELO BIM.....	19
3.3	INTEROPERABILIDADE.....	22
3.4	FLUXO DE PROJETOS EM BIM.....	23
3.5	COORDENAÇÃO E COLABORAÇÃO EM PROJETOS.....	26
3.6	LINGUAGEM BPMN.....	27
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>29</b>
4.1	MÉTODO DE PESQUISA.....	29
4.2	FLUXO DE TRABALHO.....	33
4.3	LOCAL DE ESTUDO.....	33
4.4	ANÁLISE DO FLUXO DE PROJETOS DO ESCRITÓRIO .....	35
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E ANÁLISE.....</b>	<b>36</b>
5.1	CARACTERIZAÇÃO DO FLUXO DE TRABALHO DE PROJETO BIM.....	36
5.1.1	<i>Coleta e triagem.....</i>	36
5.1.2	<i>Análise documental.....</i>	38
5.1.2.1	<u>Levantamento de dados, plano de necessidades e estudo de viabilidade. ....</u>	<u>40</u>
5.1.2.2	<u>Estudo preliminar e anteprojeto.....</u>	<u>40</u>
5.1.2.3	<u>Projeto legal.....</u>	<u>42</u>
5.1.2.4	<u>Projeto básico.....</u>	<u>42</u>
5.1.3	<i>Resultados da análise documental.....</i>	42
5.2	ESTUDO DE CASO.....	43

5.2.1	<i>Fluxo de projetos do escritório</i> .....	44
5.3	ANÁLISE COMPARATIVA.....	55
5.3.1	<i>Resultados da análise comparativa</i> .....	58
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>60</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>62</b>
	<b>ANEXO A – FLUXOGRAMA DA FASE DE ESTUDO DE VIABILIDADE</b> .....	<b>65</b>
	<b>ANEXO B - FLUXOGRAMA DA FASE DE ESTUDO PRELIMINAR E ANTEPROJETO</b> .....	<b>66</b>
	<b>ANEXO C - FLUXOGRAMA DA FASE DE PROJETO BÁSICO</b> .....	<b>67</b>
	<b>ANEXO D - FASES, ETAPAS, ESCOPO DE ATIVIDADES E PRINCIPAIS ENTREGAS – DESENVOLVIMENTO PROJETUAL BIM</b> .....	<b>68</b>
	<b>ANEXO E - FLUXO ANALÍTICO DAS ETAPAS DE PROJETO</b> .....	<b>69</b>
	<b>ANEXO F - (DETALHAMENTO) FLUXO DAS ETAPAS DE PROJETO</b> .....	<b>70</b>
	<b>ANEXO G - (DETALHAMENTO) FLUXO DE ELABORAÇÃO DE PROJETOS – ARQUITETURA, ESTRUTURA E INSTALAÇÕES</b> .....	<b>71</b>
	<b>ANEXO H - FLUXO DE PROCESSO DE COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETO</b> .....	<b>72</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Embora a construção civil seja um dos setores em maior ascensão na economia brasileira, seus processos sofrem com a fragmentação no decorrer das fases do ciclo de vida de uma edificação. Esta subdivisão é causada pela insuficiente comunicação entre os diferentes agentes envolvidos, bem como pela crescente complexidade das construções e resulta em erros e omissões, especialmente na fase de desenvolvimento de projetos, que necessita de melhorias na circulação de informação, agregação de valor e integração (Xue; Shen; Ren, 2010; Leite *et al.*, 2015).

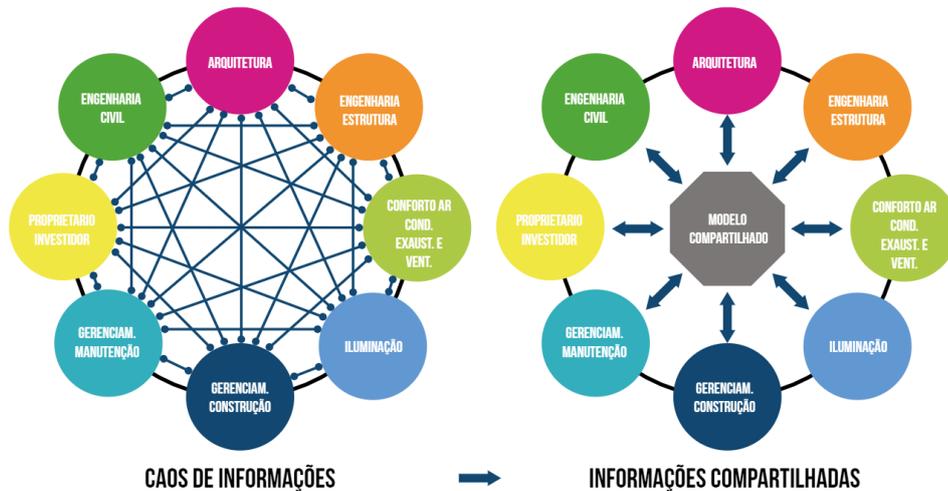
Para Leite *et al.* (2015), a falta de planejamento, prazos, retrabalho e compatibilização são queixas frequentes enfrentadas pelos projetistas em seu cotidiano, na maioria das vezes por adotarem métodos deficientes de gestão de projetos. Para solucionar esses problemas que afetam a precisão dos projetos, o mercado tem incentivado a adoção de tecnologias e iniciativas que possam melhorar a integração entre as diferentes partes envolvidas no processo (Kassem; Leusin, 2015).

O *Building Information Modeling* (BIM) é considerado uma das metodologias mais promissoras na construção civil, promovendo uma reestruturação significativa nos procedimentos de projeto, construção e agentes envolvidos em todo o ciclo de vida de uma edificação. Com o BIM, é possível criar um modelo digital da construção (Modelo BIM) com geometria e informações precisas. Esse protótipo possibilita a visualização minuciosa do projeto, favorecendo a colaboração e prevenindo erros e inconsistências. Como resultado, a produtividade e a efetividade dos projetos são aprimoradas, enquanto dados mais aprofundados e precisos são gerados. Ao mesmo tempo, os construtores obtêm benefícios como a iminente redução de gastos e de atrasos no cronograma (Kassem; Leusin, 2015; Eastman, 2014).

Segundo a Câmara Brasileira da Indústria da Construção – CBIC (2016), um modelo BIM é uma representação digital multidimensional que representa as características físicas e funcionais de edificações e instalações. Na construção civil, é comum criar modelos individuais para cada disciplina envolvida, como arquitetura, engenharia civil, estrutural, mecânica e elétrica. Como ilustrado na Figura 1, é importante manter a colaboração entre as disciplinas para integrar as diferentes áreas, possibilitando uma visão ampla do projeto e interligando diversos *softwares* e informações projetuais através do conceito de interoperabilidade, permitindo modificações precisas e rápidas através de elementos paramétricos. Além disso, o BIM pode integrar informações de um modelo 3D com o cronograma da construção, permitindo que os engenheiros obtenham informações diretas para rastrear predecessores e sucessores de

cada atividade e evitar conflitos de cronogramas e tarefas (Pinheiro, 2016; Tsai *et al.*, 2013).

Figura 1 – Evolução do processo de troca de informações.



Fonte: CBIC (2016).

A implementação do BIM é um agente transformador no fluxo de trabalho que antes era linear e paralelo, comprometendo o repasse de informações vitais entre projetos e projetistas, acarretando frustrações e fatores indesejados na construção de um empreendimento (CBIC, 2016).

De acordo com os estudos realizados por Moraes e Rodrigues (2022), o BIM tem um impacto significativo na forma como os escritórios de AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção) trabalham através do uso de ferramentas e processos padronizados, promovendo uma tomada de decisões mais eficiente e uma comunicação mais efetiva entre as diversas equipes envolvidas. Souza (2021) complementa que a concretização direta dessas estratégias no fluxo de trabalho destaca-se pelas vantagens que promove na gestão e coordenação de projetos e atesta que, em comparação com os métodos tradicionais, traz mais assertividade no desenvolvimento de projetos parametrizados de médio e grande porte por possibilitar a colaboração em tempo real de equipes multidisciplinares, em que os projetos podem ser compartilhados juntamente com suas informações e quantitativos de maneira ágil e precisa. Enfatiza ainda que a compatibilização de diferentes disciplinas, integra-as em um modelo único, e que a precisão na coleta de informações e insumos, geram entregáveis de qualidade e garantindo a produtividade nos processos (Souza, 2021).

A adoção da metodologia BIM, no entanto, implica uma reestruturação dos procedimentos convencionais, o que não é simples. Muitas empresas, escritórios e construtoras ainda resistem a mudanças e inovações em seus processos. De acordo com o Mapeamento de

Maturidade BIM no Brasil, realizado pelo Sienge (2022), as principais dificuldades na sua implementação incluem a falta de capacitação, investimento financeiro, estrutura e interesse, evidenciados pela insuficiência de planos de negócios sustentáveis para a utilização do processo supracitado. O estudo também aponta a baixa maturidade de outras soluções para a gestão e análise pós-projeto ao longo do ciclo de vida, bem como a escassez de profissionais qualificados no mercado devido à falta de capacitação e disseminação da metodologia na formação acadêmica (Pereira, 2022).

No Brasil, as microempresas com até 20 colaboradores são consideradas pioneiras na adoção da metodologia para elaboração de projetos de engenharia e arquitetura. No entanto, apesar de terem um fluxo de trabalho fundamentado em processos BIM, essas empresas ainda enfrentam adversidades que afetam sua produtividade e impedem a implementação ao longo do ciclo de vida de uma edificação. A plataforma referenciada também apresenta desvantagens quando o fator colaborativo é comprometido, uma vez que profissionais de diferentes disciplinas e fases no desenvolvimento de projetos podem ser terceirizados, comprometendo a integração proposta. Isso ocorre porque grande parte do mercado ainda adota metodologias e modelos de projetos defasados, o que dificulta a implantação (Sienge, 2022; Farias, 2022).

Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo analisar o fluxo de trabalho baseado em processos colaborativos para o desenvolvimento de projetos em BIM estabelecidos em um escritório de engenharia no Alto Sertão Paraibano, onde a implementação deste procedimento técnico é parcial ou nenhuma no setor de AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção). Buscou-se explorar e compreender os trâmites entre diferentes profissionais, tomando conhecimento das especificidades da implementação no local de estudo.

## **2 OBJETIVOS**

Nesse capítulo estão delineados os objetivos do Trabalho de Conclusão do Curso (TCC).

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Analisar os processos colaborativos dentro de um fluxo de trabalho para a elaboração de projetos em BIM, através de um estudo de caso numa empresa de engenharia civil no Alto Sertão Paraibano.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Para que o estudo atinja o objetivo, é necessário estabelecer objetivos específicos que proporcionem alcançar seus devidos fins, para isso foram definidas as seguintes etapas:

- caracterizar o fluxo de trabalho para o desenvolvimento de projetos BIM;
- identificar os procedimentos colaborativos no fluxo de trabalho de um projeto residencial;
- comparar o fluxo de trabalho BIM do estudo de caso selecionado, verificando os resultados obtidos.

### 3 REFERÊNCIAL TEÓRICO

Este capítulo se concentrou na literatura sobre o *Building Information Modeling* (BIM), avançando para o fluxo de trabalho de projetos BIM como campo de estudo desta pesquisa.

#### 3.1 BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)

O *Building Information Modeling* (BIM) é uma integração entre políticas, processos e tecnologias que redefinem a abordagem dos profissionais de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) no gerenciamento de edificações ao longo de seu ciclo de vida, assim contribuindo significativamente para a administração eficiente das atividades. Isso é alcançado através da minimização de conflitos entre disciplinas, redução de retrabalho e a facilitação da comunicação entre os profissionais envolvidos ao longo da vida útil da edificação (CBIC, 2016; ABDI, 2017; Pereira, 2017).

Na Figura 2, é ilustrado como uma única plataforma, o BIM, pode atender todo o ciclo de vida de um empreendimento, desde os primeiros estudos de viabilidade até a fase de operação e manutenção:

Figura 2 – Uso do BIM no ciclo de vida de um empreendimento.



Fonte: GDP (2023).

Segundo Eastman (2008, p.11), “BIM é uma tecnologia de modelagem associada a um conjunto de processos para produzir, comunicar e analisar modelos de edificações”. A Câmara Brasileira da Indústria da Construção - CBIC (2016) complementa essa afirmação, descrevendo-o como um processo que viabiliza o armazenamento, intercâmbio, consolidação e fácil acesso a diversas categorias de informações relacionadas a edificações ou instalações específicas. Esse processo progressivo é realizado por meio de um modelo virtual que incorpora informações precisas, desenvolvido de forma colaborativa desde as etapas de estudo, concepção e elaboração de projetos, fases iniciais no ciclo de vida de um empreendimento (Eastman *et al.*, 2014).

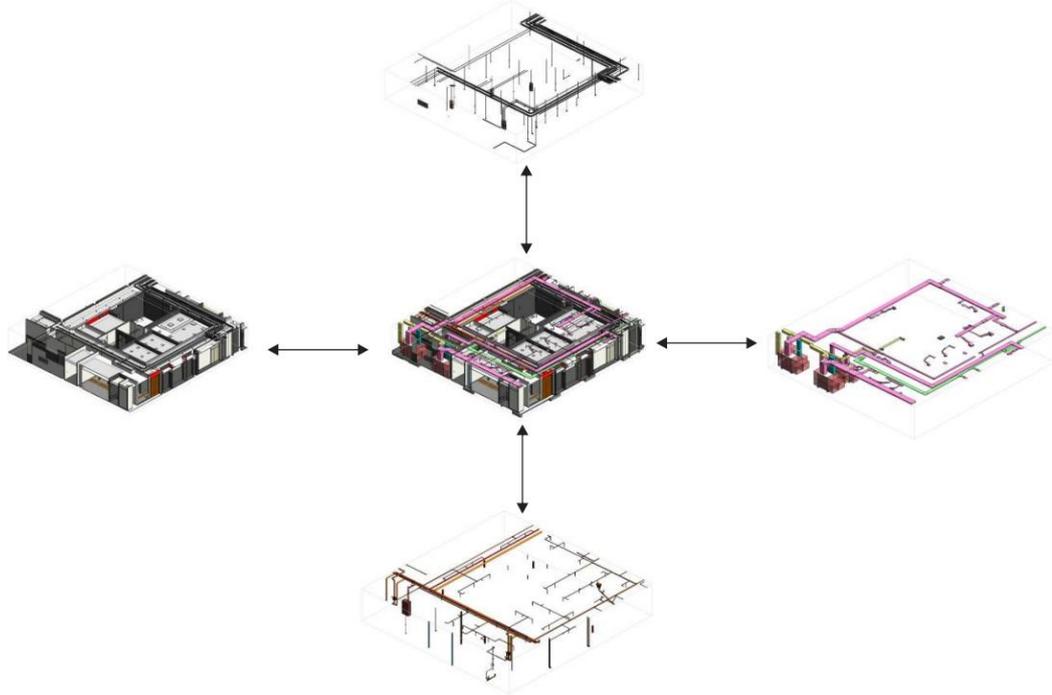
Durante a elaboração de projetos, o BIM se destaca como um processo drástico a ser implementado, provocando mudanças significativas nas soluções técnicas e introduzindo novas abordagens no mercado. Um elemento crucial é a otimização do processo, integrando diferentes projetos e minimizando imprevistos de tempo e custo durante a construção ou a manutenção da edificação. Essa otimização é possível por meio da implementação de uma prática integrada, um fluxo de trabalho conduzido por uma equipe interdisciplinar responsável por gerenciar modelos BIM. Todos esses modelos são interoperáveis e paramétricos, ou seja, são respectivamente capazes de serem operados com outros e permitem mudanças dinâmicas e inteligentes nos modelos, visando ao aprimoramento contínuo ao longo do processo de projeto de uma edificação e oferecendo suporte às decisões tomadas em todas as etapas (CBIC, 2016; Menezes, 2011; ABDI, 2017).

### 3.2 MODELO BIM

A Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial – ABDI (2017) simplifica o Modelo BIM como a integração de arquivos de diferentes disciplinas, incorporando dados a todos os elementos construtivos para facilitar a compatibilização. Com isso, o termo "modelo federado" refere-se a essa integração de arquivos interoperáveis entre si e gerados por diversas disciplinas integradas, em que cada disciplina contribui com um "modelo BIM autoral" para o projetista desenvolver as especificidades.

A Figura 3 ilustra quatro arquivos interoperáveis separados, representando modelos BIM autorais de cada disciplina, e que integrados formam um modelo federado que oferece uma visão completa da edificação.

Figura 3 – Modelo federado, composto por 4 modelos BIM autorais.



Fonte: AsBEA (2015)

Um modelo BIM oferece aos projetistas uma compreensão aprimorada do empreendimento, evitando equívocos, agilizando processos e gerando propostas alinhadas com as expectativas do contratante. Além disso, facilita a integração entre os diferentes modelos BIM autorais e a execução do projeto, contribuindo para uma tomada de decisões mais eficientes (Pereira, 2017; Eastman *et al.*, 2014).

Modelos que se limitam à modelagem 3D desprovida de informações associadas, que não se baseiam em objetos paramétricos inteligentes e que não realizam atualizações automáticas não podem ser considerados verdadeiros modelos BIM (CBIC, 2016). E com isso, Pereira (2017) afirma que os processos BIM vão além, apresentando uma abordagem integrada para centralizar informações essenciais sobre uma edificação.

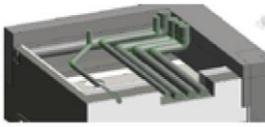
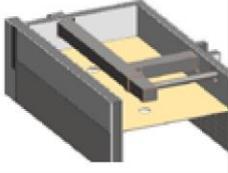
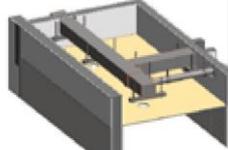
Considerando geometria, propriedades e comportamento, o BIM utiliza um modelo paramétrico para representar elementos construtivos. Esse processo envolve a definição de relações e regras para controlar parâmetros, permitindo variações adaptáveis. Isso possibilita mudanças dinâmicas refletidas em todo o projeto, com a capacidade de ajustar características para atender necessidades específicas sem a necessidade de redesenho. Os objetos paramétricos, por sua vez, oferecem ao usuário a possibilidade de alterar medidas e outras características de suas partes constituintes. Essa abordagem proporciona uma compreensão detalhada em diversas fases do projeto, favorecendo a colaboração entre todas as partes envolvidas (Coelho; Novaes,

2008; Eastman et al., 2014; Pereira, 2017). Devido a flexibilidade do modelo BIM em gerenciar informações de maneira coerente ao longo das fases de projeto e à criação de modelos autorais e federados, são estabelecidas diretrizes para categorizar o Nível de Desenvolvimento (ND). Este atua como orientação, permitindo a especificação do conteúdo do modelo BIM, abrangendo tanto o refinamento geométrico quanto a quantidade de informações associadas a cada componente (CBIC, 2016).

O esquema LOD (*Level Of Development*) ou Nível de Desenvolvimento (ND), definido pelo *American Institute of Architects* – AIA (2013) e padronizado pelo BIMForum (2016), assegura consistência na comunicação e colaboração, facilitando a definição detalhada das entregas BIM ao estabelecer um padrão de referência em contratos e planos de execução BIM (ABDI, 2017). A conceituação de ND ou LOD é apresentada no Quadro 1.

Quadro 1 – Conceitos de ND ou LOD.

