



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

RAQUEL MARTINS FERREIRA

**O BIM APLICADO AO RETROFIT DE EDIFICAÇÕES HISTÓRICAS:
UM ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE JOÃO PESSOA-PB**

João Pessoa
2025

RAQUEL MARTINS FERREIRA

**O BIM APLICADO AO RETROFIT DE EDIFICAÇÕES HISTÓRICAS: UM ESTUDO
DE CASO NA CIDADE DE JOÃO PESSOA-PB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Colegiado do Curso de Engenharia Civil, Centro de
Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, como
requisito para obtenção do título de Engenheiro(a)
Civil.

Orientador(a): Profa. Dra. Luara Lopes de Araújo
Fernandes

João Pessoa
2025

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

F383b Ferreira, Raquel Martins.

O BIM Aplicado ao Retrofit de Edificações
Históricas: Um Estudo de Caso na Cidade de João
Pessoa-PB / Raquel Martins Ferreira. - João Pessoa,
2025.

81 f.

Orientação: Luara Lopes de Araujo Fernandes.

TCC (Graduação) - UFPB/Tecnologia.

1. BIM. 2. Retrofit. 3. Gestão de projetos. 4.
Edifício histórico. 5. Fluxo de Trabalho. I. Fernandes,
Luara Lopes de Araujo. II. Título.

UFPB/BSCT

CDU 624(043.2)

FOLHA DE APROVAÇÃO

RAQUEL MARTINS FERREIRA

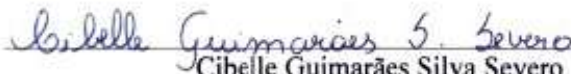
O BIM APLICADO AO RETROFIT DE EDIFICAÇÕES HISTÓRICAS: UM ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE JOÃO PESSOA - PB

Trabalho de Conclusão de Curso em 03/10/2025 perante a seguinte Comissão Julgadora:



Luara Lopes de Araújo Fernandes
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADO



Cibelle Guimarães Silva Severo
Universidade Federal da Paraíba

APROVADO



Claudino Lins Nobrega Júnior
Universidade Federal da Paraíba

APROVADO

*Àqueles que caminharam
comigo, oferecendo amor, apoio e
sabedoria para chegar até aqui*

AGRADECIMENTOS

Nascida e criada em Porto Velho, Rondônia, carrego comigo as raízes, histórias e ensinamentos que minha cidade proporcionou. Foi a partir desse lugar que iniciei minha caminhada acadêmica, carregando com orgulho minhas origens e a lembranças de cada valor transmitido pela minha família.

Expresso minha profunda gratidão aos meus pais, Mônica e Ivanôr, que, como professores, me ensinaram o valor do aprendizado, da dedicação e do conhecimento, inspirando-me a cada passo do caminho. Aos meus irmãos, Rebeca e Tiago, pelo apoio incondicional. À minha tia Denise, minha segunda mãe, por sempre se fazer presente, mesmo longe. Agradeço igualmente às minhas tias Zilmar, Zuleide, Zenaide e Simone, que me acolheram e me amaram como sua própria filha, oferecendo suporte e carinho incondicional.

Em especial ao meu namorado Thomás, por todo amor e apoio, por me incentivar, caminhar ao meu lado e ser meu companheiro e parceiro em cada etapa. Às minhas amigas Evelyn, Bárbara, Yasmin, Ana Flávia, Danielle, Beliza e, em especial, à Carla, com quem compartilho meu dia a dia, por sempre me incentivarem, mesmo nos momentos mais desafiadores. Aos meus amigos Nicolas e Roberto, que com suas conversas e risadas tornaram minha jornada mais leve e alegre. A todos os meus colegas que estiveram comigo ao longo da faculdade, fortalecendo laços de amizade e apoio.

Sou grata aos meus professores do Ensino Técnico do IFRO, que me motivaram a prosseguir e transmitiram com dedicação os princípios fundamentais da Engenharia Civil. Aos professores da Universidade Federal da Paraíba, em especial à minha orientadora Luara, cuja orientação foi essencial para o aprofundamento do tema que tanto me encantou, e às professoras Cibelle, Isabelle e Albanise, por todo incentivo e suporte em projetos de extensão e monitoria, que enriqueceram meu percurso acadêmico. Agradeço também a todos os profissionais e colegas dos locais que trabalhei e estagiei.

Por fim, agradeço ao Pai Criador, que sempre clareou meus caminhos, e ao meu anjo da guarda, que me acompanha e protege em cada passo desta trajetória.

FERREIRA, RAQUEL. **O BIM aplicado ao retrofit de edificações históricas**: Um estudo de caso na cidade de João Pessoa - PB. 81 p. 2025. Monografia (Trabalho de Conclusão do Curso) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2025.