LOD	CONCEITO E REPRESENTAÇÃO VISUAL			
100	O Elemento do Modelo pode ser representado, via gráfico, no Modelo com um símbolo ou outra ilustração genérica, mas não atende as premissas para LOD. 200.			
	Arquitetura	Estrutura	Instal. Prediais	HVAC
		N.A	N.A	N.A
200	O Elemento do Modelo é ilustrado graficamente no Modelo como um sistema não específico, objeto ou montagem com medidas quantitativas estimadas por aproximação, tamanho, forma, localização e orientação.			
	Arquitetura	Estrutura	Instal. Prediais	HVAC
				
300	Elemento do Modelo é simbolizado graficamente no Modelo como um sistema, objeto ou conjunto peculiar em relação à quantidade, tamanho, forma, localização e orientação.			
	Arquitetura	Estrutura	Instal. Prediais	HVAC
				
350	O Elemento do Modelo é retratado graficamente no Modelo como um sistema, objeto ou conjunto particular em termos de quantidade, tamanho, forma, orientação e interfaces com outros sistemas de construção.			
	Arquitetura	Estrutura	Instal. Prediais	HVAC

LOD	CONCEITO E REPRESENTAÇÃO VISUAL			
				
400	O Elemento do Modelo é representado graficamente no Modelo como um sistema, objeto ou conjunto típico em relação ao tamanho, forma, localização, quantidade e orientação com detalhes, fabricação, montagem e informações de instalação.			
	Arquitetura	Estrutura	Instal. Prediais	HVAC
				
500	O Elemento do Modelo é uma representação examinada em campo em referência ao tamanho, forma, localização, quantidade e orientação.			
	Arquitetura	Estrutura	Instal. Prediais	HVAC
				

Fonte: Adaptado de ABDI (2017, adaptado de *LOD Specification* BIMForum 2016).

### 3.3 INTEROPERABILIDADE

Pretendendo facilitar a troca de informações entre os participantes de um processo deve-se proceder a escolha sobre os *softwares*, ferramentas e demais aspectos relacionados ao desenvolvimento de projetos, de forma que seja promovida uma comunicação integrada e eficaz. Essa conexão deve ocorrer sem perdas, evitando a redundância de dados e o retrabalho e garantindo assim uma legítima criação do modelo BIM, mediante o uso satisfatório da informação (Mattei, 2008; Eastman et al., 2014). Por conseguinte, torna-se imprescindível que esses modelos sejam interoperáveis entre si.

Visto a necessidade de examinar minuciosamente este conceito, entende-se que:

Os conceitos de interoperabilidade e comunicação estão intimamente associados. A interoperabilidade depende da comunicação e vice-versa. Fazendo uma analogia com os princípios da razoabilidade e proporcionalidade do Direito: um juiz em uma decisão não há como ser razoável sem ser proporcional e vice-versa. O mesmo acontece com a interoperabilidade e a comunicação, pois não há como falar de uma sem mencionar a outra (MPDFT, 2020, p. 48).

A aplicabilidade da interoperabilidade é essencial ao gerenciamento de dados em projetos BIM, garantindo a troca eficiente de informações entre diferentes modelos BIM autorais desenvolvidos por profissionais distintos, sem perda de parâmetros ou impacto nos

sistemas, sendo indispensável para a satisfatória colaboração. Assegurar a interoperabilidade entre os instrumentos envolve a escolha entre adotar um ou mais formatos de arquivos BIM acessíveis, classificados como padrão aberto ou arquivo proprietário (MPDFT, 2020).

O *Industry Foundation Classes* (IFC), padrão aberto proposto para o BIM, constitui-se um padrão neutro definido para o compartilhamento de informações entre aplicativos desenvolvidos por diferentes programadores de *softwares*, através de uma linguagem padronizada. O IFC, por ocorrer mediante a decomposição dos objetos em componentes básicos, como geometria, parâmetros e informações, permite a transferência eficiente de dados do modelo entre diversas disciplinas (CBIC, 2016; Eastman *et al.*, 2014).

O *BIM Collaboration Format* (BCF) é outro exemplo de padrão aberto e neutro e consiste numa ferramenta específica para privilegiar uma colaboração conveniente, gerando relatórios que registram as coordenadas 3D do modelo. Destaca interferências entre os diversos modelos BIM das disciplinas, cuja percepção é conhecida como *clash detection*, um processo automatizado para identificar conflitos geométricos e funcionais entre os elementos de um modelo. Tais informações são assinaladas em arquivos como o BCF, incluindo localização, classificação da criticidade e comentários. Esse mecanismo assegura uma compatibilização assertiva entre as disciplinas, processo que envolve a sobreposição de dois ou mais modelos BIM autorais, identificando intercessão entre eles e possibilitando soluções ainda na fase de projeto (MPDFT, 2020; ABDI, 2017; CBIC, 2016).

É importante salientar que os formatos proprietários de intercâmbio de informações são projetados para serem gerenciados pelo *software* que os originou e facilitar a comunicação entre um conjunto de aplicações complementares provenientes do mesmo desenvolvedor, funcionando exclusivamente para os propósitos para os quais foram desenvolvidos. Os intercâmbios de informações por meio desses formatos geralmente são de alta qualidade, com poucas perdas de dados e inconsistências (CBIC, 2016; MPDFT, 2020).

Assegurar a interoperabilidade é essencial para propiciar a colaboração e comunicação em um fluxo de trabalho de projetos em BIM. Essa prática não apenas refina a eficiência dos projetos, mas também viabiliza a produção, atribuindo às empresas que a adotam uma vantagem competitiva inevitável (Mattei, 2008).

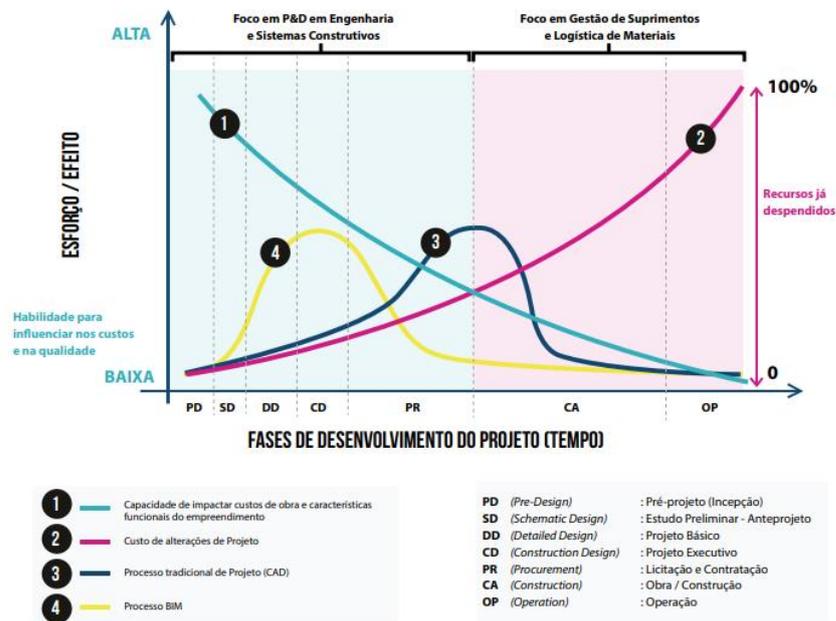
### 3.4 FLUXO DE PROJETOS EM BIM

O Decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020, que institui a adoção do BIM na realização de obras e serviços de engenharia, em seu Art. 4º, detalha as etapas de sua implementação no

Brasil, sendo a primeira fase, em vigor desde 1º de janeiro de 2021, que estabelece a incorporação da tecnologia no desenvolvimento de projetos de arquitetura e engenharia realizados, de forma direta ou indireta, por órgãos e entidades da administração pública federal (Brasil, 2020).

Um fluxo de projeto em BIM fundamenta-se na intensidade da troca de informações que propicie a administração de todas as fases do ciclo de vida do projeto, que compreende, na sequência, o planejamento, projeto e construção, a operação e a manutenção, visando otimizar os resultados (Barros e Silva, 2016).

Figura 4 – Curva de MacLeamy.



Fonte: CBIC (2016).

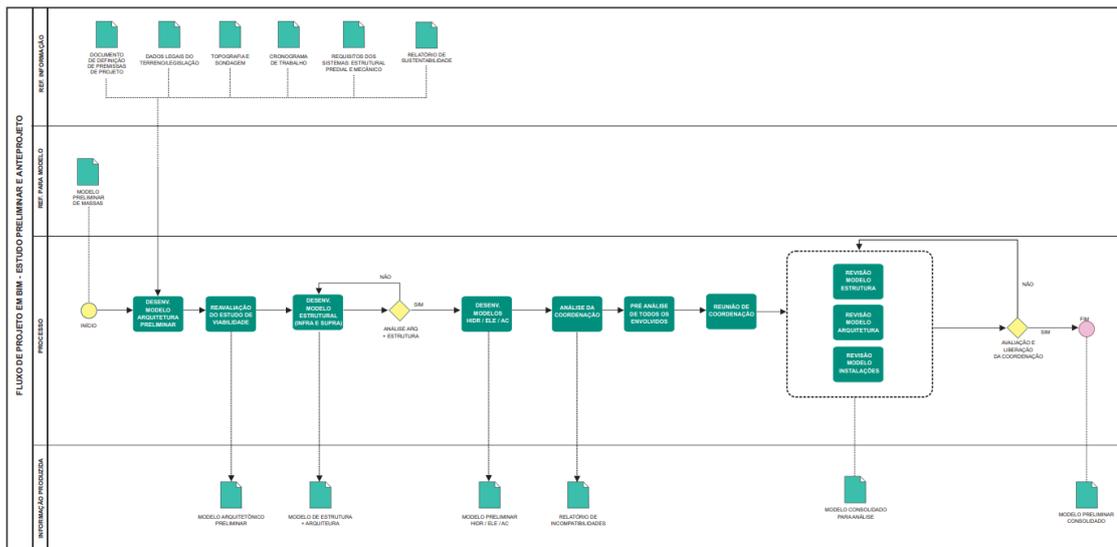
A Curva de MacLeamy, representada na Figura 4, destaca a relação entre o esforço e o tempo referente ao ciclo de vida de um empreendimento, desde à concepção até a operação. Da leitura e interpretação do gráfico observa-se que em um processo em BIM, a produtividade e o esforço são concentrados nas fases anteriores ao projeto executivo. Essas etapas iniciais fornecem maior agilidade para definir soluções construtivas e agenciar alterações que abalam, de forma positiva, os custos e o desempenho. Em divergência ao processo tradicional o esforço é mais, comumente, voltado para a fase de projeto executivo, resultando em custos mais elevados para modificações no projeto (AsBEA, 2015; CBIC, 2016).

O Plano de Execução BIM (PEB) se estabelece como um instrumento essencial nesse contexto, sendo elaborado pelo contratante para facilitar o gerenciamento de informações ao longo de todo o ciclo do projeto BIM, desde a concepção até o desenvolvimento. Este documento detalha os processos e arranjos tecnológicos a serem adotados, esclarecendo o

processo de elaboração dos modelos e projetos, controle de qualidade, checagem de interferências, entregáveis e as responsabilidades de cada envolvido (MPDFT, 2020).

Como componente de um PEB, fluxos de trabalho das atividades de processo de projeto simultâneas são mapeados em fluxogramas detalhados destacando os principais marcos e atividades para a obtenção dos entregáveis em cada fase do processo. A Figura 5, expõe um fluxo de projeto em BIM generalizando a interação entre as disciplinas.

Figura 5 – Fluxo de projeto BIM nas fases de estudo preliminar e anteprojeto.



Fonte: AsBEA (2015)

Em um fluxo de trabalho em BIM, as decisões cruciais para o desenvolvimento do projeto são tomadas nas fases iniciais, em que os modelos passam por uma maturação progressiva, culminando na extração dos documentos necessários (AsBEA, 2015).

Na Figura 6, estão delineadas as fases e etapas mais comuns na contratação de um projeto em BIM.

Figura 6 – Fases e etapas de projeto.

Fases e Etapas de Projeto	
Fases	Etapas
<b>CONCEPÇÃO DO PRODUTO</b>	Levantamento de dados (LV) Programa de Necessidades (PN) Estudo de Viabilidade (EV)
<b>DEFINIÇÃO DO PRODUTO</b>	Estudo Preliminar (EP)
<b>IDENTIFICAÇÃO E SOLUÇÃO DE INTERFACES</b>	Anteprojeto (AP) Projeto Legal (PL) Projeto Básico (PB)
<b>PROJETO DE DETALHAMENTO DE ESPECIALIDADES</b>	Projeto Executivo (PE)
<b>PÓS-ENTREGA DO PROJETO</b>	

Fonte: MPDFT (2020).

As atividades em um fluxo de projetos BIM fundamentam-se na colaboração constante entre disciplinas durante o desenvolvimento do projeto. Ao longo das etapas, é crucial estabelecer acordos sobre a organização dos modelos e o manuseio desses nos procedimentos de colaboração (ABDI, 2017).

### 3.5 COORDENAÇÃO E COLABORAÇÃO EM PROJETOS

O Ministério Público do Distrito Federal e Territórios - MPDFT (2020) enfatiza que a sinergia na Construção Civil solicita a integração de diferentes operadores em um fluxo de trabalho complexo ao longo da vida útil de um empreendimento. Neste contexto, a metodologia BIM sobressai-se por otimizar esses processos, destacando a colaboração conjunta de todas as disciplinas envolvidas na coordenação do processo de projeto e no desenvolvimento do modelo BIM, visto que todas as informações estão concentradas em um único local (Manziona, 2013).

As ferramentas BIM viabilizam uma comunicação eficaz da equipe, favorecendo uma visão e análise pormenorizada das informações desde as fases iniciais do projeto, fato que proporciona mais tempo para que o projetista se dedique à avaliação de cenários hipotéticos. A integração da tecnologia com os processos de projeto em BIM diligencia a implementação de soluções, a detecção de interferências e as atualizações automáticas das modificações no modelo, juntamente com a precisão na extração de quantitativos (Rokooei, 2015; Ferreira, 2015).

A concretização de uma coordenação eficaz depende da responsabilidade da equipe em instituir um cronograma de atividades para o desenvolvimento de projetos em BIM e agenciar um fluxo de trabalho que promova uma troca frequente de informações entre os agentes responsáveis pelo modelo BIM autoral. Análises internas, como a constatação de interferências, são realizadas por intermédio da conciliação entre os projetos de diversas disciplinas, utilizando um modelo federado, presente desde as fases de estudo preliminar e anteprojeto. Nesse processo a interoperabilidade é um conceito fundamental que solicita a adoção de um arquivo, em formato aberto e neutro, como o IFC ou o estabelecimento de um arquivo e formato proprietário único para todas as disciplinas (AsBEA, 2015; CBIC, 2016).

Em função da descrição das fases de projeto, o Ministério Público do Distrito Federal e Territórios – MPDFT (2020) determina cláusulas que devem estar inclusas, diretamente e indiretamente, no propósito de qualquer verdadeiro fluxo de trabalho para o desenvolvimento de projetos em BIM. Especificamente no contexto para coordenação, compatibilização e a comunicação entre os modelos e projetistas, destacam-se:

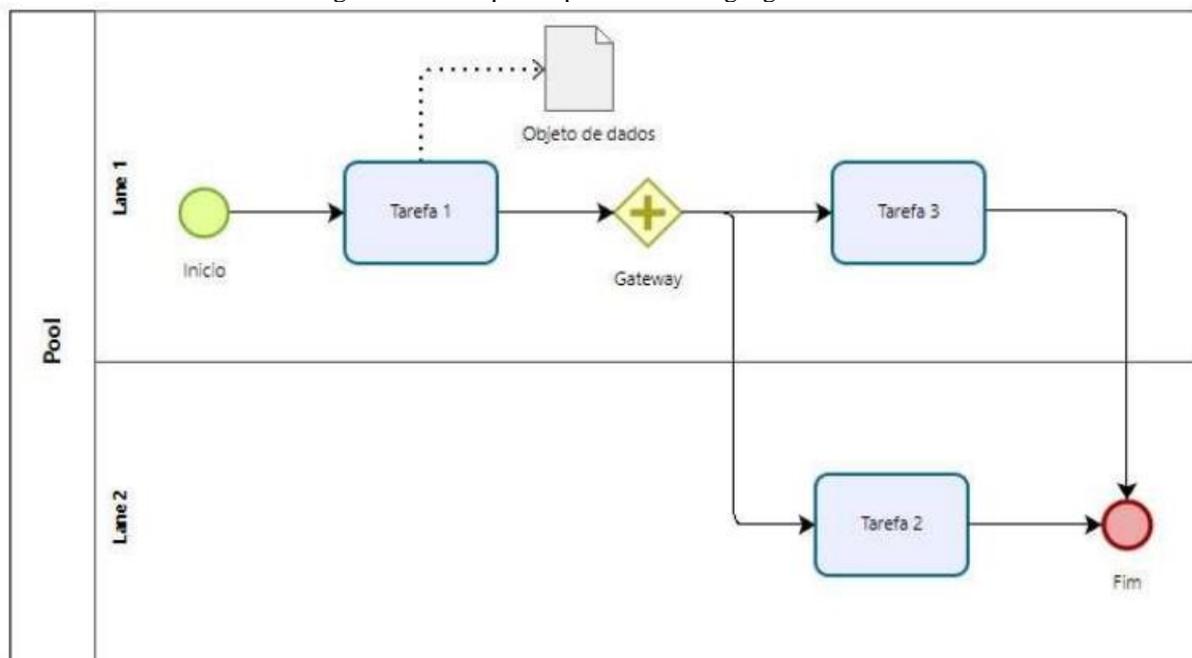
- criar um modelo BIM autoral para cada disciplina;
- realizar o desenvolvimento simultâneo dos projetos, garantindo a interoperabilidade entre os modelos;
- agenciar o intercâmbio de dados em formato proprietário e formato aberto (IFC);
- efetuar a federação de modelos;
- realizar a checagem de interferências (*clash detection*), com geração de relatórios em BCF;
- proceder com compatibilizações ao longo e no término de cada etapa do projeto, incluindo a elaboração de relatórios de incompatibilidade.

### 3.6 LINGUAGEM BPMN

A *Business Process Model and Notation* (BPMN) é uma linguagem de modelagem gráfica padronizada usada na configuração de processos de negócios em organizações, utilizando de elementos organizados em diagramas para ilustrar de forma clara como os processos são executados (SEGEMT, 2016).

A Figura 7 exemplifica a estrutura de uma modelagem de processo em BPMN usando o software *Bizage Modeler*®.

Figura 7 – Exemplo de processo na linguagem BPMN.



Fonte: Lira (2023).

Os processos são representados por *pools*, onde se processam as ações, distribuídas em *lanes*, que são demarcações do fluxo conferidas aos agentes envolvidos. Cada processo possui um evento de início e fim, que compreende tarefas padrão que são os tipos de atividades dos

processos setorizados por *lanes*. Pela análise e interpretação da Figura 7, a tarefa 1 está relacionada a um objeto de dados, representando informações pertinentes à realização da atividade. Em seguida, um *gateway* indica o caminho para a continuidade do fluxo, no caso do exemplo sendo descrito, a realização simultânea das tarefas 2 e 3 e após, a finalização do processo (Lira, 2023; SEGEMT, 2016).

Esta abordagem inicial é essencial para o estabelecimento da compreensão dos fundamentos básicos sobre a linguagem de processos BPMN, que será abordada posteriormente em fluxogramas desenvolvidos para a esta pesquisa.

## 4 METODOLOGIA

Neste capítulo são apresentadas as estratégias e técnicas dos procedimentos metodológicos que serão utilizadas no desenvolvimento do TCC.