RESUMO

O setor da construção civil encontra diversos desafios para atualizar seus processos frente à modernização tecnológica e à sustentabilidade, sendo o *Building Information Modeling* (BIM) uma das principais ferramentas para apoiar a integração interdisciplinar. No entanto, sua utilização em *retrofit* de construções históricas ainda apresenta lacunas, especialmente no que diz respeito à gestão de informações, padronização de procedimentos e comunicação entre equipes. Nesse cenário, esta pesquisa analisa o uso da metodologia BIM no *retrofit* de um edifício histórico em João Pessoa, com o intuito de entender suas vantagens e desvantagens, além de sugerir aprimoramentos para a elaboração e coordenação dos projetos. A estratégia de pesquisa adotada foi o estudo de caso, desenvolvido em três grandes etapas: revisão da literatura, coleta de dados e análise de resultados. Os resultados mostraram que a aplicação do BIM foi parcial e fragmentada, mas houve progresso em relação à visualização tridimensional, porém houveram pontos fracos como a falta de planos de execução e ferramentas de colaboração. Conclui-se que a eficácia do BIM em *retrofit* exige protocolos consolidados de gestão da informação, estruturação de modelos tridimensionais, parametrização e capacitação contínua, contribuindo para a superação das barreiras culturais, organizacionais e tecnológicas no setor. Por fim, o estudo se relaciona com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS 8, 11 e 12) ao trazer práticas que promovem maior produtividade, revitalização urbana sustentável e uso responsável dos recursos.

Palavras-chave: BIM. *Retrofit*. Gestão de projetos. Edifício histórico. Fluxo de trabalho.

ABSTRACT

The construction sector faces several challenges in updating its processes toward technological modernization and sustainability, with Building Information Modelling (BIM) being one of the main tools to support interdisciplinary integration. However, its application in retrofitting historic buildings still presents gaps, especially regarding information management, process standardization, and team communication. In this context, this research analyzes the use of BIM methodology in the retrofit of a historic building in João Pessoa, aiming to understand its advantages and limitations, as well as to propose improvements for project development and coordination. The research strategy adopted was a case study, structured in three main stages: literature review, data collection, and results analysis. The findings revealed that BIM application was partial and fragmented, although advances were achieved in three-dimensional visualization. On the other hand, weaknesses were observed, such as the absence of execution plans and collaboration tools. It is concluded that the effectiveness of BIM in retrofit projects requires consolidated information management protocols, structured and parameterized 3D models, and continuous team training, contributing to overcoming cultural, organizational, and technological barriers in the sector. Finally, the study aligns with the Sustainable Development Goals (SDGs 8, 11, and 12) by promoting practices that foster greater productivity, sustainable urban revitalization, and responsible use of resources.

Keywords: BIM. Retrofit. Project management. Historic building. Workflow.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma de um pré-diagnóstico.....	24
Figura 2 - Fluxograma de diagnóstico.....	25
Figura 3 - Ciclo de vida dos empreendimentos à luz do BIM	28
Figura 4 - Fluxo de trabalho no ambiente comum de dados	31
Figura 5 - Fluxo de compatibilização dos projetos	33
Figura 6 - Fluxo de processos de negócios.....	34
Figura 7 - Fluxo da construção de modelos	35
Figura 8 - Delineamento da pesquisa.....	40
Figura 9 - Esquema de empresas e pessoas envolvidas no empreendimento	42
Figura 10 - Fluxograma de projetos básicos	50
Figura 11 - Representação do modelo arquitetônico em IFC.....	52
Figura 12 - Interferência sanitário x hidráulico 01.....	59
Figura 13 - Interferência sanitário x hidráulico 02.....	60
Figura 14 - Interferência sanitário x hidráulico 03.....	60
Figura 15 - Interferência sanitário x hidráulico 04.....	61
Figura 16 - Interferência sanitário x elétrico 01	61
Figura 17 - Interferência sanitário x elétrico 02	62
Figura 18 - Interferência elétrico x climatização 01	62
Figura 19 - Interferência climatização x sanitário 01	63
Figura 20 - Interferência sanitário x sanitário 01	63
Figura 21 - interferência sanitário x sanitário 02.....	63
Figura 22 - Interferência elétrico x elétrico 01	64
Figura 23 - Fluxo de comunicação	68

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Comparação dos valores de interferência entre os as disciplinas nos formatos IFC e NWC	57
Gráfico 2 - Matriz de interferência entre disciplinas no formato NWC com tolerância de 10mm	58
Gráfico 3 - Matriz de interferência entre disciplinas no formato NWC com tolerância de 0mm	59

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Análise de interferências	47
Quadro 2 - Item 2 do Modelo Plano de Execução BIM - PEB	66
Quadro 3 – Item 3 do Modelo Plano de Execução BIM - PEB	66

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BIM	<i>Building Information Modeling</i>
%	porcento
ABDI	Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AEC	Arquitetura, Engenharia e Construção
AsBEA-SP	Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura – Seção São Paulo.
BPM	Modelagem de Processos de Negócios
CAD	Desenho Assistido por Computador
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CDE	Ambiente Comum de Dados
DWG	Drawing
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
ID	Identificador
IFC	<i>Industry Foundation Classes</i>
IPHAN	Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
IPTU	Imposto Predial e Territorial Urbano
ISO	International Organization for Standardization
ISS	Imposto Sobre Serviços
ITBI	Imposto de Transmissão de Bens Imóveis
LOD	Níveis de Desenvolvimento
MCID	Ministério das Cidades
MCMV	Minha Casa Minha Vida
NBR	Norma Brasileira
Nº	número
NWC	Navisworks Cache File
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
PCD	Pessoa com Deficiência
PDF	Portable Document Format

PEB	Plano de Execução BIM
RACI	Responsible, Accountable, Consulted e Informed
RVT	Revit Project File
TAC	Termos de Ajustamento de Conduta
TIDP	Task Information Delivery Plan
VDI	Voz, Dados e Imagem

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	JUSTIFICATIVA.....	16
1.2	PROBLEMA DE PESQUISA	18
1.3	OBJETIVOS	19
1.3.1	Objetivo Geral.....	19
1.3.2	Objetivos Específicos	19
1.4	<i>DELIMITAÇÃO DA PESQUISA</i>	<i>20</i>
1.5	<i>ESTRUTURA DO TRABALHO</i>	<i>20</i>
2	REVISÃO DA LITERATURA	22
2.1	<i>RETROFIT.....</i>	<i>22</i>
2.1.1	Políticas Públicas	26
2.2	<i>Modelagem da Informação da Construção (BIM)</i>	<i>27</i>
2.3	BIM NO RETROFIT	33
2.4	OBJETIVOS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.....	35
3	MÉTODO DE PESQUISA	38
3.1	<i>Abordagem e estratégia de pesquisa</i>	<i>38</i>
3.2	<i>Caracterização do empreendimento estudado</i>	<i>38</i>
3.3	<i>Caracterização da contratante e da equipe contratada</i>	<i>39</i>
3.4	<i>Delineamento da pesquisa</i>	<i>40</i>
3.5	<i>Detalhamento das etapas da pesquisa.....</i>	<i>41</i>
3.5.1	Revisão da literatura.....	41
3.5.2	Coleta de dados	41
3.5.2.1	Projetos Básicos.....	42
3.5.2.2	Empreendimento	44
3.5.2.3	Projetos Executivos	45
3.5.2.4	Pós-Projetos.....	46
3.6	<i>Análise dos resultados.....</i>	<i>48</i>
4	RESULTADOS.....	50
4.1	<i>PROJETOS BÁSICOS</i>	<i>50</i>
4.2	<i>EMPREENDIMENTO</i>	<i>52</i>
4.3	<i>PROJETOS EXECUTIVOS</i>	<i>54</i>
4.4	<i>Pós-Projetos</i>	<i>55</i>

4.4.1	Entrevistas.....	55
4.4.2	Interferências.....	56
4.5	<i>ANÁLISE DE RESULTADOS</i>	59
4.5.1	Interferências.....	59
4.6	<i>DISCUSSÕES DOS RESULTADOS</i>	64
5	CONCLUSÕES	71
5.1	<i>SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS</i>	72
	REFERÊNCIAS	74
	APÊNDICE A – Entrevista estruturada com a bim manager	79
	APÊNDICE B – Entrevista estruturada com coordenadora de projetos complementares	81

1 INTRODUÇÃO

A obsolescência e esvaziamento de edifícios é um fenômeno comum nos centros urbanos (Rodrigues, 2020). Os fatores que influenciam esse acontecimento são o crescimento das cidades, êxodo populacional, surgimento de novas tecnologias, crises financeiras e imobiliárias (Seto *et al.*, 2011). Dessa forma, o abandono de edifícios acarreta a degradação progressiva do seu entorno, comprometendo o uso físico e social da área (Barrientos, 2004).

Além disso, “o centro urbano das metrópoles concentra, geralmente, grande parte do patrimônio histórico, artístico e arquitetônico da cidade” (Jesus, 2008). Assim, João Pessoa – PB, a terceira cidade mais antiga do Brasil, fundada em 1585, teve o seu crescimento inicial às margens do rio Paraíba, região que corresponde ao centro da cidade. Entretanto, a partir do século XX, o aumento populacional, o crescimento das atividades comerciais e o fortalecimento das iniciativas políticas impulsionaram o desenvolvimento da orla marítima (Oliveira, 2006). A partir disso, o seu crescimento foi classificado como de borda, ou seja, a cidade tem sua expansão em direção aos limites dos municípios vizinhos (Da Silva *et al.*, 2016). Consequentemente, houve o abandono de edifícios já existentes para construir novos, intensificando o consumo de insumos, energia e gerando uma demanda de nova infraestrutura urbana (Rodrigues, 2020).