### 4.1 MÉTODO DE PESQUISA

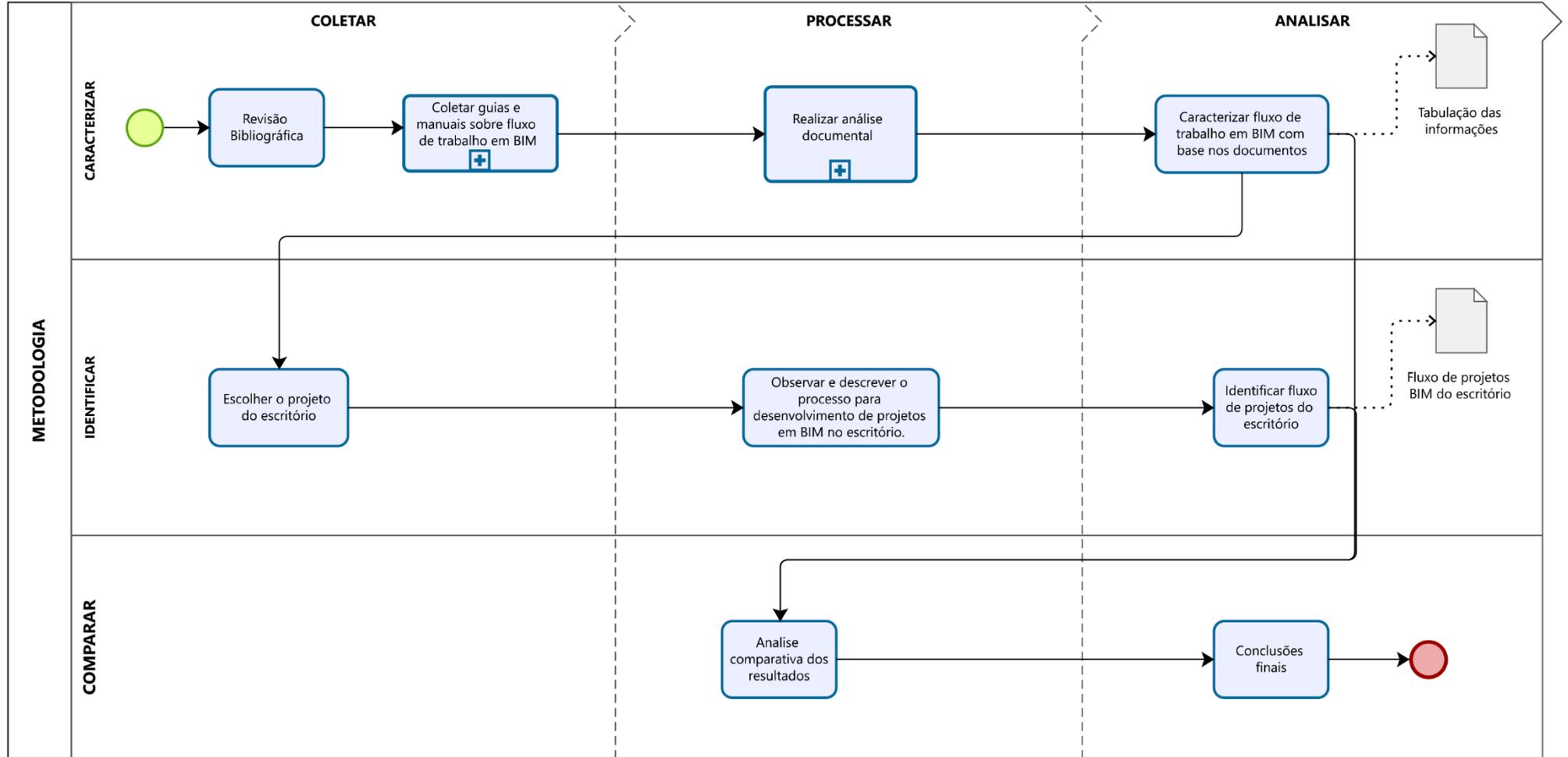
Os métodos empregados nesta pesquisa envolvem, inicialmente, um estudo bibliográfico abrangente, explorando os principais conceitos e aplicações da tecnologia BIM e o processo de elaboração de projetos BIM. Para isso, foram consultadas diversas fontes bibliográficas, como livros, artigos científicos, monografias, dissertações, teses e coletâneas relacionadas ao tema. Essa revisão teórica proporciona uma compreensão aprofundada dos tópicos de pesquisa e fornece o sustentáculo necessário para a execução deste trabalho.

A pesquisa tem caráter exploratório, buscando fornecer uma visão abrangente sobre um evento específico. O método utilizado é um estudo de caso, que conforme Yin (2001, p.32) “é uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto de vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos”.

O estudo de caso da pesquisa em questão concentra-se na análise do fluxo de processos BIM de uma empresa de engenharia civil localizada no Alto Sertão Paraibano. Analisando os projetos contratados para uma residência unifamiliar cedidos pelo escritório escolhido como ambiente de estudo, que engloba as disciplinas de arquitetura, instalações elétricas e hidrossanitárias e estrutura. Os projetos de engenharia em BIM foram desenvolvidos como base para um projeto executivo, sendo acompanhado nessa pesquisa apenas as etapas anteriores a mesma, visto que representam as fases com mais trâmites e necessidade de coordenação entre os colaboradores internos e externos.

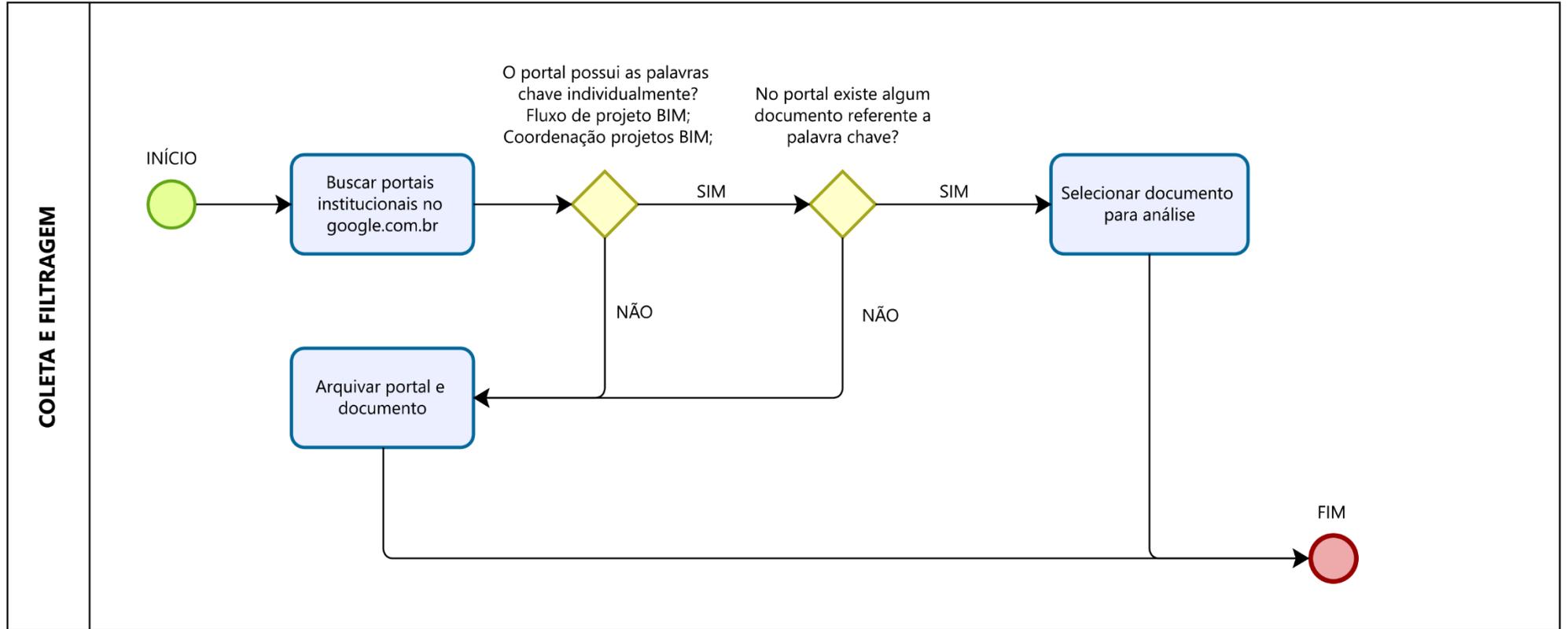
A análise de dados deu-se de forma documental, com objetivo de analisar qualitativamente a comunicação dos agentes envolvidos nos processos colaborativos baseados na interoperabilidade entre as informações durante as fases iniciais de projeto. A metodologia utilizada neste trabalho está resumida nos Fluxogramas 1, 2 e 3, que estão ilustrados em Notação de Modelagem de Processos de Negócios (BPMN). Essa notação oferece uma abordagem intuitiva para diagramação, permitindo a representação de detalhes complexos do processo e delineando como os objetivos específicos a serem alcançados (Capote, 2012).

Fluxograma 1 – Metodologia.



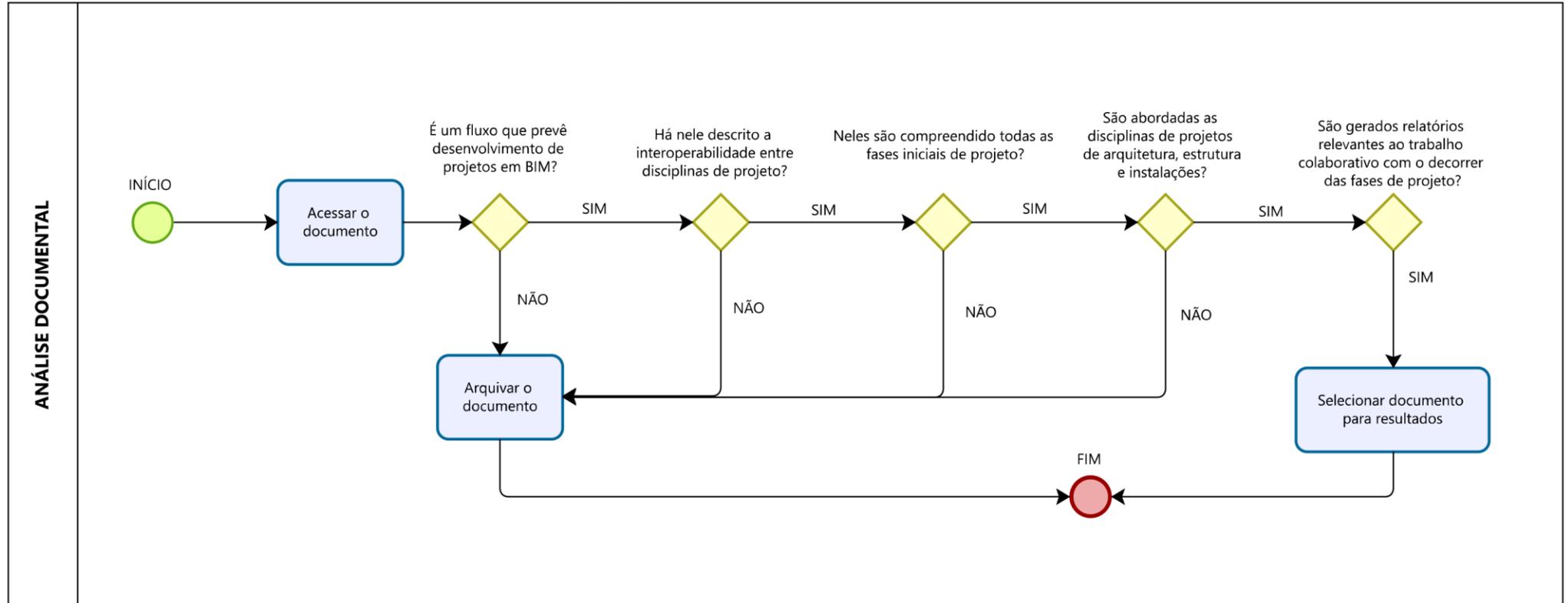
Fonte: Autoria própria (2023).

Fluxograma 2 – Coleta e triagem de bibliografia.



Fonte: Autoria própria (2023).

Fluxograma 3 – Análise documental.



Fonte: Autoria própria (2023).

## 4.2 FLUXO DE TRABALHO

Foi realizada uma análise documental para obter uma caracterização precisa do fluxo de trabalho adequado ao desenvolvimento de projetos BIM. Essa análise abrangeu manuais e guias desenvolvidos por entidades federais, estaduais e privadas com recorte temporal dos anos de 2015 a 2023, garantindo uma compreensão abrangente e atualizada das tendências, melhores práticas e regulamentações neste período específico. O processo para coleta e triagem desses normativos está descrito no Fluxograma 2, após coletados, sendo realizado, em seguida, a análise documental com filtros estabelecidos para a seleção assertiva dos documentos, como está detalhado no Fluxograma 3. Esta pesquisa foi fundamental para atingir o primeiro objetivo específico, que consiste em identificar as características essenciais do fluxo de trabalho na elaboração de projetos BIM, nas fases de projeto conceitual e anteprojeto. Conforme o referencial teórico, essas fases iniciais concentraram as principais atividades de coordenação integrada entre profissionais de diversas disciplinas, representando a capacidade única do BIM de influenciar custos e qualidade antes da fase de projeto executivo.

A análise dos documentos selecionados permitiu caracterizar o fluxo de trabalho adequado para a colaboração eficaz entre profissionais e a interoperabilidade entre as informações geradas, estabelecendo uma base sólida para alcançar o terceiro objetivo específico.

## 4.3 LOCAL DE ESTUDO

O escritório de engenharia foi utilizado como ambiente de trabalho no mercado privado, sendo um escritório reconhecido pela elaboração de projetos de engenharia civil em várias disciplinas e tendo executado numerosos projetos em BIM na região do Alto Sertão Paraibano. A escolha do escritório para a pesquisa justificou-se pela participação ativa do pesquisador, que faz parte da equipe assumindo a função de estagiário, bem como por existirem estudos prévios que indicam que o escritório possui grande maioria dos indicadores e ferramentas propostas por Leusin (2018), que aborda as boas práticas no gerenciamento e coordenação de projetos, como também os principais títulos e as correspondentes propostas de conteúdo para a elaboração do Plano de Execução BIM (PEB) (Lira, 2023).

A pesquisa foi caracterizada como um estudo de caso do fluxo de trabalho em BIM no desenvolvimento do conjunto de projetos cedidos pelo escritório, referentes a uma residência unifamiliar na cidade de Sousa/PB. Os projetos selecionados incluem as disciplinas de arquitetura, estrutura, instalações elétricas e instalações hidrossanitárias e contaram com a

participação direta do pesquisador nas etapas anteriores ao projeto executivo, o que permitiu uma análise detalhada do processo. A Figura 8 apresenta uma imagem realista do projeto de arquitetura.

Figura 8 – Residência RR.



Fonte: Arquiteto autor (2022)

A execução dos projetos selecionados para a pesquisa foi realizada no período de julho a outubro de 2023, garantindo que os resultados da pesquisa reflitam o contexto atual da execução de projetos na empresa durante esse intervalo de tempo específico. Ao abordar esse recorte temporal, será possível analisar as estratégias no fluxo de trabalho em BIM durante o desenvolvimento desses projetos específicos.

Os projetos foram disponibilizados em seus formatos nativos de seus respectivos *softwares*, como especificado no Quadro 2.

Quadro 2 – Formatos dos projetos cedidos.

<b>DISCIPLINA</b>	<b>SOFTWARE</b>	<b>FORMATOS</b>	<b>AUTOR</b>
Arquitetura	<i>Sketchup</i> ®, <i>AutoCAD</i> ® e <i>Revit</i> ®	.skp, .dwg e .rvt	Arquiteto autor e Modelador BIM
Estrutura	<i>CypeCAD</i> ®, <i>AutoCAD</i> ® e <i>Revit</i> ®	.ifc, .dwg e .rvt	Engenheiro de estruturas
Instalações hidrossanitárias	<i>Revit</i> ®	.rvt	Engenheiro de instalações
Instalações elétricas	<i>Revit</i> ®	.rvt	Engenheiro de instalações

Fonte: Aatoria própria (2023).

Além disso, foram fornecidos documentos correspondentes aos relatórios de análise inicial para estabelecer definições de engenharia, destacando inconsistências ou possíveis alterações necessárias na arquitetura para a execução dos projetos. Também foram incluídos relatórios de compatibilização entre as disciplinas, com o objetivo de alinhar possíveis

mudanças na arquitetura. Esses relatórios apontam incompatibilidades e *clash detection* (detecção de conflitos), encontrados por meio da sobreposição dos modelos BIM em um único modelo, utilizando o *software Navisworks*©.

#### 4.4 ANÁLISE DO FLUXO DE PROJETOS DO ESCRITÓRIO

O segundo objetivo específico envolve o acompanhamento e análise de etapas específicas do fluxo de trabalho de um escritório em um projeto residencial. A meta priorizou a identificação da coordenação colaborativa entre os profissionais nas etapas anteriores ao projeto executivo, destacando a interoperabilidade entre os modelos BIM autorais fornecidos. Esses modelos incluem o projeto arquitetônico, projeto estrutural, projeto de instalações hidrossanitárias e projeto de instalações elétricas.

Durante a análise, foram descritas as fases anteriores ao projeto executivo, visando esclarecer as atividades individuais e coletivas de cada disciplina. Procedeu-se a investigação sobre como as informações eram compartilhadas, considerando o formato do arquivo (aberto ou proprietário), e como os agentes se comportam nas etapas de *clash detection* com base na federação de modelos BIM. Vale ressaltar que esta pesquisa se concentra na análise qualitativa dos trâmites e atividades colaborativas no desenvolvimento de um projeto no escritório, não competindo a análise qualitativa dos modelos para alcançar o objetivo específico.

Por fim, realizou-se uma análise comparativa entre os resultados obtidos na análise documental e no estudo de caso, atendendo ao terceiro objetivo específico.

## 5 RESULTADOS E ANÁLISE

Neste capítulo, apresentam-se os resultados derivados da presente pesquisa. Inicialmente, delinea-se o processo de coleta e triagem dos documentos, assim como a análise documental associada, concentrando-se no fluxo de trabalho do projeto BIM durante as fases de levantamento de dados, programação de necessidades, estudo de viabilidade, estudo preliminar, anteprojeto, projeto legal e projeto básico. Destacam-se os pontos e características pertinentes ao trabalho colaborativo entre os profissionais como produto desse processo. Posteriormente, descreve-se o estudo de caso relacionado à configuração do fluxo de trabalho na elaboração de projetos do escritório. Por fim, realiza-se uma análise comparativa entre os estudos, gerando conclusões sobre a qualificação do escritório em relação aos processos colaborativos delineados previamente na análise documental.

### 5.1 CARACTERIZAÇÃO DO FLUXO DE TRABALHO DE PROJETO BIM

Seguindo a metodologia delineada no Fluxograma 2, após a revisão da literatura, é prevista a coleta e seleção de fontes bibliográficas que discutem ou descrevem fluxos de trabalho em BIM e forneceram documentos adequados para análise. Com isso, foram delineados os pontos específicos dos documentos para as fases iniciais de projeto.

#### 5.1.1 Coleta e triagem

Esse processo culminou na triagem de 7 guias e manuais, abrangendo instituições federais, estaduais, regionais e privadas que atenderam aos filtros estabelecidos e estão dentro do recorte temporal, conforme listados a seguir:

- Guia BIM Fascículo 2, Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (AsBEA), 2015.
- Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras, Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), 2016;
- Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC, Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), 2017;
- Caderno de Especificação de Projetos em BIM, Governo de Santa Catarina, 2018;
- Caderno de Projetos e de Gestão de Edificações em BIM, Ministério Público do Distrito Federal e Territórios (MPDFT), 2020.

- Caderno 11 - Especificações Técnicas para Contratação de Projetos em BIM, Governo do Paraná, 2023;
- Guias de contratação BIM, Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) e BIM Fórum Brasil, 2023;

A partir deste ponto, os guias e manuais foram nomeados pelo seu respectivo órgão regulador e o ano de publicação. Isso facilitou na diagramação do Quadro 3, que reflete na triagem estabelecida no Fluxograma 3.

Quadro 3 – Triagem das guias e manuais.

	Prevê/descreve um fluxo para o desenvolvimento de projetos em BIM?	Há nele explícito a interoperabilidade entre disciplinas de projeto?	Nele é compreendido todas as fases iniciais de projeto?	São abordadas as disciplinas de projetos de arquitetura, estrutura e instalações?	São gerados relatórios relevantes ao trabalho colaborativo com o decorrer das fases de projeto?
AsBEA, 2015	X	X	X	X	X
CBIC, 2016	X	X		X	X
ABDI, 2017	X	X	X	X	
Governo de Santa Catarina, 2018		X	X	X	
MPDFT, 2020	X	X	X	X	X
Governo do Paraná, 2023			X	X	
ABDI e BIM Fórum Brasil, 2023			X	X	X

Fonte: Autoria própria (2023).