Neste cenário, a reabilitação dos edifícios em desuso cria oportunidades para investir em opções sociais e de desempenho dos recursos, inclusive controle de energia elétrica, conforto térmico, luminoso e até mesmo acústico (Rodrigues, 2020). “Restaurar um edifício não é mantê-lo, repará-lo ou refazê-lo, é restabelecê-lo em um estado completo que pode não ter existido nunca em um dado movimento” (Viollet-Le-Duc, 2000, apud Lopes *et al.*, 2021).

O *retrofit* é a “remodelação ou atualização de edifício ou de sistemas, através da incorporação de novas tecnologias e conceitos, normalmente visando valorização do imóvel, mudança de uso, aumento da vida útil, eficiência operacional e energética” NBR 15575 (ABNT, 2013). Segundo Vale (2006), o processo de *retrofit* constitui-se em um conjunto de ações realizadas para o beneficiamento e a recuperação de um bem, objetivando a melhoria do seu desempenho, com qualidade ou a um custo operacional viável da utilização da benfeitoria no espaço urbano.

Nos últimos anos, observa-se um crescimento nas intervenções de *retrofit* no Brasil, motivada pela carência de novos usos, físicos e sociais, e adequações às normas de segurança, sustentabilidade e eficiência energética (Mazzaro; Camusso; Ferreira, 2023). A proposta de *retrofit* promove não só a mudança de uso da edificação, mas também um processo de inclusão e integração de áreas, ou seja, é um instrumento de revitalização urbana (Corrêa; Freitas, 2021). Além disso, é um instrumento de gestão coletiva do território com capacidade de utilizar programas urbanos muito diferenciados, de cunho mais social, econômico ou cultural, provocando iniciativas, projetos e atuações (Moura *et al.*, 2006).

Diante disso, segundo o proposto por Cardoso (1997), é fundamental que todos os agentes envolvidos nesse processo atuem de forma colaborativa e estratégica, com foco na otimização de projetos, maior produtividade, racionalização dos recursos, menor impacto ambiental e custos ao longo do ciclo de vida da edificação. A abordagem integrada garante a viabilidade técnica e econômica das intervenções, bem como a sustentabilidade e aderência às novas exigências do setor.

É nesse cenário de revitalização urbana do centro histórico que o *retrofit* se apresenta como uma solução às necessidades do Município de João Pessoa, por compreender, justamente, a reabilitação das antigas edificações do hipercentro e a criação de uma nova perspectiva de construção civil, aumentando, a vida útil desses imóveis.

1.1 JUSTIFICATIVA

Apesar da relevância econômica e social, a construção civil ainda se mostra resistente à transformação digital e à adoção de processos mais industrializados, quando comparada a outros setores produtivos (Adekunle *et al.*, 2024). Essa defasagem tecnológica tem impactos diretos na eficiência dos empreendimentos, especialmente na forma como a informação é gerada, compartilhada e gerida ao longo do ciclo de vida dos projetos (Samuelson; Stehn, 2023). A ausência de sistemas integrados e a fragmentação das etapas projetuais contribuem para falhas de comunicação entre as equipes envolvidas, o que frequentemente resulta em incompatibilidades entre disciplinas, retrabalhos, aumento de custos e atrasos na execução (Silva; Sena, 2012). Dessa forma, a gestão ineficiente da informação técnica compromete a previsibilidade e o controle das obras, revelando a urgência por metodologias colaborativas, como a Modelagem da Informação da Construção (BIM,

do inglês *Building Information Modeling*), capazes de estruturar fluxos informacionais e fortalecer a integração entre os agentes do processo construtivo (Silva; Sena, 2012).

Nesse sentido, a Modelagem de Informação da Construção se destaca como uma das mais significativas inovações da indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC). O BIM é uma metodologia que estrutura um modelo integrado e centraliza informações multidisciplinares, promovendo maior controle, transparência e eficiência ao longo do processo construtivo (Silva; Sena, 2012).

Para Succar (2009), o BIM é um importante fator de transformação na construção, pois melhora sua eficiência/eficácia integrando a modelagem do produto e de processo. Em vista disso, a modelagem virtual de edificações em ferramentas BIM permite criar modelos inteligentes e integrados, possibilitando níveis avançados de análise, controle e antecipação de interferências ao longo do processo projetual (Sacks *et al.*, 2021).

A modelagem preditiva da realidade viabilizada pelos modelos de informação da construção permite a consolidação de uma base de dados integrada, que pode ser utilizada continuamente, desde a fase de concepção até a etapa de uso, operação e manutenção (Silva; Salgado; Silva, 2015). Assim, tal como destacam Olin, Jylhä e Junnila (2012) a modelagem da informação traz benefícios na fase de uso e operação, auxiliando na garantia das adequadas condições de funcionamento (desempenho pós-ocupação). Com isso, evidencia-se o potencial do modelo BIM na gestão do empreendimento durante toda a sua vida útil.

Além disso, o modelo BIM pode possibilitar uma maior assertividade nas etapas de orçamentação, planejamento, caso tenha esses usos previstos, e evidenciar os possíveis erros na geração de desenhos de construção para diferentes áreas do projeto (Olin; Jylhä; Junnila, 2012). Este processo de representação permite a atualização automática dos objetos conforme o comando do usuário ou mediante mudanças de contexto (Eastman *et al.*, 2014).

A importância do BIM vai além da representação tridimensional de elementos construtivos. Segundo Eastman *et al.* (2011), o valor do BIM não reside apenas na modelagem em si, mas na capacidade de transformar dados dispersos em um banco de informações centralizadas e atualizadas continuamente. Na mesma direção, Succar (2009) defende que o BIM deve ser entendido como uma metodologia que

articula aspectos tecnológicos, políticos e processuais, justamente por permitir o alinhamento entre fluxos de trabalho antes fragmentados.

Dessa forma, compreende-se que o verdadeiro valor do BIM está na sua capacidade de estruturar e gerenciar informações de maneira integrada e continua ao longo de todo o ciclo de vida da edificação (Gomes *et al.*, 2018). Por isso, configura-se como uma metodologia estratégica de gestão da informação, capaz de gerir dados multidisciplinares, promover a interoperabilidade entre plataformas e alinhar fluxos de trabalho (Succar, 2009; Eastman *et al.*, 2014)

1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

Apesar da criação da Estratégia Nacional de Disseminação do *Building Information Modelling* no Brasil, implementada em 2018 por meio do Decreto nº 9.377 (BRASIL, 2018), a adoção efetiva da metodologia BIM em edifícios existentes ainda enfrenta grandes barreiras e não está contemplada nos decretos federais atuais. Embora haja progresso em sua aplicação em obras novas, constata-se que construções já erguidas, especialmente aquelas não tombadas, permanecem à margem desse processo de inovação. Como apontam Diehl *et al.* (2023), são raras as iniciativas que empregam o BIM de forma contínua em intervenções como manutenção, reforma ou reconstrução, o que evidencia uma lacuna importante no setor. Segundo Volk, Stengel e Schultmann (2014), essa lacuna deriva de desafios técnicos de modelagem ou conversão de dados de construção capturados em objetos BIM semânticos, atualização de informações em BIM e manipulação de dados incertos.

Entretanto, destacam-se alguns avanços encontrados na literatura sobre o BIM em projetos *retrofit*, como a criação semiautomatizada de modelos (Triantafyllidis; Huang, 2023), a renovação de residências para idosos com foco em acessibilidade e cidade inteligente (Hu; Wang, 2022), o uso de fotogrametria para patrimônio histórico (Sugiyawa; Rodrigues; Rodrigues, 2024), reabilitação energética (Betim; Silva; Pinho, 2022), modelagem de processos de negócios (D'Angelo *et al.*, 2022), obtenção de certificações ambientais e *clash detection* (Silva *et al.*, 2015).

Dessa forma, Perrier *et al.* (2020) observam que a categoria tecnológica voltada à *retrofit* é a que contém menos abordagens de pesquisa, enfatizando que diversas soluções tecnológicas ainda são incapazes de integrar seus dados, gerando lacunas

para diferentes campos de atuação. Assim, os estudos se concentram em aspectos específicos, como automação, eficiência energética ou modelagem, sem contemplar de forma integrada os processos que orientam projetos de *retrofit* históricos. Nesse sentido, este trabalho busca contribuir ao apresentar, por meio de um estudo de caso do uso do BIM em *retrofit* de edificações históricas, uma análise abrangente do processo de desenvolvimento de projetos, considerando seus condicionantes técnicos, normativos e operacionais. A partir do estudo de caso, explorou-se os desafios de gestão e de articulação interdisciplinar nesse tipo de empreendimento, oferecendo subsídio para o aprimoramento de práticas voltadas a contextos de preservação e requalificação do patrimônio construído.

É nesse sentido que a integração do BIM em projetos de *retrofit* se alinha com os princípios da Agenda 2030 e seus 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), combinando inovação tecnológica com transformação urbana sustentável. O ODS 8 (trabalho digno e crescimento econômico) se materializa quando o *retrofit*, potencializado pelo BIM, gera empregos especializados em tecnologias digitais e práticas construtivas sustentáveis. Já o ODS 11 (cidades sustentáveis) é atendido pela preservação do patrimônio histórico e pela revitalização inteligente de áreas urbanas decadentes. Por fim, o ODS 12 (consumo responsável) torna-se visível na capacidade do BIM em otimizar materiais e reduzir desperdícios durante intervenções em edificações existentes, estabelecendo novos padrões de eficiência para a construção civil.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Analisar a aplicação da metodologia BIM no processo de desenvolvimento dos projetos de *retrofit* de um edifício histórico.