Após a leitura e triagem das guias e manuais, a análise documental identificou dois documentos que atendem aos requisitos estabelecidos.

A Guia BIM Fascículo 2 da Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura – AsBEA, foi desenvolvida para demonstrar os novos métodos de trabalho e estratégias de relacionamentos entre profissionais da construção que são estabelecidos com a implantação do BIM. Para os objetivos desta pesquisa, o documento se mostra relevante por delinear a intensidade da troca de informações e coletividade nos processos de projeto BIM, descrevendo os procedimentos de colaboração e propondo fluxos de trabalho com marcos ao decorrer das fases de projeto (AsBEA, 2015).

O Manual de Projetos e Gestão de Edificações em BIM do Ministério Público do Distrito Federal e Territórios representa um guia direcionado à orientação e implementação de diretrizes e procedimentos BIM na elaboração dos projetos internos do órgão. Ele fundamenta-se nos processos da metodologia BIM, nas normas técnicas vigentes e nos regulamentos nacionais relacionados ao BIM, com o objetivo de promover o trabalho colaborativo entre os participantes do projeto. Este manual estipula requisitos para a execução dos projetos e estabelece fluxos de trabalho que incorporam os processos BIM, facilitando a colaboração direta ao longo de todas as etapas do processo (MPDFT, 2020).

Conforme discutido anteriormente, esses refletem a um fluxo de trabalho de projetos em BIM coeso de acordo com a literatura, quadros e fluxogramas apresentados nos documentos.

Os fluxogramas e quadros presentes nos documentos estão nos anexos desta pesquisa, como delineado no Quadro 4.

Quadro 4 – Fluxogramas das análises dos documentos.

<b>ANEXO</b>	<b>AUTORIA</b>	<b>CONTEÚDO</b>
A	AsBEA, 2015	Fluxograma da fase de estudo de viabilidade
B	AsBEA, 2015	Fluxograma da fase de estudo preliminar e anteprojeto
C	AsBEA, 2015	Fluxograma da fase de projeto básico
D	MPDFT, 2020	Fases, etapas, escopo de atividades e principais entregas – Desenvolvimento projetual BIM
E	MPDFT, 2020	Fluxo Analítico das Etapas de Projeto
F	MPDFT, 2020	(Detalhamento) Fluxo das Etapas de Projeto
G	MPDFT, 2020	(Detalhamento) Fluxo de Elaboração de Projetos – Arquitetura, Estrutura e Instalações
H	MPDFT, 2020	Fluxo de Processo de Compatibilização de Projeto

Fonte: Autoria própria (2023).

### 5.1.2 Análise documental

Tanto a AsBEA (2015) quanto o MPDFT (2020) delineiam o mesmo escopo para as fases de projeto e têm como fundamento o compartilhamento total de informações de forma interoperável. Isso implica a utilização de arquivos em padrão aberto ou proprietário. O cenário descrito para a troca de dados demanda um ambiente comum de dados, onde cada disciplina desenvolve independentemente seu modelo BIM autoral, disponibilizando-o em um servidor de hospedagem (MPDFT, 2020; AsBEA, 2015).

O fundamento do processo multidisciplinar é a colaboração simultânea, promovendo o desenvolvimento integrado de projetos. A coordenação e compatibilização de projetos, nesse contexto, demandam colaboração ativa e comunicação eficiente. Essas atividades são intrinsecamente complexas, exigindo a atuação de profissionais específicos. Seguindo as diretrizes do MPDFT (2020), são atribuídos cargos para planejamento, compatibilização e execução, desempenhados por:

- Coordenador de Projetos: responsável por facilitar a comunicação e garantir a precisão na transmissão de informações e diretrizes de projeto. Encarregado de organizar cronogramas, coordenar reuniões e monitorar e supervisionar as equipes de projeto;
- Agente Compatibilizador: papel exercido por todos os envolvidos no projeto, tendo a responsabilidade de garantir a qualidade do produto por meio da checagem de interferências, porém ainda precisando reportar ao gerente BIM e coordenador de projetos;
- Gerente BIM: responsável por cumprir o plano de execução BIM, integrar disciplinas, validar modelos, coordenar reuniões de compatibilização, gerenciar a comunicação eficaz entre os participantes e promover um ambiente colaborativo.

No processo de compatibilização, a técnica recomendada é a federação dos modelos, que consiste na integração de todos os modelos BIM autorais em um único modelo. Em consonância às orientações da MPDFT (2020), a abordagem envolve o desenvolvimento simultâneo das disciplinas de engenharia, como estrutura e instalações, correlacionadas ao modelo de arquitetura por meio de um ponto de referência único. Além disso, é estabelecida uma ordem de precedência para o desenvolvimento e compatibilizações dos modelos, privilegiando as disciplinas de arquitetura e estrutura, seguidas pela disciplina de instalações, que é realizada ao final (MPDFT, 2020; AsBEA, 2015).

Ambos os documentos estabelecem um processo para o controle de qualidade dos modelos durante o fluxo de projeto. Segundo a AsBEA (2015), esse processo inclui a verificação visual, a validação dos elementos, a conferência padrão e a checagem de interferências. A última etapa é determinante para a compatibilização dos projetos ao final de cada fase do fluxo, sendo designada a responsabilidade a um agente específico.

O MPDFT (2020) também define verificações periódicas em cada modelo BIM, atribuindo esse encargo ao designado de cada disciplina. Além disso, ao final de cada etapa de projeto, a validação final é realizada pelo coordenador de projetos e pelo gerente BIM. Embora essa responsabilidade possa ser atribuída a outros profissionais, ela permanece primariamente nas mãos desses dois agentes.

A partir deste ponto, serão delineadas as atividades identificadas com a progressão das etapas dentro de um fluxo de projetos em BIM.

#### 5.1.2.1 Levantamento de dados, plano de necessidades e estudo de viabilidade.

Antes do efetivo desenvolvimento do projeto, é primordial a realização de um levantamento dos dados e requisitos fundamentais do empreendimento. Essas são integradas em um plano/programa de necessidades, que compõe as referências para a elaboração dos projetos, iniciando pelo estudo de viabilidade (MPDFT, 2020; AsBEA, 2015).

Após o estabelecimento das informações de referência, são definidas diretrizes iniciais para a elaboração dos projetos. Ambas MPDFT (2020) e a AsBEA (2015) marcam o início do processo de estudo de viabilidade com a definição das equipes em uma reunião inicial, onde o projeto é apresentado, a equipe de projetistas é designada e as diretrizes são estabelecidas e comunicadas entre os envolvidos. A atividade projetual a ser desenvolvida é o modelo arquitetônico do estudo de massas, em que a sua viabilidade é avaliada pelo cliente, em que se aprovado, tem-se como produto um modelo preliminar de massas, quantitativos de áreas e esboços técnicos. Estas informações são encaminhadas para a próxima etapa.

#### 5.1.2.2 Estudo preliminar e anteprojeto

A AsBEA (2015) sustenta que, devido a um estudo de viabilidade apresentar um nível de informações mais elevado, a etapa do estudo preliminar alcança dados aproximados ao esperado de um anteprojeto. Com base nessa perspectiva, a guia apresenta as duas fases em um fluxograma unificado (Anexo B), iniciando com a maturação do estudo de massas, a partir da reavaliação do estudo de viabilidade, resultando em um modelo de arquitetura preliminar. Na sequência, desenvolve-se o modelo estrutural a partir das informações da arquitetura, possibilitando uma análise integrada entre arquitetura e estrutura. Caso aprovada, os modelos preliminares de instalações são desenvolvidos.

Com os modelos preliminares das disciplinas como produtos até esse ponto, realiza-se uma análise de coordenação, gerando um relatório de incompatibilidades que todos devem considerar em suas pré-análises individuais. Através de uma reunião de coordenação, os modelos são alinhados e revisados para formar um modelo federado consolidado, sujeito à avaliação e liberação pela coordenação. O desfecho do processo é alcançado com a obtenção de um modelo preliminar consistente, atendendo ao nível de informações esperado para um

anteprojeto, uma vez que o guia unifica as duas fases em um único entendimento e segue para o projeto legal (AsBEA, 2015).

Em contrapartida, o MPDFT (2020) concebe a fase de estudo preliminar como um estágio destinado a definição o produto (Anexo D), delineando atividades que englobam a definição do cronograma de projetos, realização de reuniões para verificação e discussão de possíveis incompatibilidades entre o empreendimento e seus entornos, condução de análises da edificação e geração de relatórios correspondentes. Durante esta etapa, o documento não aborda o desenvolvimento dos modelos de estrutura e instalações, reservando a elaboração dos estudos preliminares para as disciplinas na fase de anteprojeto, que aponta a necessidade de tal desenvolvimento.

A etapa de anteprojeto compreende a elaboração de um modelo arquitetônico que agrega informações suficientemente consolidadas para a elaboração dos estudos preliminares de estrutura e instalações. Estes últimos são desenvolvidos seguindo a ordem previamente delineada, com o objetivo de criar modelos com base naqueles que já possuem informações mais avançadas. Em contraste com a abordagem da AsBEA (2015), o MPDFT (2020) deixa implícita a fase de compatibilização, que resulta na geração de um modelo federado englobando todas as disciplinas. O Anexo H ilustra como esse processo é executado.

Inicialmente, os arquivos nos formatos nativos do *software* de trabalho deveram ser exportados para o formato IFC, seguido por uma verificação individual para controle de qualidade, em que correções são documentadas no formato BCF. Após a correção, o modelo federado é compatibilizado, e uma checagem de conflitos é realizada, descrevendo as interferências entre os modelos em um relatório BCF. Isso prepara o terreno para uma reunião de compatibilização, resultando na análise e correção dessas interferências. As alterações são comunicadas ao coordenador e gerente BIM, que têm a responsabilidade de aprovar ou não o controle de qualidade. Se aprovado, o modelo federado compatibilizado se torna o produto final do processo, juntamente com os relatórios de compatibilização (MPDFT, 2020).

Em relação ao nível de desenvolvimento, a AsBEA (2015) não estabelece um ND específico para os elementos desenvolvidos na fase de projeto. Por outro lado, o MPDFT (2020) associa um ND 200 como uma representação viável para a realização de anteprojeto, uma vez que incorpora informações geométricas ligeiramente mais detalhadas. A partir das próximas fase, não há uma jurisdição do ND específico para as etapas, podendo ser interpretado nas literaturas que os modelos vão compor de elementos em diferentes níveis de desenvolvimentos superiores a um LOD 200.

### 5.1.2.3 Projeto legal

Ambos os documentos descrevem o desenvolvimento do projeto legal de arquitetura paralelos ao desenvolvimento das fases de anteprojeto das disciplinas de estrutura e instalações, em que o MPDFT (2020) estabelece novamente a ordem de elaboração dos anteprojetos, de acordo com a consolidação do modelo com maior grau de dificuldade de modificação.

O caderno também compete a essa fase a compatibilização do projeto legal de arquitetura com os modelos de anteprojeto das outras disciplinas, seguindo o mesmo processo descrito na etapa anterior.

### 5.1.2.4 Projeto básico

A última fase antes do projeto executivo, conforme apresentado no fluxograma do Anexo C pela AsBEA (2015), inicia-se com o desenvolvimento do modelo básico de arquitetura e estrutura, que resulta na criação de um modelo federado abrangendo essas disciplinas, sujeito a um processo direto para a verificação de interferências. Após essa etapa, o desenvolvimento do modelo básico de instalações é liberado, passando por uma verificação semelhante.

Realiza-se uma pré-análise de todas as especificidades, resultando em um relatório de incompatibilidades. Posteriormente, ocorre uma reunião de coordenação, fundamentando a revisão de todos os modelos de projeto básico, estabelecendo um modelo consolidado encaminhado para análise, sujeito à avaliação e liberação pela coordenação. Ao final do processo, obtém-se um modelo consistente destinado à fase de projeto executivo, juntamente com documentações de projeto básico que podem ser extraídas do modelo de forma assertiva (AsBEA, 2015).

O MPDFT (2020) apresenta uma abordagem semelhante, com a elaboração inicial dos projetos básicos de arquitetura e estrutura, seguidos das disciplinas complementares. Estes modelos são compatibilizados seguindo o mesmo esquema das etapas seguintes (a út H), mostrando uma complexidade maior no gerenciamento das informações que a AsBEA (2015).

### *5.1.3 Resultados da análise documental*

Os dois documentos abrangem o mesmo escopo ao longo das fases do projeto, detalhando procedimentos semelhantes. No entanto, o MPDFT (2020), oferece informações práticas mais abrangentes do que aquelas apresentadas de forma mais genérica no guia da AsBEA (2015).

No Quadro 5, estão delineados pontos, atividades e características fundamentais do processo colaborativo em um fluxo de trabalho para projetos BIM nas fases iniciais de projetos abordadas.

Quadro 5 – Caracterização de fluxo de trabalho de projetos BIM.

<b>PONTOS FUNDAMENTAIS PARA O TRABALHO COLABORATIVO EM UM FLUXO DE PROJETOS BIM</b>
Ambiente comum de dados
Reunião inicial de projeto
Definição de equipes
Compartilhamento de arquivos em formato padrão ou proprietário
Ordem de precedência para o desenvolvimento e compatibilização de projetos
Todos os projetos desenvolvidos de forma simultânea
Controle de qualidade dos modelos
Federação dos modelos
Compatibilização ao fim de cada etapa
Geração de relatório de incompatibilidades
Reunião de coordenação
Validação e aprovação dos modelos por agente específico

Fonte: Autoria própria (2023).

## 5.2 ESTUDO DE CASO

O estudo de caso em questão abordou a elaboração dos projetos para uma residência unifamiliar, com autoria arquitetônica externa e colaboração nos projetos de engenharia realizada pelo escritório de engenharia. Neste contexto, foram delineados o fluxo de trabalho que representam os procedimentos colaborativos adotados atualmente pela empresa. O objetivo foi analisar se estavam alinhados com os pontos anteriormente listados, referentes às estratégias do BIM para estabelecer a colaboração e a comunicação eficiente entre os agentes envolvidos.

O escritório apresenta um setor para cada disciplina, composto por um coordenador e um ou mais projetistas, um coordenador de projetos e um responsável pela compatibilização dos projetos. A definição de equipes para o desenvolvimento dos projetos e as suas atividades primordiais estão delineadas no Quadro 6.

Quadro 6 – Escopo da equipe e responsabilidades.

<b>DEFINIÇÃO DE EQUIPES</b>		
<b>SETOR</b>	<b>CARGOS</b>	<b>ATIVIDADES</b>
Coordenação de Estruturas	Coordenador e projetistas estruturais	Desenvolver modelo de estrutura
Coordenação de modelagem BIM	Coordenador e modelador BIM	Desenvolver modelo BIM de arquitetura
Coordenação de Instalações	Coordenador e projetistas de instalações elétricas e hidrossanitárias	Desenvolver modelos de instalações.
Coordenação de projetos	Coordenador de projetos	Coordenação e supervisão das atividades das equipes de projeto
Compatibilização	Projetistas no geral	Compatibilizar os projetos, realizando a checagem de interferências

Fonte: Autoria própria (2023).

### 5.2.1 Fluxo de projetos do escritório

O escritório foi contratado para desenvolver os projetos de engenharia, abrangendo as disciplinas de estrutura e instalações, em um cenário em que o projeto arquitetônico é elaborado por um agente externo. Diante dessa condição, a empresa implementou processos colaborativos que incorporam o modelo de arquitetura no fluxo de projetos.

As fases iniciais, como levantamento de dados, plano de necessidades e estudo de viabilidade, tiveram sua participação minimizada, uma vez que o modelo de arquitetura fornecido já havia passado por essas análises preliminares, definindo a concepção do empreendimento e contando com respaldo técnico e regulamentado de um projeto técnico, além da documentação em nível de projeto executivo nos padrões do escritório de arquitetura. No entanto, as disciplinas de engenharia ainda requerem uma análise específica em relação ao uso da edificação e outros fatores pertinentes às definições de engenharia.

Após a formalização do contrato, o modelo de arquitetura foi disponibilizado nos formatos .dwg e .skp, arquivos nativos dos *softwares* AutoCAD© e Sketchup©, respectivamente. O primeiro (Figura 9), corresponde aos desenhos técnicos em 2D, apresentando vistas técnicas e detalhamentos essenciais para a interpretação das informações. Já o segundo (Figura 10), representa a modelagem 3D da residência. É importante observar que o modelo em Sketchup© não é paramétrico, portanto, não possui usabilidade BIM, mas é empregado para proporcionar uma visualização mais aprimorada da volumetria, elevações e detalhes da edificação.

Figura 9 – Desenhos técnicos em dwg.



Fonte: Arquiteto Autor (2022)

Figura 10 – Modelagem 3D no Sketchup©.



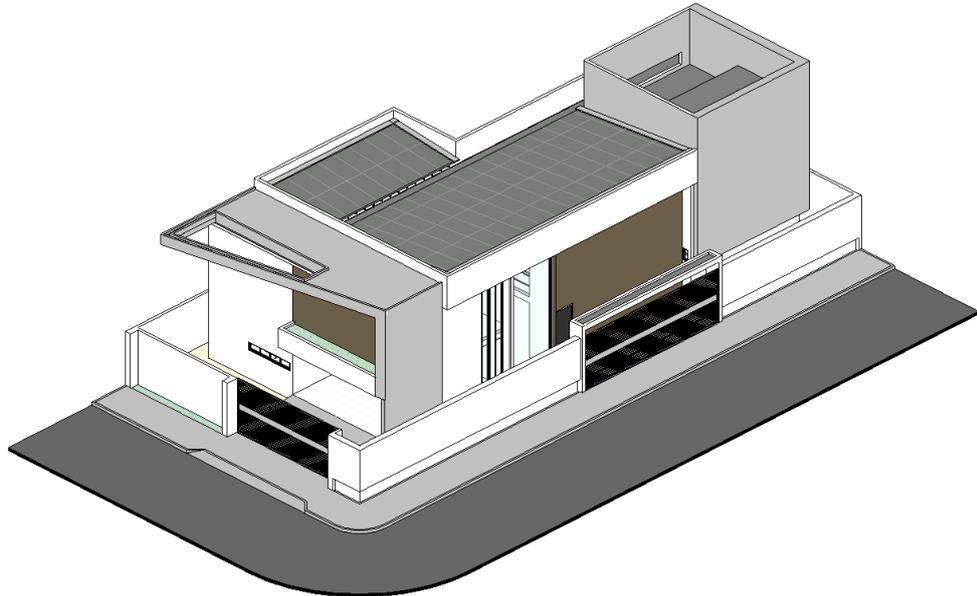
Fonte: Arquiteto autor (2022).

Com essas informações, o escritório desenvolve a sua própria modelagem BIM da edificação. Esse processo dá abertura para encontrar incompatibilidades entre os próprios modelos fornecidos pelo arquiteto autor do projeto ao colocar a arquitetura sob a perspectiva de um modelo paramétrico. No escritório, o *software* utilizado é o *Revit*©.

A modelagem da arquitetura na ferramenta BIM segue diretrizes específicas para coordenar os projetos de forma simultânea e garantir definições alinhadas. Algumas dessas diretrizes incluem a definição dos níveis do projeto e a criação de elementos como pisos, paredes, entre outros, de acordo com os níveis definidos. Adicionalmente, estabelece-se um

ponto de referência para coordenar os modelos, cujas definições serão discutidas durante a reunião inicial de projeto. A Figura 11 apresenta o modelo BIM de arquitetura desenvolvido.

Figura 11 – Modelagem BIM no *Revit*®.



Fonte: Escritório de engenharia (2023).