1.3.2 Objetivos Específicos

- i. Apresentar o fluxo de desenvolvimento dos projetos do empreendimento, desde a concepção arquitetônica até os projetos de engenharia, no contexto do *retrofit*;
- ii. Identificar os critérios técnicos, normativos e estratégicos considerados em cada fase do processo de desenvolvimento de projetos;

- iii. Apresentar o processo de análise de interferências de projetos no contexto do *retrofit* edifícios.

1.4 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

Esta pesquisa concentra-se na análise da aplicação da metodologia *Building Information Modeling* (BIM) em gestão de projetos de *retrofit*. O estudo de caso específico aborda um edifício histórico de uso misto, com fachada tombada, localizado no centro histórico da cidade de João Pessoa, e que foi contemplado por um programa de financiamento.

A análise abrange o processo de desenvolvimento de projetos, considerando seus condicionantes técnicos, normativos e operacionais, os desafios de gestão e articulação entre disciplinas envolvidas.

O foco está em edifícios existentes que permanecem à margem do processo de inovação do BIM, buscando preencher a lacuna de pesquisa sobre a integração de informações e processos em projetos de *retrofit*.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho de conclusão de curso encontra-se segmentado em cinco partes principais, cada qual contribuindo para a compreensão do tema abordado.

O presente capítulo apresenta a introdução da pesquisa, incluindo justificativa, o problema de pesquisa, os objetivos (gerais e específicos), a delimitação do estudo e a estrutura do trabalho, com o objetivo de orientar o leitor quanto ao escopo e organização da pesquisa.

O segundo capítulo explora a fundamentação teórica, abordando o conceito de *retrofit* e políticas públicas de incentivo ligadas a ele. Além disso, traz a metodologia *Building Information Modeling* (BIM), com conceitos como colaboração, interoperabilidade, papel do coordenador BIM, Plano de Execução BIM (PEB) e Ambiente Comum de Dados (CDE). Por fim, traz a aplicação da metodologia BIM em edifício *retrofit* e os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS).

O terceiro capítulo detalha os procedimentos metodológicos. O estudo de caso foi dividido em revisão da literatura, coleta de dados e análise dos resultados. São

descritas as fontes de evidência, a caracterização do edifício e da equipe, e as fases de projetos básicos, empreendimento, projetos executivos e pós projetos.

O quarto capítulo apresenta os resultados e a análise crítica, detalha as inconsistências e discute os desafios.

O quinto capítulo refere-se as conclusões e sugere futuras investigações sobre o tema.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Este capítulo apresenta a fundamentação teórica que sustenta a proposta desse trabalho, abordando os principais conceitos e discussões relacionados ao *retrofit* de edificações e à utilização da metodologia BIM nesse contexto. Além disso, discute as políticas públicas e os incentivos governamentais que fomentam a reabilitação de edifícios no Brasil. Por fim, apresenta os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 8, 11 e 12 da Agenda 2030 da ONU, os quais se relacionam diretamente com a temática do trabalho, reforçando o alinhamento entre *retrofit*, BIM e sustentabilidade urbana.

2.1 RETROFIT

Retrofit refere-se ao processo de requalificação de edificações existentes por meio da incorporação de novas tecnologias, materiais e conceitos construtivos, com o objetivo de valorizar o imóvel, adaptar seu uso às novas demandas funcionais, ampliar sua vida útil e melhorar seu desempenho técnico-operacional (ABNT, 2013; Barrientos; Qualharini, 2004). De forma complementar, Souza (2011) define o *retrofit* como sendo:

[...] uma alternativa, um agente modificador dos centros antigos. O *retrofit* predial nada mais é que a revitalização de edifícios antigos através de projetos de modernização da construção e da arquitetura. Esse mercado é atrativo pelo elevado número de prédios nestas condições. A reocupação desde prédios leva o repovoamento destes centros e aliado a outros projetos de requalificação urbana devolvem a vitalidade dos núcleos urbanos.

Por conseguinte, a revitalização urbana configura-se como uma estratégia capaz de promover a inclusão e integração de áreas degradadas ao tecido urbano. Trata-se de um instrumento que colabora com a gestão territorial e articula programas e políticas urbanas, capazes de mobilizar ações, fomentar projetos e impulsionar transformações no ambiente urbano (Moura *et al.*, 2006).

Dessa forma, a reabilitação de edifícios ultrapassa os limites físicos da edificação e alcança o entorno urbano (Projeto Reabilita, 2007). Assim, é um processo que pode ser recuperado de maneira a contribuir para os moradores, proprietários e para a sociedade estimulando a área urbana (Projeto Reabilita, 2007). Logo, entende-se que a requalificação da edificação é uma metodologia que integra a sustentabilidade e viabilidade econômica, recuperando o valor funcional e estético do imóvel, que era

motivo de desvalorização da região, ao mesmo tempo que minimiza impactos ambientais e preserva a arquitetura local (Borges *et al.*, 2023). Assim, a revitalização evita a demolição completa da estrutura e propõe adaptações e novas funções, preservando o potencial construtivo (Gomes, 2019). Portanto, ao conservar e readequar o existente, há uma redução significativa da geração de resíduos, o que contribui para os princípios da economia circular e promove um ciclo mais sustentável de uso dos recursos (Barrientos; Qualharini, 2004).