O modelador BIM desempenha um papel crucial no alinhamento inicial da arquitetura, garantindo consistência no modelo repassado para o desenvolvimento de projetos de outras disciplinas, como parte integrante de um fluxo de projeto BIM abrangente. Seu papel inclui a aplicação de senso crítico nas informações, validando o modelo e solicitando correções para preencher lacunas ou resolver inconsistências.

Após a conclusão da modelagem, eventuais incompatibilidades e pré-requisitos são identificados e descritos em um relatório de análise inicial de projeto, sendo encaminhadas para validação e resolução pelo arquiteto autor. No entanto, neste projeto específico, não foram identificadas divergências significativas, uma vez que os arquivos apresentavam desenhos e representações 3D coerentes. Na Figura 12, tem-se um modelo de checklist de análise para a modelagem e algumas inconsistências observadas.

Figura 12 – Checklists e observações do modelo de arquitetura.

## 01. CHECKLIST DE ANÁLISE - MODELAGEM BIM

ITEM	RESPOSTA
01. Há arquivo Sketchup para melhor visualização de detalhes do projeto?	Sim.
02. Definição de níveis	Rua = 0.00 m Estacionamento = 0.15 m Terraço = 0.85 m Térreo = 0.90 m Pavimento 1 = 4.40 m Laje = 7.90 m Platibanda = 9.10 m Caixa D'água = 10.75 m
03. Espessura da alvenaria	Padrão de 0.15 m, com ocasionalmente aparecendo outras espessuras.
04. Peitoris e alturas de janelas estão corretos?	Existem inconsistências.
05. Tipo, altura e aberturas das portas estão corretos?	Existem inconsistências.
06. Existem desníveis nos pisos?	Sim, em variados ambientes.
07. Tipo de cobertura está correto?	Sim, telha de fibrocimento e laje impermeabilizante.
08. Algeroz e calhas estão inseridos?	Sim.

## 01. OBSERVAÇÕES SOBRE A ARQUITETURA

**1.1 ESCADAS EXTERNAS**

Descrição:  
Ambas as escadas externas estão com pouco detalhamento levando em consideração os encaixes e acabamento analisados no arquivo do sketchup.



Sugestão:  
Definir detalhamento.

**1.2 INCONSISTÊNCIA NOS FORROS**

Descrição:  
Em cortes diferentes temos os mesmos ambientes com alturas de forro diferentes, 3.02, 3.05 ou nenhum forro.



Sugestão:  
Definir os ambientes cobertos por forro e padronizar as alturas.

Fonte: Escritório de engenharia (2023).

Após consolidar a arquitetura base, realiza-se a reunião inicial de projeto, onde são instituídas diretrizes para a utilização do modelo. Durante a reunião, apresenta-se o modelo de arquitetura, incluindo a definição dos níveis, identificação de inconsistências nas informações e estabelecimento do ponto de referência do modelo no *Revit*®. Essa designação alinhada entre os projetistas é crucial para estabelecer a origem do sistema de coordenadas do projeto, facilitando a criação do modelo federado.

Com o estabelecimento desse marco inicial, os responsáveis por cada disciplina elaboram relatórios de análise inicial de projeto. Esses relatórios incluem um checklist das definições analisadas, abordando uma análise crítica das técnicas construtivas, identificando eventuais inconsistências e propondo soluções para essas. Nas Figuras 13 e 14, estão ilustradas as *checklists* e observações para estrutura e instalações hidrossanitárias.

Figura 13 – Checklists e observações da disciplina de estrutura.

**01. CHECKLIST DE ANÁLISE - ESTRUTURA DE CONCRETO**

ITEM	RESPOSTA
01. Pilares locados junto a caixa d'água?	É necessário alinhar a parede direita da caixa d'água para permitir o alinhamento
02. Espaço entre laje e forro é suficiente? (recomendado 45 cm considerando altura de maior viga)	Talvez insuficiente, 37 cm em algumas áreas e 27 cm em outras
03. Balanços acima de 4 m?	Viga de volumetria frontal com balanço de 5 m, entretanto há possibilidade de inserir um pilar e diminuir o balanço para 3 m
04. Detalhamento de piscina foi disponibilizado?	Sim, detalhamento da piscina em plantas e cortes
05. Há utilização de materiais atípicos?	Estrutura de madeira simples no deck da piscina

**01. OBSERVAÇÕES SOBRE A ESTRUTURA**

1.1	TÍTULO DO APONTAMENTO
Descrição: Balanço na viga da fachada frontal	
	

Fonte: Escritório de engenharia (2023).

Figura 14 – Checklists e observações da disciplina de instalações hidrossanitárias.

**01. CHECKLIST DE ANÁLISE - INST. HIDROSSANITÁRIAS**

ITEM	RESPOSTA
01. Existem shafts indicados em planta e suficientes?	NÃO
02. Projeto possui banheira?	NÃO
03. Qual tipo de piscina?	ALVENARIA
04. Existe o posicionamento de ralos na região onde a piscina será instalada?	NÃO
05. Projeto arquitetônico possui detalhes suficientes para elaboração do projeto de piscina?	SIM
06. Há espaço próximo à piscina para instalação da casa de máquinas? Posição informada?	SIM. POSIÇÃO NÃO INFORMADA
07. Posicionamento dos drenos de ar condicionado foi informada?	NÃO
08. O nível da calçada permite que a encanação chegue até a rua?	SIM
09. Verificar quedas d'água e sua melhor posição para drenagem de águas pluviais no telhado	SIM

**01. OBSERVAÇÕES SOBRE INST. HIDROSSANITÁRIAS**

1.1	SUGESTÃO DE SHAFTS
Descrição: Aqui delimitamos sugestão para o posicionamento dos shafts.	
	
Sugestão: Sugestão para shafts ( Shaft 01, 02 e 03 -térreo; Shaft 04 e 05 -pav.1)	
1.2	POSIÇÃO CISTERNA
Descrição: Sugestão de local para a cisterna.	
	
Sugestão: Posição Cisterna	

Fonte: Escritório de engenharia (2023).

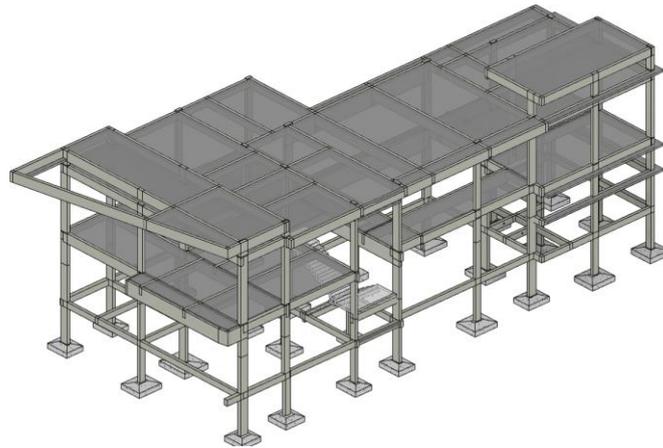
A disciplina de instalações elétricas não está incluída nessa fase inicial pois o projeto residencial depende de um projeto luminotécnico, que é desenvolvido pelo arquiteto autor. Essa entrega se mostra como um déficit no fluxo de trabalho da empresa, visto que é disponibilizado meses após a entrega e finalização do processo de projeto.

Todos os relatórios são encaminhados ao responsável pela arquitetura, que, ao validar os posicionamentos e fornecer as informações solicitadas, confere consistência suficiente ao

modelo para dar início a uma fase correspondente ao anteprojeto, considerando que o modelo de arquitetura apresenta informações e detalhamentos assertivos. Vale salientar que o escritório que está sendo analisado não adota uma definição precisa das fases de projeto do seu fluxo de trabalho, sendo estas interpretadas pelo pesquisador de acordo com as definições abordadas anteriormente.

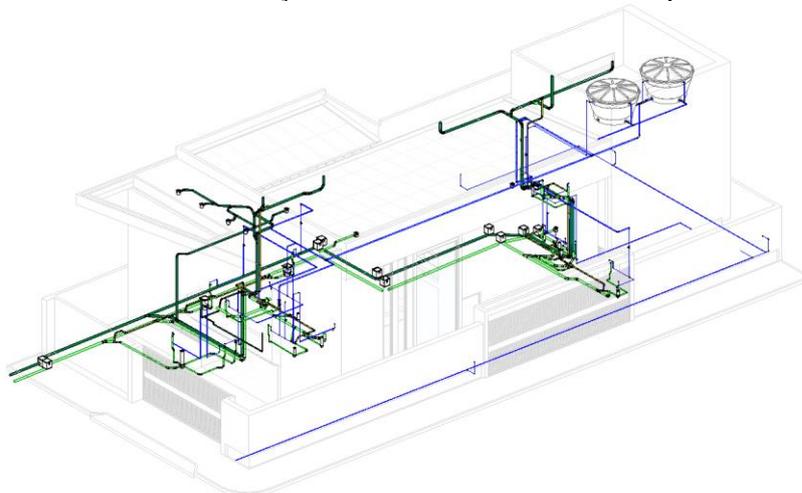
A elaboração dos projetos tem início com o modelo de estrutura, sendo a concepção realizada no *Revit*®, vinculado à arquitetura, e o lançamento da estrutura no *CypeCAD*®. Após a definição de um modelo consolidado, é gerado um arquivo padrão IFC da estrutura, o qual é estabelecido em um arquivo proprietário para promover a coordenação entre disciplinas (Figura 15). Esse arquivo é posteriormente vinculado ao modelo de instalações hidrossanitárias (Figura 16), onde é feito o traçado e dimensionamento inicial com base nos modelos de arquitetura e estrutura, buscando evitar interferências entre os modelos.

Figura 15 – Modelo de estrutura.



Fonte: Escritório de engenharia (2023).

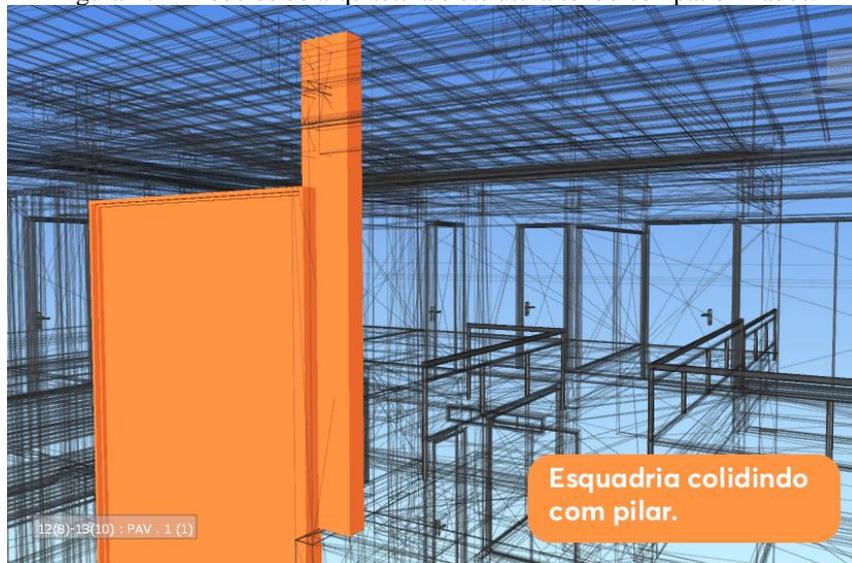
Figura 16 – Modelo de instalações hidrossanitárias vinculado a arquitetura e estrutura.



Fonte: Escritório de engenharia (2023).

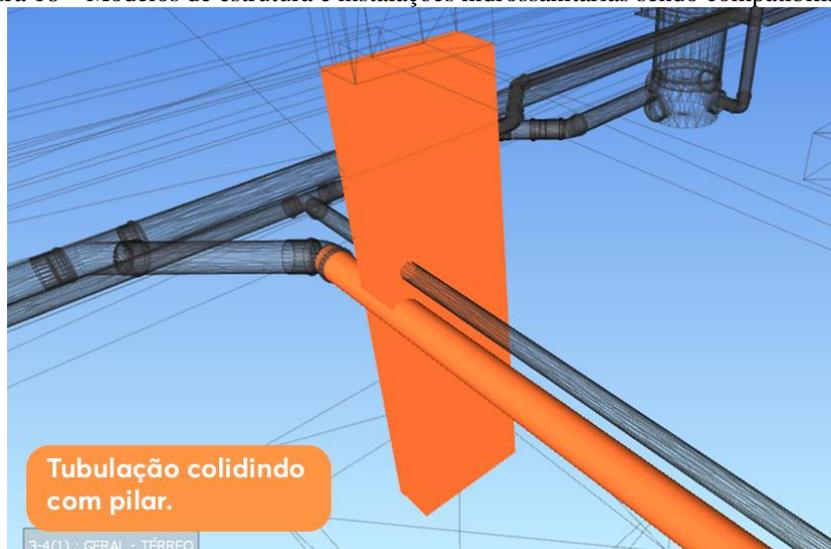
Após alcançar a consistência dos modelos, o projeto avança para a primeira fase de compatibilização, onde são verificadas as interferências visuais e geométricas. Essa etapa é coordenada no *Navisworks*®, um programa do mesmo desenvolvedor do *software* utilizado para o desenvolvimento dos projetos, evidenciando a interoperabilidade entre os arquivos de padrão proprietário. Esse processo ficou sob responsabilidade do coordenador de projetos, que, por preferência da empresa em focar na visualização em pares, setorizou as compatibilizações em três fases: Arquitetura e Estrutura, Estrutura e Instalações Hidrossanitárias e Arquitetura e Instalações Hidrossanitárias. Nas Figuras 17, 18 e 19 estão ilustradas a compatibilização entre as disciplinas no *software*, destacando interferências geométricas entre os elementos.

Figura 17 – Modelos de arquitetura e estrutura sendo compatibilizados.



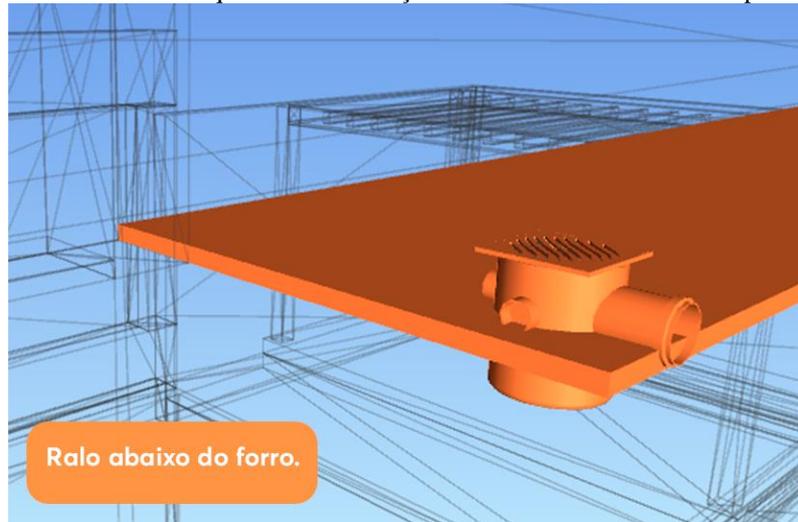
Fonte: Escritório de engenharia (2023).

Figura 18 – Modelos de estrutura e instalações hidrossanitárias sendo compatibilizados.



Fonte: Escritório de engenharia (2023).

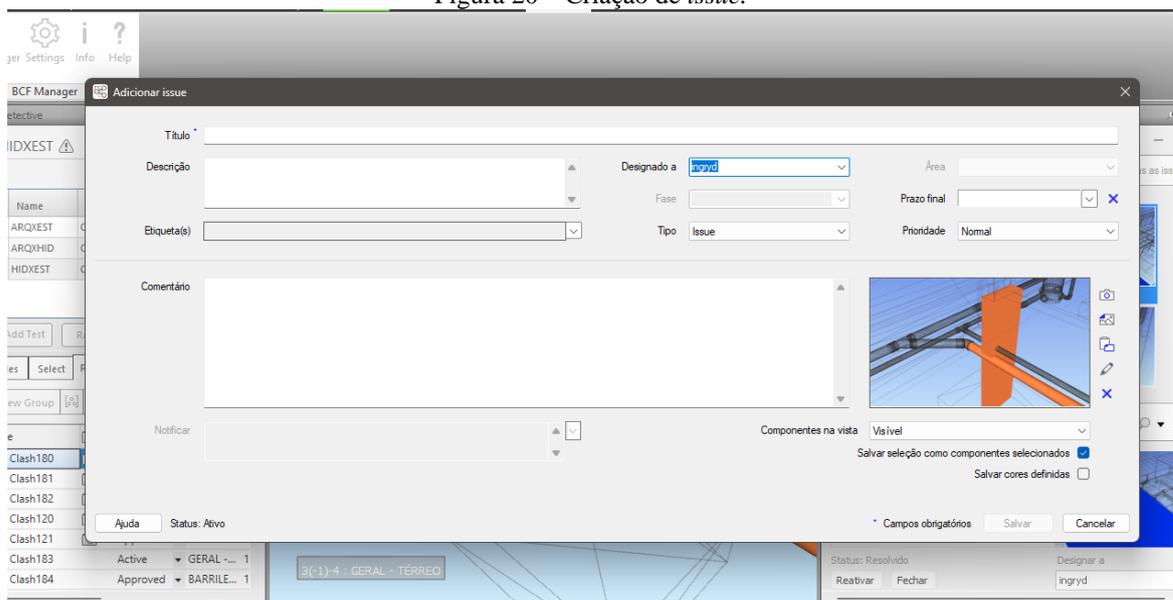
Figura 19 – Modelos de arquitetura e instalações hidrossanitárias sendo compatibilizados.



Fonte: Escritório de engenharia (2023).

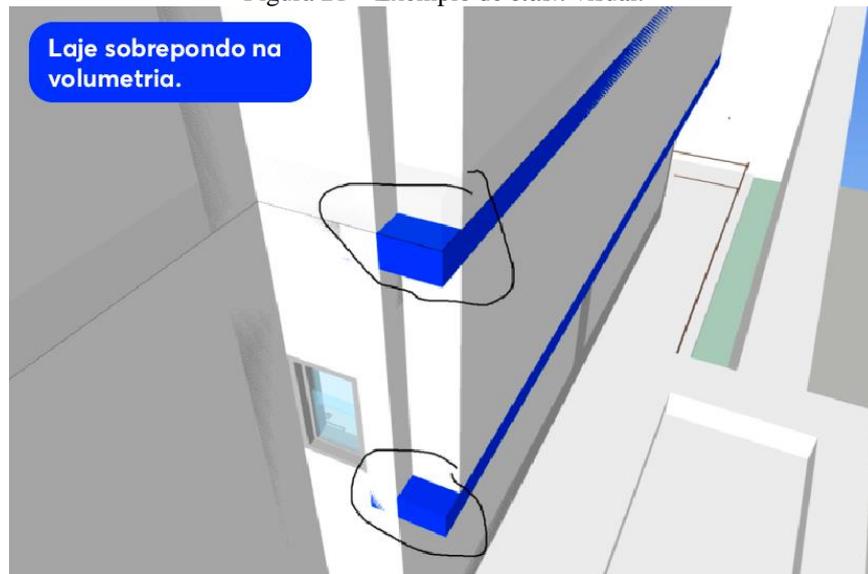
O processo da empresa para compatibilização de disciplinas via *Navisworks*© descreve que, após a organização e importação dos modelos, é realizada uma verificação de interferências visuais que comprometam a veracidade do modelo. Em seguida, é feita a verificação das interferências físicas em pares de projeto. Com o resultado do *clash detection*, é realizada uma avaliação desses, onde são gerados *issues* (Figura 20) dentro de um arquivo BCF, que representa um determinado *clash* (Figura 21) que pode ser atribuído a um projetista específico, contendo comentários, descrição e visualização da intercorrência. A geração de relatórios em BCF no escritório é feita por meio do *BIMcollab*©, um plugin gerenciador desses arquivos, que pode ser utilizado diretamente no *Revit*©, como apresentado na Figura 22.