Entretanto, o potencial de renovação de uma edificação ou de uma área urbana só pode ser identificado após uma análise criteriosa, conhecida como diagnóstico para *retrofit* (Barrientos; Qualharini, 2004). Sendo assim, a identificação do grau de degradação da edificação, por meio do diagnóstico, é essencial para compreender as causas patológicas, propor intervenções adequadas e avaliar o potencial de reaproveitamento do empreendimento (Helene, 2012; Morettini, 2012).

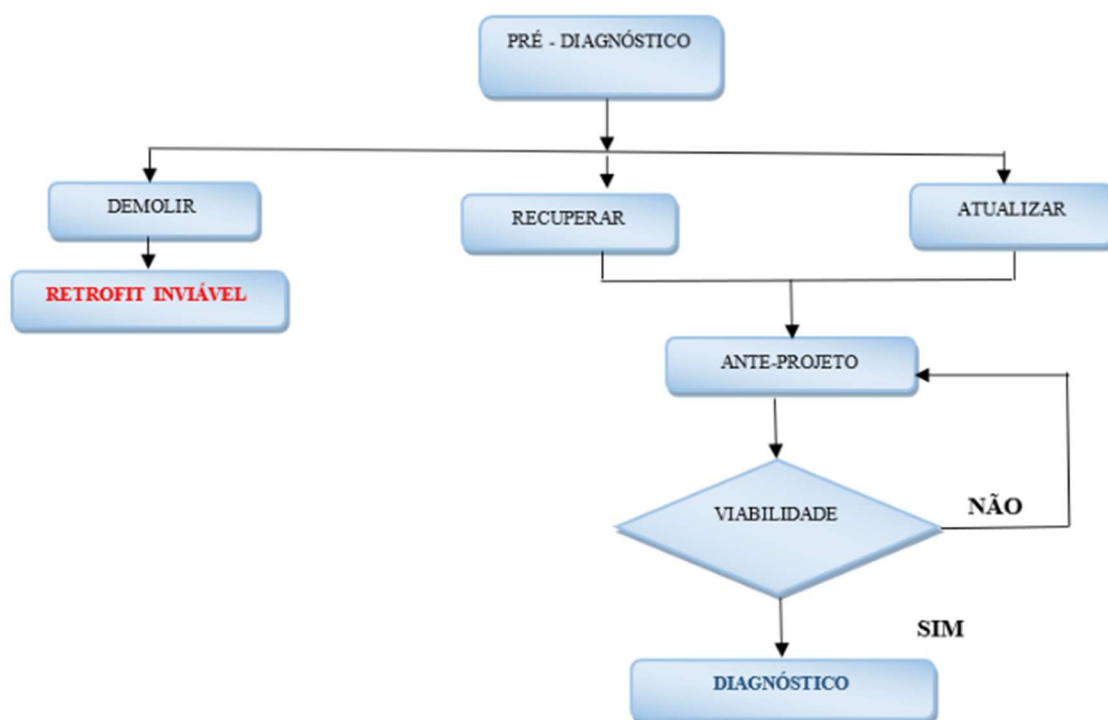
Antes do diagnóstico propriamente dito, é fundamental realizar um levantamento preliminar do imóvel, denominado pré-diagnóstico, conforme visto na Figura 1, que inclui a verificação da existência de documentos e plantas, bem como uma inspeção presencial das condições estruturais (Barrientos, 2004). Essa etapa orienta o profissional na escolha da intervenção mais adequada às necessidades do edifício. De acordo com Barrientos e Qualharini (2004), a partir desse processo é possível definir as estratégias específicas de requalificação, conforme as demandas identificadas, sendo elas:

- Demolição e reconstrução: quando o estado de degradação se apresenta tão acentuado que influencia na estabilidade do edifício. Esta solução só deve ser adotada quando o *retrofit* for inviável tanto tecnicamente quanto economicamente.
- Recuperação: quando há possibilidade de recuperar ou adaptar a edificação para o uso.
- Atualização: indicada em casos em que o estado de degradação do edifício não é um fator relevante e o objetivo principal é apenas melhorar as condições de utilização do mesmo. Este caso configura um *retrofit* superficial que geralmente engloba obras de orçamento reduzido.

Conforme ilustrado na Figura 1, caso a demolição seja a estratégia escolhida, o *retrofit* torna-se inviável. Por outro lado, se a opção for recuperar ou atualizar, o

processo avança para a elaboração de um anteprojeto, seguido pela análise de viabilidade. Dessa forma, se a viabilidade for confirmada, o fluxo segue para o diagnóstico completo. Caso contrário, retorna-se ao anteprojeto para devidos ajustes. Assim, essa estrutura evidencia a importância de decisões técnicas fundamentadas e progressivas na definição da estratégia de intervenção mais adequada para cada edificação (Barrientos; Qualharini, 2004).