Figura 20 – Criação de *issue*.



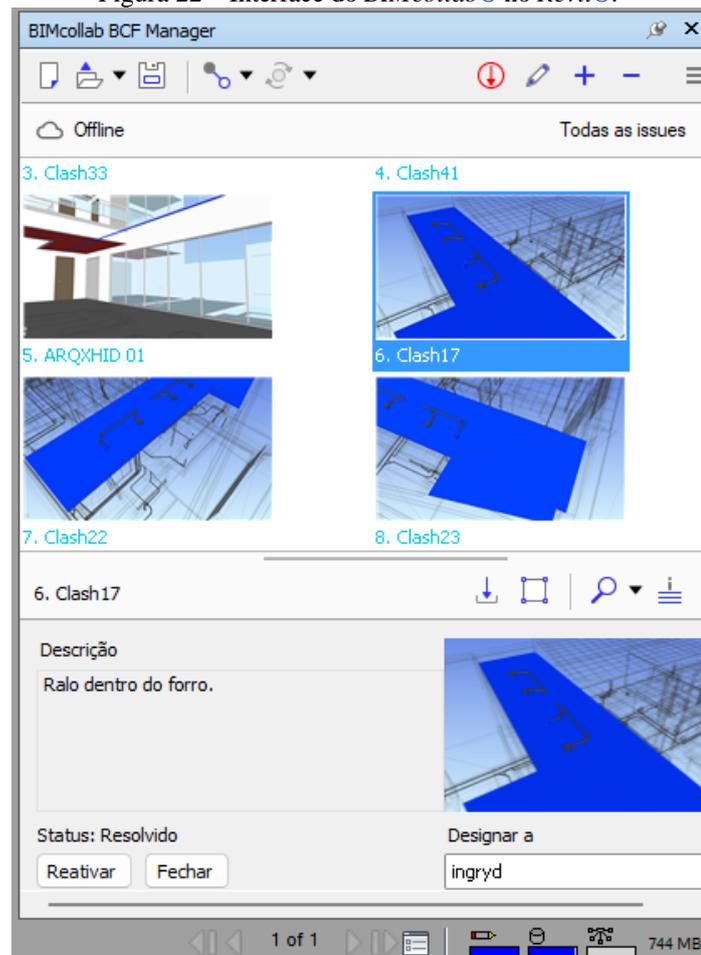
Fonte: Escritório de engenharia (2023).

Figura 21 – Exemplo de *clash* visual.



Fonte: Escritório de engenharia (2023).

Figura 22 – Interface do *BIMcollab*© no *Revit*©.



Fonte: Escritório de engenharia (2023).

O escritório prevê dois direcionamentos finais para a fase de compatibilização dependendo da irrefutabilidade dos conflitos. Se envolver mudanças necessárias na concepção

da arquitetura, é gerado um relatório para ser encaminhado ao arquiteto autor e realizar uma reunião para definir o melhor alinhamento construtivo para o projeto. Se não for necessário o envolvimento do agente externo, a correção dos modelos é realizada internamente pela equipe, seguindo para a próxima etapa.

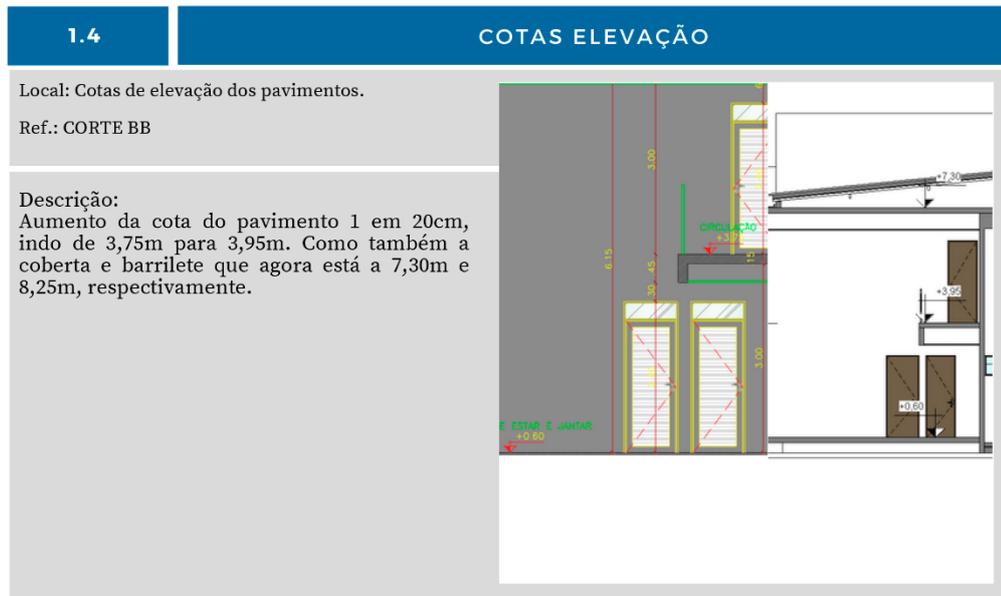
No projeto em questão, foi necessária comunicação com o arquiteto autor devido a necessidade de alinhar alguns conflitos entre as disciplinas, como por exemplo: Elementos estruturais colidindo com esquadrias, mudando a concepção do projeto (Figura 23); Espaço entreforro insuficiente para a passagem de tubulações, sendo necessário elevar toda a estrutura para manter as alturas de pé direito definidas do projeto (Figura 24); Aumento de espessura de alvenaria para não aparecer “dentes” na arquitetura (Figura 25).

Figura 23 – Conflitos entre esquadrias e estrutura.



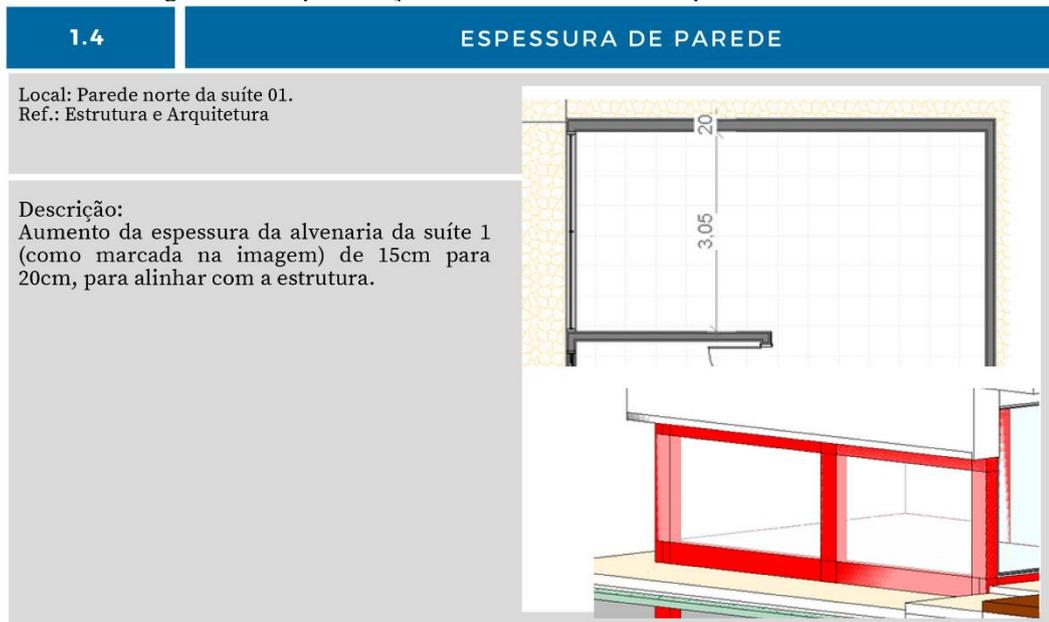
Fonte: Escritório de engenharia (2023).

Figura 24 – Comparação visual da elevação dos níveis da estrutura.



Fonte: Escritório de engenharia (2023).

Figura 25 – Representação visual do aumento da espessura da alvenaria.



Fonte: Escritório de engenharia (2023).

Após a reunião e o alinhamento com o responsável pela arquitetura, os modelos são corrigidos e amadurecidos para uma fase congruente a fase de projeto básico, visto que já serão estabelecidos um conjunto de informações nos modelos, com um dimensionamento mais assertivo e modelagem de elementos. Os modelos básicos de arquitetura, estrutura e instalações hidrossanitárias são guiados para mais uma compatibilização, sendo realizados os mesmos procedimentos.

Com as correções provenientes das compatibilizações e a consolidação do projeto básico das disciplinas, estas são encaminhadas para o projeto executivo, em que o escritório compete a apenas a consolidação das informações técnicas e quantitativos, tendo como entregáveis o quantitativo de materiais, o modelo BIM federado, folhas gráficas e o memorial descritivo.

Concluindo a prestação de serviços para os projetos contratados, o projeto elétrico foi liberado meses após a entrega dos projetos executivos das outras disciplinas, com a disponibilização do projeto luminotécnico pelo arquiteto autor e a cobrança da obra que estava em andamento. Embora tenha sido desenvolvido de forma isolada, ainda utilizou os modelos de arquitetura e estrutura como base para evitar grandes interferências.

### 5.3 ANÁLISE COMPARATIVA

Em posse do fluxo de trabalho de projetos BIM do escritório e o descrito na análise documental, foram extraídas as informações de forma a compará-las entre si. Como delineado no Quadro 6, foram selecionados os pontos fundamentais para o trabalho colaborativo em um fluxo de projetos BIM, que serão colocados em perspectiva ao desenvolvimento dos projetos BIM no local de estudo.

O escritório adota uma abordagem distinta em relação às fases do projeto, diferenciando-se do que foi delineado na análise documental. Sua responsabilidade não abrange a concepção e definição do projeto, concentrando-se na execução dos projetos de engenharia e na comunicação com o profissional encarregado da arquitetura base para a entrega de um produto compatibilizado. Entretanto, isso não impede a empresa de estabelecer os processos de colaboração propostos pela metodologia BIM.

De início, os documentos analisados destacam a necessidade de um ambiente comum de dados para a troca eficiente de informações, e o escritório utiliza o *Google Drive*® como servidor de hospedagem. Esse é um aplicativo de sincronização desenvolvido pelo *Google*®, que possibilita o gerenciamento e compartilhamento simultâneo em diversos dispositivos, mantendo os dados sincronizados na nuvem.

Para a gestão de tarefas, a equipe recorre ao *Click Up*®, uma plataforma de trabalho que permite a atribuição de funções aos membros da empresa em um único aplicativo. Isso estabelece uma comunicação direta entre os membros da equipe, facilitando o acompanhamento de sua carga de trabalho e o escopo de atividades do projeto.

No que diz respeito a “Reunião inicial de projeto”, o escritório realiza essa etapa principalmente após concluir a modelagem e realizar a análise crítica do modelo BIM da

arquitetura base. Nesse momento, ocorre a apresentação do projeto e são estabelecidas definições cruciais, garantindo que todos os envolvidos estejam devidamente informados, conforme também delineado pelos documentos triados.

Contrariamente ao que é proposto na literatura, no escritório, a definição das equipes do projeto não é realizada durante a reunião inicial. Isso ocorre devido às equipes de projetistas já estarem preestabelecidas para o desenvolvimento dos projetos. Outra diferença é o estabelecimento destes cargos, visto que não há uma setorização de um profissional específico para o cargo de Gerente BIM, sendo as atribuições estabelecidas para esse cargo distribuídas entre o coordenador de projetos e os coordenadores de cada disciplina.

Quanto ao compartilhamento de informações, o escritório geralmente opta por um formato proprietário de arquivo. Isso se deve ao uso de arquivos provenientes de um único desenvolvedor, não sendo necessário exportá-los para um formato padrão, como o IFC. A única exceção ocorre com o modelo de estrutura, desenvolvido em um *software* distinto, que é exportado em IFC. No entanto, esse arquivo é posteriormente transferido para um formato proprietário, possibilitando sua vinculação aos outros modelos de maneira interoperável.

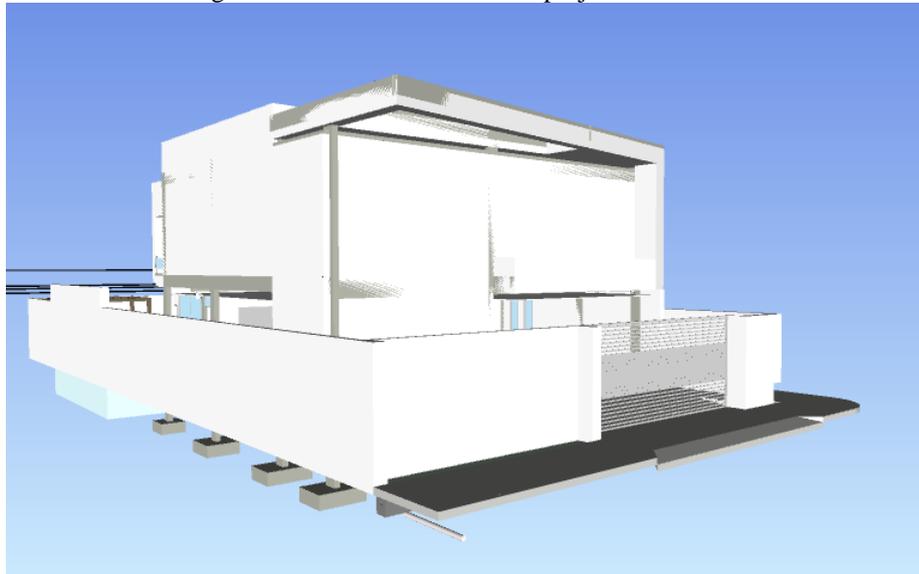
Assim como destacado pela AsBEA (2015) e MPDFT (2020), o escritório adota uma abordagem de desenvolvimento e compatibilização de projetos baseada em uma ordem de precedência. Essa abordagem prioriza os projetos que têm menor probabilidade de passar por modificações, dando ênfase inicial aos modelos de arquitetura e estrutura. Por outro lado, os projetos de instalações, devido à maior propensão a alterações em seus traçados e dimensionamentos, ocupam o final da hierarquia nesse processo.

A essência do processo colaborativo reside na realização simultânea do desenvolvimento de projetos de todas as disciplinas. No entanto, devido à necessidade de um projeto luminotécnico elaborado pelo arquiteto autor, o projeto de instalações elétricas é postergado para meses após a entrega dos projetos executivos das disciplinas de estrutura e instalações hidrossanitárias. Isso compromete a simultaneidade na elaboração dos projetos, uma vez que há um projeto contratado que não é incorporado nos processos colaborativos.

Um processo de controle de qualidade dos modelos é delineado ao longo do fluxo, onde o coordenador de cada disciplina assume a responsabilidade pela qualidade do seu modelo. Este processo inclui uma verificação visual abrangente, que engloba a confirmação da utilização adequada de elementos e seu posicionamento correto, a validação da assertividade desses elementos, a verificação dos padrões estabelecidos na reunião inicial, acordados entre a equipe, e a checagem de interferências. O escritório implementa esses procedimentos na elaboração

individual de cada modelo BIM autoral, assegurando a compatibilidade das interfaces com as demais, como também no processo de compatibilização, que todas as atividades previstas no controle de qualidade são realizadas novamente para garantir a integração adequada das disciplinas e a verificação de interferências.

Figura 26 – Modelo federado do projeto residencial.



Fonte: Escritório de engenharia (2023).

Em relação à “Federação de Modelos”, a Figura 26 ilustra o modelo federado do projeto residencial em desenvolvimento, conforme recomendado nos documentos como a técnica preferencial para a compatibilização, integração e análise dos modelos. A federação dos modelos é a abordagem adotada no escritório ao concluir cada etapa do projeto, conforme também estabelecido pelos normativos. Essa técnica é empregada para a análise e detecção de conflitos, identificando interferências entre os modelos e facilitando o processo de compatibilização.

No que concerne à “Geração de Relatório de Incompatibilidades”, o escritório demonstra uma comunicação eficiente entre os projetistas individualmente e com o arquiteto autor. Isso é alcançado por meio da geração de relatórios em BCF para a análise interna e individual de cada modelo BIM após cada etapa de compatibilização.

Ao contrário do que é proposto pela literatura, no escritório não é estabelecida uma reunião de coordenação após a etapa de compatibilização prevista no controle de qualidade. Nesse cenário, as incompatibilidades são identificadas internamente por meio dos relatórios em BCF e resolvidas pelos próprios projetistas, sem a realização de uma reunião específica para esse fim. Adicionalmente, não ocorre uma análise de coordenação para a validação e aprovação dos modelos por um agente em particular ao término desse processo. A responsabilidade pela

aprovação dos modelos BIM autorais e modelo federado, conforme as definições acordadas após o controle de qualidade e detecção de interferências, é atribuída ao coordenador de cada disciplina, o que difere dos documentos que estabelecem essa responsabilidade ao coordenador de projetos e ao gerente BIM.

### 5.3.1 Resultados da análise comparativa

Como visto através da análise documental e o estudo de caso no escritório, foi produzido o Quadro 7, onde podemos perceber que o escritório de engenharia apresenta grande maioria dos itens citados na caracterização de um fluxo de trabalho para projetos BIM.

Quadro 7 – Comparativo Caracterização x Escritório de engenharia.

	CARACTERIZAÇÃO	ESCRITÓRIO DE ENGENHARIA
Ambiente comum de dados	X	X
Reunião inicial de projeto	X	X
Definição de equipes	X	X
Compartilhamento de arquivos em formato padrão ou proprietário	X	X
Ordem de precedência para o desenvolvimento e compatibilização de projetos	X	X
Todos os projetos desenvolvidos de forma simultânea	X	
Controle de qualidade dos modelos	X	X
Federação dos modelos	X	X
Compatibilização ao fim de cada etapa	X	X
Geração de relatório de incompatibilidades	X	X
Reunião de coordenação	X	
Validação e aprovação dos modelos por agente específico	X	

Fonte: Autoria própria (2023).

A ausência do item “Todos os projetos desenvolvidos simultaneamente” destaca a falta de um dos projetos contratados em seu fluxo de trabalho. Embora a empresa demonstre a simultaneidade na elaboração dos modelos BIM de outras disciplinas ao longo das fases, a falta da disciplina de instalações elétricas evidencia diretamente as complicações na participação de profissionais externos que adotam métodos ineficientes para a gestão e coordenação de projetos.

Na falta dos itens “Reunião de coordenação” e “Validação e aprovação dos modelos por agente específico”, o primeiro é atribuído à inexistência de uma reunião de alinhamento como marco ao final de cada fase de projeto, indicando uma lacuna no processo de controle de qualidade dos modelos e comunicação entre os profissionais. O segundo item revela uma deficiência na estrutura organizacional, onde a especificação de responsabilidades e indivíduos

para as funções de Coordenador de Projetos e Gerente BIM está ausente. Estes profissionais são encarregados da validação e aprovação do produto final de cada fase, proporcionando uma visão abrangente e alinhada com os interesses do contratante e agentes externos.

O escritório de engenharia exibe uma certa maturidade em seus processos colaborativos, lidando com desafios de maneira eficiente ao longo do fluxo de trabalho. A equipe é notável por sua capacidade de adaptação e resolução de problemas, indicando um compromisso com a otimização da eficiência e qualidade na entrega de projetos. Tais características sugerem uma cultura de colaboração contínua e busca por aprimoramento.

## 6 CONCLUSÃO

Após a caracterização e estudo de caso, evidenciaram-se semelhanças significativas na estrutura de processos colaborativos que possibilitam a integração ativa entre os agentes da empresa em questão.

Constatou-se que o escritório analisado possui estratégias eficazes para estabelecer um fluxo de trabalho para o desenvolvimento de projetos baseados nos processos de colaboração propostos pelo BIM, conforme delineado no Quadro 7. No entanto, devido à prevalência da modalidade de serviço contratado, que impede a utilização plena do BIM durante toda a concepção, definição e solucionamento dos projetos — etapas cruciais nas fases iniciais de projeto e que demandam grande parte do esforço dos projetistas na metodologia BIM —, o escritório não tem controle total sobre as definições construtivas, uma vez que o processo não ocorre de forma totalmente simultânea.

O que tende a refletir diretamente na produtividade dos serviços, dependendo de validações externas e documentos que são produzidos meses após a finalização de um cronograma, por motivo da não implementação do BIM ou processos colaborativos durante a concepção de projetos de arquitetura na região.

Além disso, é notada a deficiência na atribuição de um escopo de equipe mais elaborado, visando a atribuição de responsabilidades para profissionais específicos e estabelecendo marcos que fundamentem a maturidade e qualificação das informações do projeto BIM para o prosseguimento das fases de projeto.

Apesar dos obstáculos, é notável a proatividade do escritório em moldar os processos BIM ao contexto em que estão inseridos, apresentando uma forte cultura colaborativa em seu fluxo de trabalho e entregando, em grande parte, projetos que são reflexo da implementação de processos colaborativos e técnicas alinhadas com a metodologia BIM.

Assim, a pesquisa proporcionou a caracterização de um fluxo de trabalho fundamental para o desenvolvimento de projetos em BIM. A implementação dos processos e estratégias que definem a metodologia BIM revela-se essencial para estabelecer uma rede de comunicação eficaz ao ser aplicada na execução de projetos simultâneos, evidenciando sua eficiência e aprimorando os serviços prestados.

Como proposta para futuras pesquisas, sugere-se a elaboração de um fluxo de trabalho abrangente para o desenvolvimento de projetos, fundamentado em todos os princípios respaldados por um Plano de Execução BIM. Essa pesquisa não se limitaria apenas aos

processos colaborativos nas fases iniciais do projeto, mas simplificaria atividades e padronizações, facilitando a implementação efetiva do BIM.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL-ABDI. **Coletânea GUIAS BIM ABDI-MDIC**. Guia 01 – O Processo de Projeto BIM. Brasília, 2017.

Disponível em: [https://api.abdi.com.br/file-manager/upload/files/Guia\\_BIM01.pdf](https://api.abdi.com.br/file-manager/upload/files/Guia_BIM01.pdf). Acesso em: 21 nov. 2023.

AMERICAN INSTITUTE OF ARCHITECTS-AIA. **Building information modeling protocol**. Document G202. EUA, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ENGENHARIA-AsBEA. **Fluxo de projetos em BIM: planejamento e execução**. São Paulo: GTBIM - Grupo Técnico BIM - AsBEA, 2015.

BARROS, N. N.; SILVA, V. G. BIM na avaliação do ciclo de vida de edificações: revisão da literatura e estudo comparativo. **PARC – Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, v. 7, n. 2, p. 89-101, jun. 2016.

BRASIL. **Decreto nº 10.306**, de 02 de abril de 2020. Estabelece a utilização do Building Information Modelling na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, no âmbito da Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling - Estratégia BIM BR, instituída pelo Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019. Brasília: Palácio do Planalto. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2019-2022/2020/Decreto/D10306.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Decreto/D10306.htm). Acesso em: 02 nov. 2023.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO-CBIC. **Coletânea implementação do BIM para construtoras e incorporadoras**. Brasília: CBIC, 2016.

CAPOTE, G. **BPM para todos: uma visão geral abrangente, objetiva e esclarecedora sobre gerenciamento de processos de negócio**. 1. Ed. São Paulo, Câmara Brasileira do Livro, 2012.

COELHO, S. S.; NOVAES, C. C. Modelagem de informação para construção (BIM) e ambientes colaborativos para gestão de projetos na construção civil. *In: WORKSHOP BRASILEIRO - GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETOS NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS*, 8. São Paulo: Escola Politécnica USP, 2008.

EASTMAN, C. **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. Porto Alegre: Bookman, 2014.

EASTMAN, C; TEICHOLZ, P; SACKS, R; LISTON, K. **BIMHandbook: a Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2008.

FARIAS, V. **Plataforma BIM: tudo sobre a grande tendência da construção**, 2022. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/plataforma-bim/>. Acesso em 23 abr. 2023.

FERREIRA, B. M. L. **Desenvolvimento de metodologias BIM de apoio aos trabalhos construtivos de medição e orçamentação**. 2015, 68p. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2015.

KASSEM, M.; LEUSIN, S. R. A. **BIM: Building Information Modeling no Brasil e na União Européia**. Relatório do Projeto de Apoio aos Diálogos Setoriais União Européia Brasil. MDIC/UE. Brasília, 2015.

LEITE, K. P.; BARROS NETO, J. P.; TEIXEIRA, M.; CLAUDINO, C. Processo de projeto em empreendimentos imobiliários: avaliação de projetistas e construtores. **Gestão e Tecnologia de Projetos**, v. 10, n. 2, p. 21-34, São Paulo, jul./dez. 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.11606/gtp.v10i2.102050>. Acesso em: 21 abr. 2023.

LEUSIN, S. R. **Gerenciamento e coordenação de projetos BIM: um guia de ferramentas e boas práticas para o sucesso de empreendimentos**. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2018. E-book. ISBN 9788595153820. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595153820/>. Acesso em: 20 jun. 2023.

LIRA, I. R. L. S. **Análise comparativa entre plano de execução BIM e fluxo de projetos de engenharia**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Cajazeiras, PB, 2023.

MANZIONE, L. **Proposição de uma estrutura conceitual de gestão do processo de projeto colaborativo com o uso do BIM**. São Paulo, 2013. 343 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

MATTEI, P. L. D. R. **BIM e a informação no subsetor de edificações da indústria da construção civil**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, p. 67. 2008.

MEIRELES, A. R. Diga “não” ao Hollywood BIM: estratégia para uma integração avançada do BIM no processo construtivo. *In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL BIM – MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO*, 4. 2013, Palestra. São Paulo: SINDUSCON, 2013. Disponível em: <https://docplayer.com.br/4152838-Diga-nao-ao-hollywood-bim-estrategia-para-uma-integracao-avancada-do-bim-no-processo-construtivo.html>. Acesso em: 12 nov. 2023

MENEZES, G. L. B. B. DE. Breve histórico de implantação da plataforma bim. **Caderno de Arquitetura e Urbanismo**, v. 18, p. 152–171, 2011.

MINISTÉRIO PÚBLICO DO DISTRITO FEDERAL E TERRITÓRIOS-MPDFT. **Caderno de projetos e de gestão de edificações em BIM**. 1. ed. Brasília, 2020. Disponível em: [https://www.mpdft.mp.br/portal/pdf/noticias/fevereiro\\_2021/Caderno\\_BIM\\_MPDFT\\_Edi%C3%A7%C3%A3o\\_1\\_2020\\_dezembro.pdf](https://www.mpdft.mp.br/portal/pdf/noticias/fevereiro_2021/Caderno_BIM_MPDFT_Edi%C3%A7%C3%A3o_1_2020_dezembro.pdf). Acesso em: 15 nov. 2023.

MORAIS, A. H. B.; RODRIGUES, E. A. O. Implementação do BIM no Brasil. **Paramétrica**, [S. l.], v. 14, n. 2, 2022. Disponível em: <https://periodicos.famig.edu.br/index.php/parametrica/article/view/303>. Acesso em: 21 abr. 2023.

PEREIRA, A. P. C. **Modelagem da informação da construção na fase de projeto: uma proposta de plano de execução BIM para a SUMAI /UFBA.** Tese de Doutorado (Curso de Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2017. Acesso em: 21 abr. 2023.

PEREIRA, R. S. **Situação do BIM no Brasil: tecnologia e aplicação.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Centro Universitário Maria Milza, Mangabeira, BA, 2022.

PINHEIRO, I. **Aplicação da tecnologia BIM na gestão de facilidades.** Monografia (Curso de Engenharia Civil) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2016.

ROKOOEI, S. Building information modeling in project management: necessities, challenges and outcomes. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 210, p. 87–95, 2015.

SIENGE. **Mapeamento de maturidade BIM no Brasil**, 2022.

SECRETARIA DE ESTADO DE GESTÃO DO ESTADO DE MATO GROSSO-SEGEMT. Superintendência de Desenvolvimento Organizacional. **Guia de modelagem de processos utilizando o bizagi modeler.** 1. ed. Cuiabá, MT: Secretaria de Estado de Gestão do Estado de Mato Grosso, 2016. 34 p. v. 1.

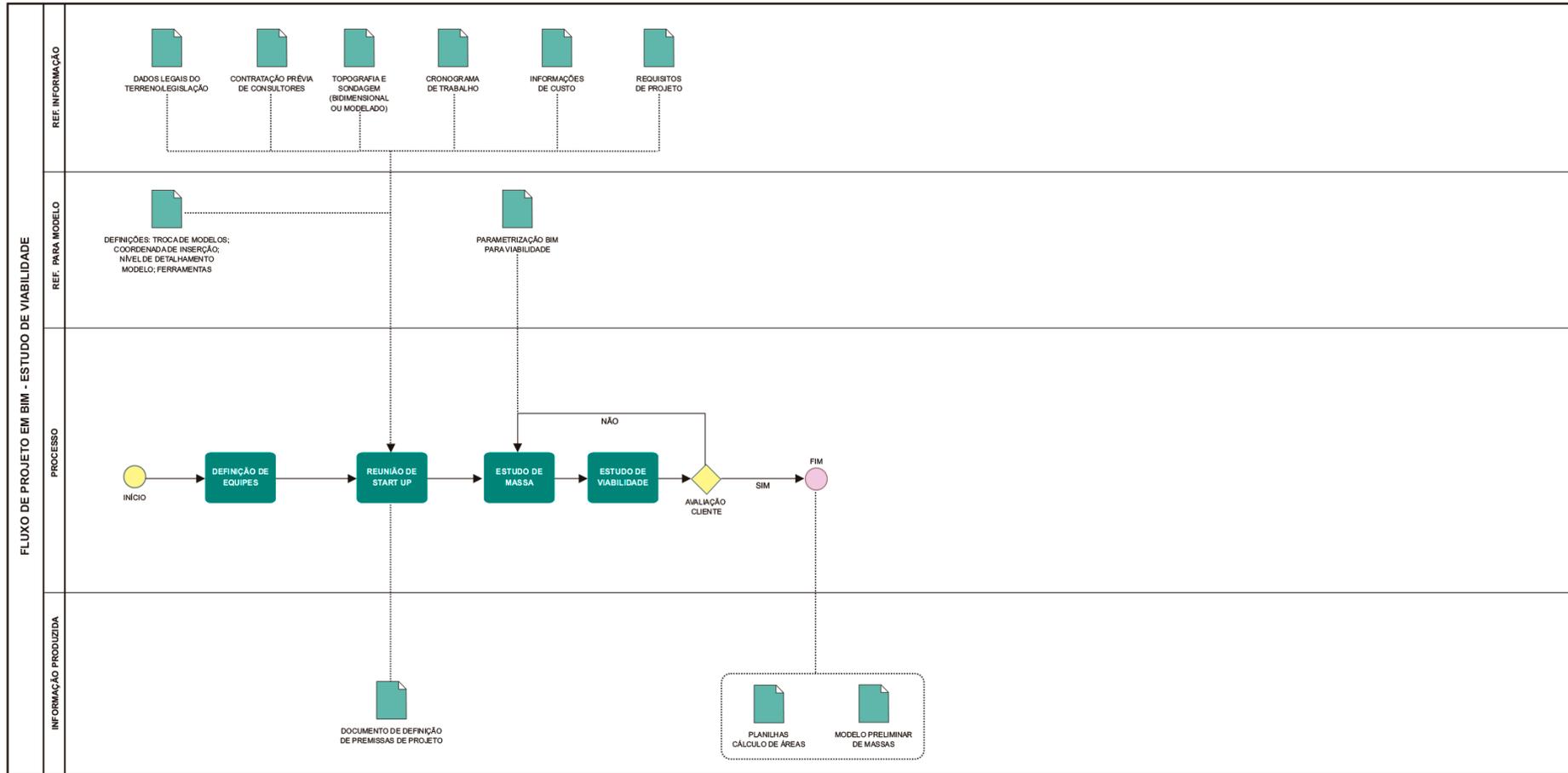
SOUZA, A. R. V. **Estudo de caso da compatibilização de um projeto residencial utilizando metodologia BIM e avaliação da ferramenta nos escritórios de Manaus-AM.** 2021. 63 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2021.

TSAI, M. H.; MD, A. M.; KANG, S. C.; HSIEH, S. H. Workflow re-engineering of design-build projects using a BIM tool. **Journal Of The Chinese Institute Of Engineers**, 88-102, 2013. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02533839.2012.751302>. Acesso em: 23 abr. 2023.

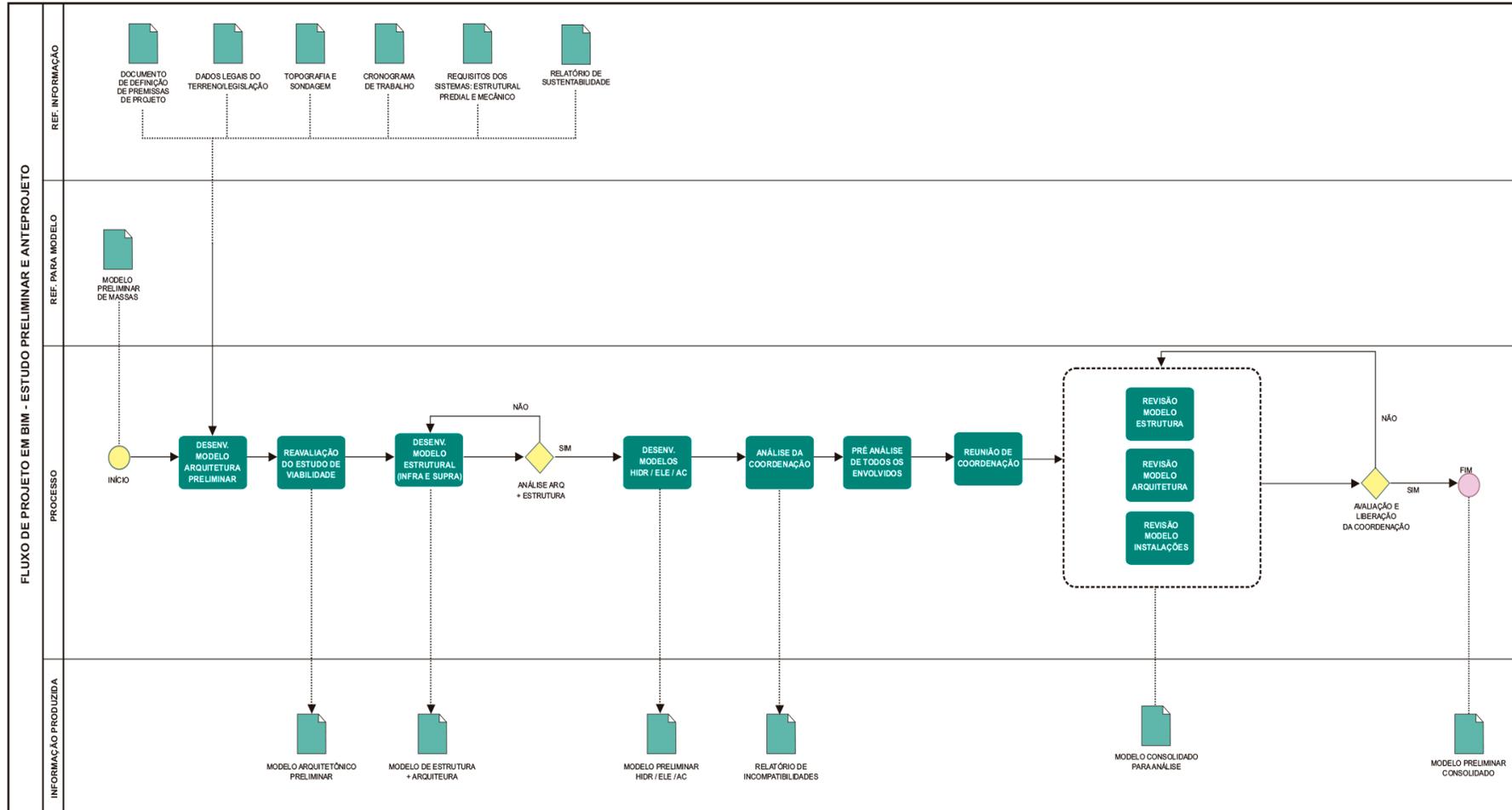
XUE, X.; SHEN, K.; REN, Z. Critical review of collaborative working in construction projects: business environment and human behaviors. **Journal of Management in Engineering**, Reston, v. 26, n. 4, p. 196-208, 2010. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/239389788\\_A\\_Critical\\_Review\\_of\\_Collaborative\\_Working\\_in\\_Construction\\_Projects\\_Business\\_Environment\\_and\\_Human\\_Behaviors](https://www.researchgate.net/publication/239389788_A_Critical_Review_of_Collaborative_Working_in_Construction_Projects_Business_Environment_and_Human_Behaviors). Acesso em: 21 abr. 2023.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

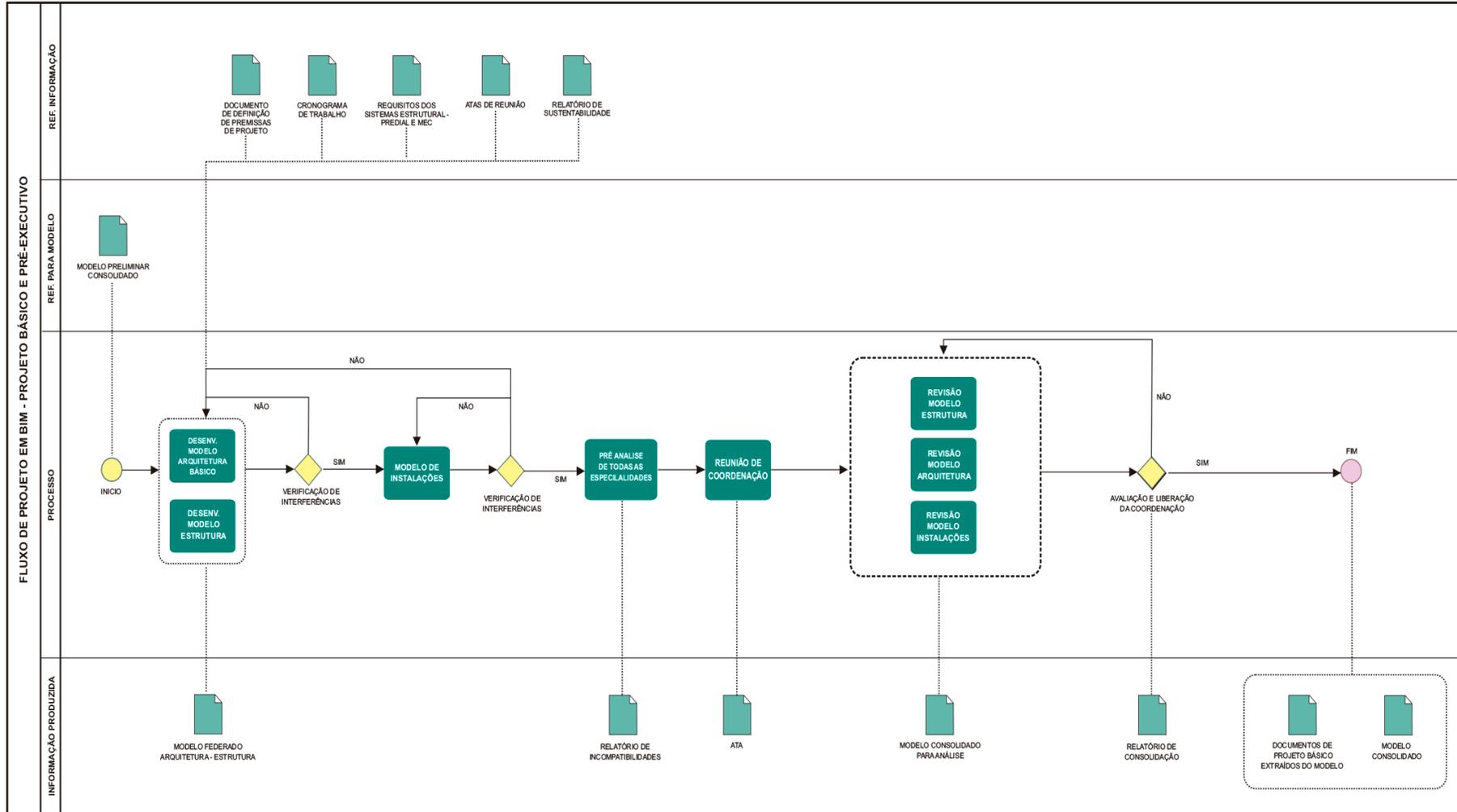
## ANEXO A – FLUXOGRAM DA FASE DE ESTUDO DE VIABILIDADE



## ANEXO B - FLUXOGRAMA DA FASE DE ESTUDO PRELIMINAR E ANTEPROJETO

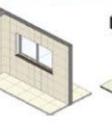
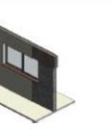


### ANEXO C - FLUXOGRAMA DA FASE DE PROJETO BÁSICO



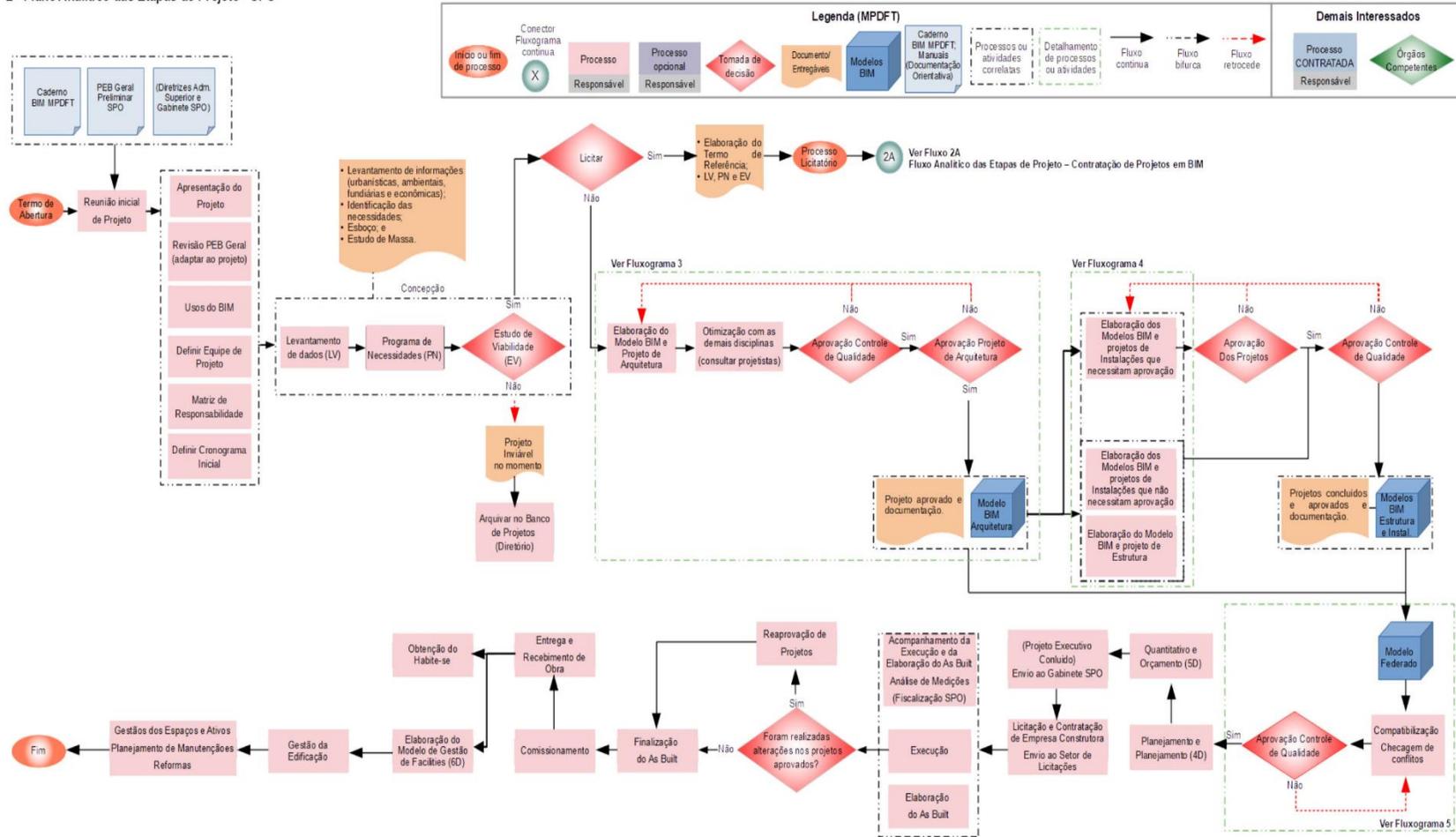
## ANEXO D - FASES, ETAPAS, ESCOPO DE ATIVIDADES E PRINCIPAIS ENTREGAS – DESENVOLVIMENTO PROJETUAL BIM

### 13.14 Apêndice 14 - Fases, etapas, escopo de atividades e principais entregas – Desenvolvimento Projetual BIM

FASES, ETAPAS, ESCOPO DE ATIVIDADES e PRINCIPAIS ENTREGAS - DESENVOLVIMENTO PROJETUAL BIM											
REPRESENTAÇÃO								<ul style="list-style-type: none"> <li>- Licitação e Contratação de Obra</li> <li>- Execução de obra</li> <li>- “As Built”</li> <li>- Conclusão de Obra</li> </ul>			
FASES	Concepção do Produto			Definição do Produto	Identificação e Solução de Interfaces			Projeto de Detalhamento de Especialidades	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pós-Entrega do Projeto</li> <li>- Licitação e Contratação de Obra</li> <li>- Execução de obra</li> <li>- “As Built”</li> <li>- Conclusão de Obra</li> </ul>		
ETAPAS	Levantamento de Dados (LV)	Programa de Necessidades (PN)	Estudo de Viabilidade (EV)	Estudo Preliminar (EP)	Anteprojeto (AP)	Projeto Legal (PL)	Projeto Básico (PB)	Projeto Executivo (PE)	Licitação da Obra	Contratação da Obra	Conclusão da Obra
ESCOPO DE ATIVIDADES	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Levantamento de informações – LV (urbanística, ambiental, fundiária e econômica);</li> <li>- Identificação das necessidades – PN – Aplicação da Matriz de Necessidades criada para essa etapa do projeto;</li> <li>- Vistoria no local proposto;</li> <li>- Reunião preliminar para levantamento das diretrizes de projeto e análise das interferências do entorno do futuro empreendimento;</li> <li>- Elaboração do Esboço; e</li> <li>- Elaboração do Estudo de Massa.</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vistoria no local definido para obra;</li> <li>- Definição de cronograma de projetos de acordo com o FEB;</li> <li>- Reunião preliminar para apresentação das diretrizes de projeto e verificação de atendimento do Programa de Necessidades elaborado pela CONTRATANTE, além da proposta de solução das interferências do entorno da futura edificação;</li> <li>- Elaboração de Estudo Preliminar;</li> <li>- Análise da edificação (envoltória, orientação, custos de metragem quadrada);</li> <li>- Análises energéticas iniciais e de luz natural;</li> <li>- Reunião para apresentação volumétrica do Estudo Preliminar;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anteprojeto Arquitetônico;</li> <li>- Estudo Preliminar Estrutural com base no AP Arquitetônico;</li> <li>- Estudo Preliminar de Climatização, Hidrossanitário, Prevenção e Combate a Incêndio e Instalações Elétricas e Eletrônicas com base nos AP Arquitetônico e EP Estrutural (Engenharia simultânea);</li> <li>- Compatibilização entre os Projetos: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Arquitetônico x Estrutural</li> <li>- Climatização x Prevenção e Combate a Incêndio</li> <li>- Hidrossanitário;</li> </ul> </li> <li>- Elaboração dos relatórios e devida compatibilização; e</li> <li>- Reunião de aprovação do anteprojeto, com assinatura de ata da reunião de aprovação.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Projeto Legal de Arquitetura, incluindo a documentação 2D e as demais necessárias para aprovação;</li> <li>- Anteprojeto Estrutural com base no PL Arquitetônico;</li> <li>- Anteprojeto de Climatização com base no PL Arquitetônico e AP Estrutural;</li> <li>- Aprovação junto aos órgãos reguladores dos Projetos Hidrossanitário, Prevenção e Combate a Incêndio, Instalações Elétricas e Eletrônicas, entre outros quando necessários, com base nos PL Arquitetônico, AP Estrutural e AP de Climatização;</li> <li>- Compatibilização de Projetos PL Arquitetônico x AP Estrutural, Climatização, Hidrossanitário, Prevenção e Combate a Incêndio e Instalações Elétricas e Eletrônicas;</li> <li>- Planejamento Preliminar de Execução de Obra com base no ND da Etapa de Projeto Legal;</li> <li>- Reunião de aprovação dos Projetos Legais, com assinatura de ata da reunião de aprovação; e</li> <li>- Providenciar Licença Ambiental Prévia (LAP) quando necessário.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Projetos Básicos Arquitetônico e Estrutural;</li> <li>- Projetos Básicos das disciplinas complementares;</li> <li>- Compatibilização das soluções de projeto entre todas as disciplinas;</li> <li>- Aprovação formal dos projetos básicos, por meio de termo de aprovação expedido pelo CONTRATANTE; e</li> <li>- Elaboração dos memoriais descritivos e de cálculo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modelos BIM finais executivos com respectivos detalhamentos e documentação;</li> <li>- Compatibilização final das disciplinas;</li> <li>- Elaboração de documentos técnicos, quadros, tabelas e listas;</li> <li>- Elaboração de imagens e vídeos renderizados e realidade aumentada, interna e externa, geradas a partir do modelo, quando necessárias;</li> <li>- Planejamento Preliminar da Execução de obra com base no Projeto Executivo (Ajuste do planejamento da etapa legal);</li> <li>- Planejamento 4D;</li> <li>- Composição de Custos considerando o Planejamento Preliminar de Execução, Modelos do Projeto Executivo e o Modelo de Execução (modelo do não-projeto - canteiro de obras e sua evolução)</li> <li>- Elaboração do Orçamento - 5D;</li> <li>- Elaboração do Cronograma físico-financeiro.</li> <li>- Caderno de Encargos e de Especificações;</li> <li>- Reunião de aprovação final do projeto, com assinatura de ata da reunião de aprovação.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Processo Licitatório;</li> <li>- Contratação da obra ou serviços;</li> <li>- Acompanhamento da Execução;</li> <li>- Atualização dos dados do modelo 4D para comparação planejado x executado;</li> <li>- Análise e pagamento das medições;</li> <li>- Atualização dos diários;</li> <li>- Elaboração do <i>As Built</i>: atualizar os modelos das disciplinas considerando todas as mudanças e adaptações realizadas no projeto executivo, segundo as diretrizes da NBR 14.645:2001 – Elaboração do “como construído” <i>As Built</i> para edificações, para realização de integração 6D – Gestão de Edificação (operação e manutenção); e as entidades devem conter os parâmetros e atributos, conforme especificado neste Caderno, ao tempo da execução, instalação ou montagem;</li> <li>- Vistoria de conclusão de obra; e</li> <li>- Recebimento de Obra.</li> </ul>		

## ANEXO E - FLUXO ANALÍTICO DAS ETAPAS DE PROJETO

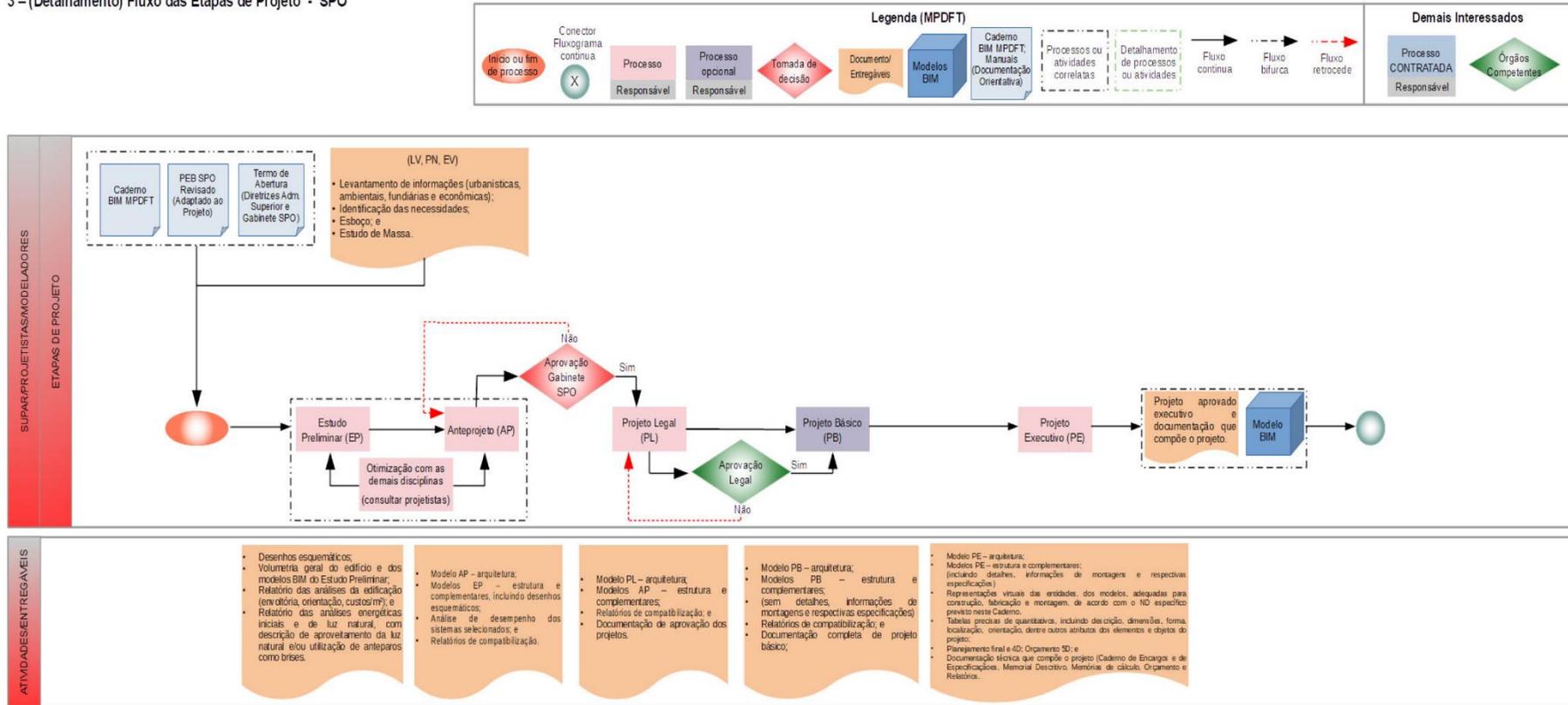
### 2 - Fluxo Analítico das Etapas de Projeto - SPO



## ANEXO F - (DETALHAMENTO) FLUXO DAS ETAPAS DE PROJETO

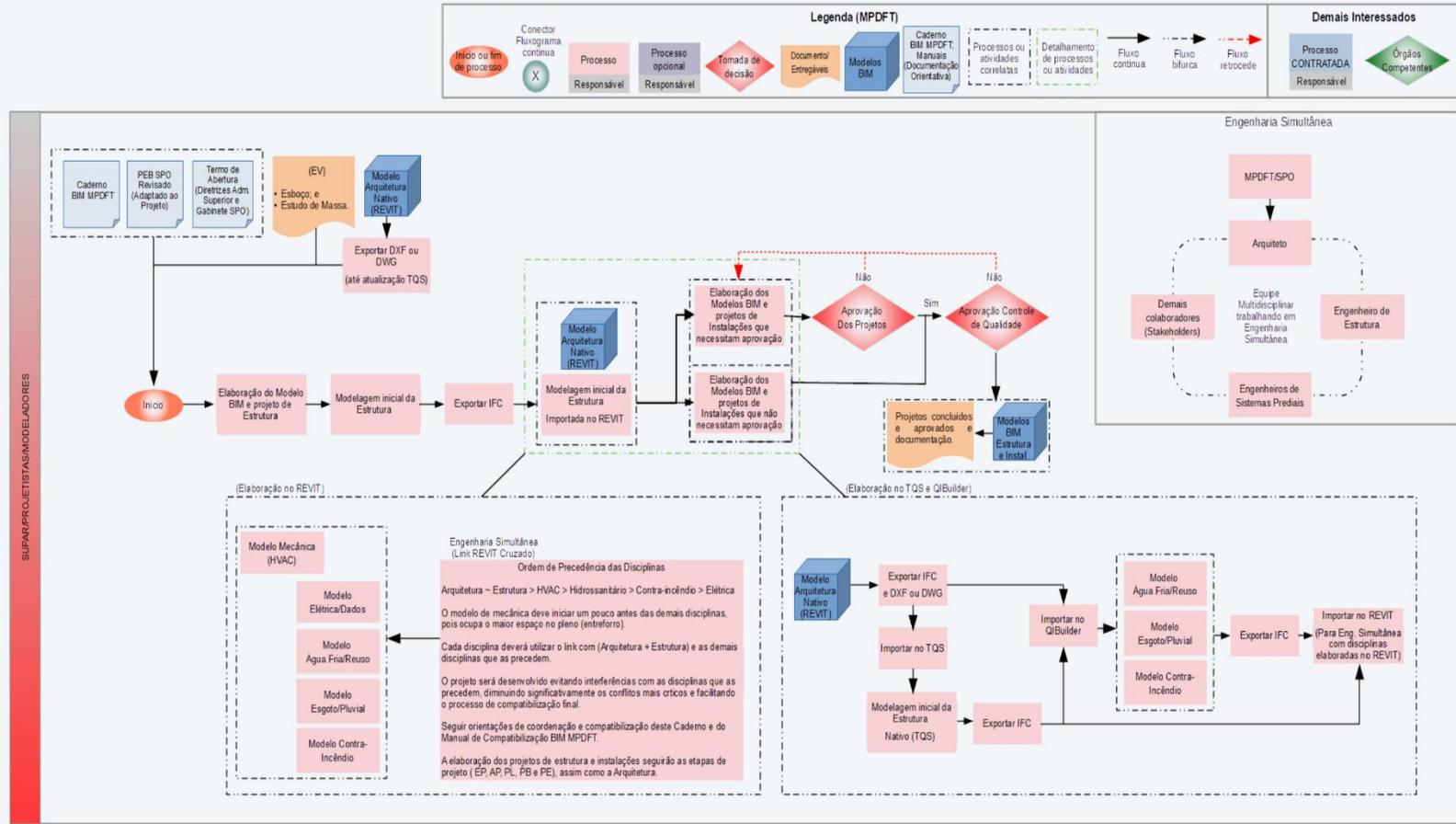
### 13.17 Apêndice 17 – Fluxogramas de trabalho

#### 3 – (Detalhamento) Fluxo das Etapas de Projeto - SPO



# ANEXO G - (DETALHAMENTO) FLUXO DE ELABORAÇÃO DE PROJETOS – ARQUITETURA, ESTRUTURA E INSTALAÇÕES

4 - (Detalhamento) Fluxo de Elaboração de Projetos – Arquitetura, Estrutura e Instalações - SPO



## ANEXO H - FLUXO DE PROCESSO DE COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETO

5- (Detalhamento) Fluxo de Processo de Compatibilização de Projeto - SPO