Figura 1 - Fluxograma de um pré-diagnóstico



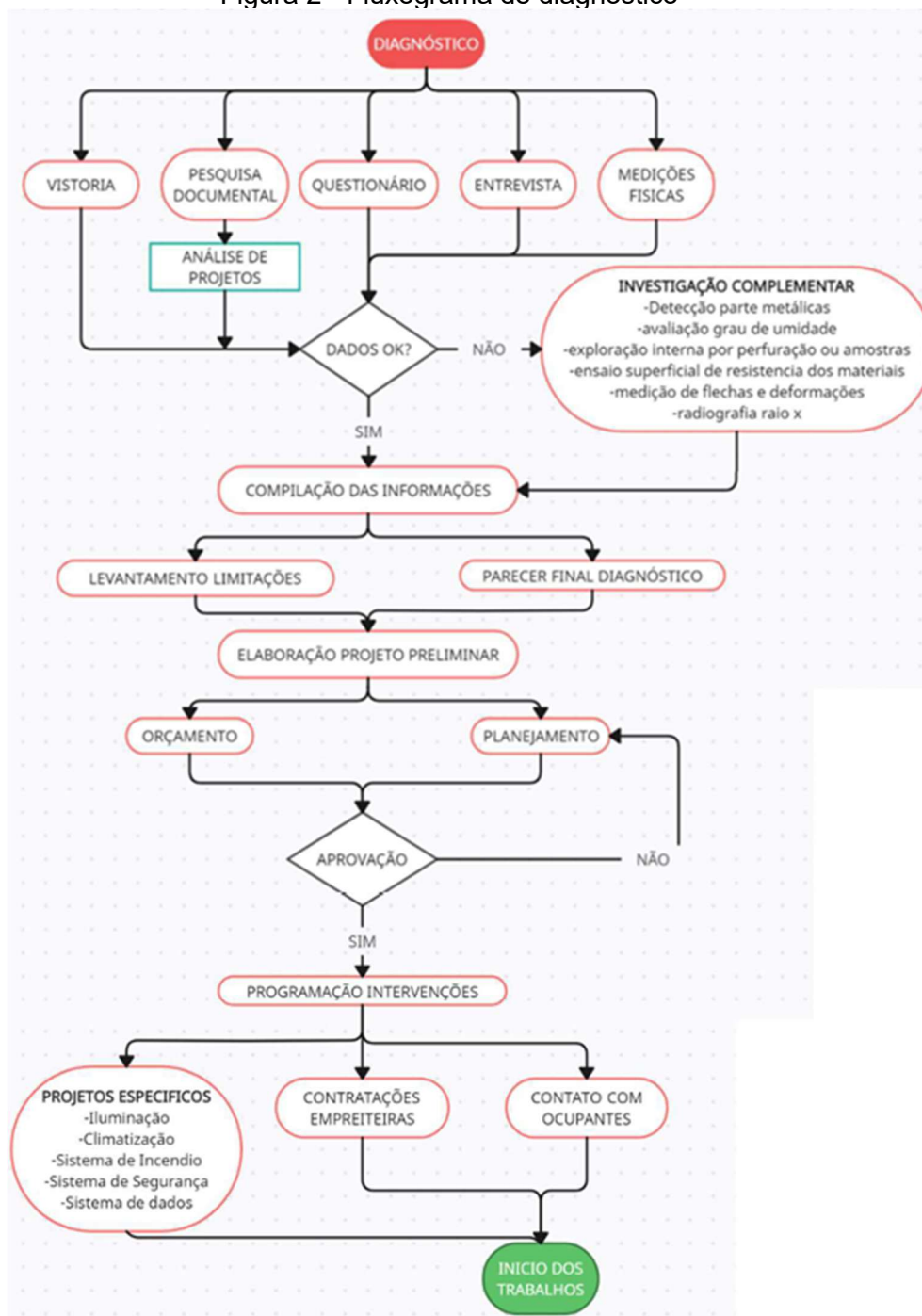
Fonte: Barrientos e Qualharini, 2004.

A etapa consecutiva envolve a investigação das condições da edificação, tendo como objetivo um parecer técnico compatível com a realidade (Croitor, 2008). Com base no pré-diagnóstico, é possível elaborar um plano de diagnóstico que atenda às demandas específicas da intervenção (Barrientos; Qualharini, 2004). Além disso, existem várias fontes de evidência que podem ser usadas na realização do diagnóstico, entre elas: vistorias, entrevistas, medições físicas e pesquisa documental, conforme apresentado na Figura 2 (Barrientos; Qualharini, 2004).

Dessa maneira, o levantamento de campo é essencial para a caracterização adequada da estrutura. Segundo Barrientos e Qualharini (2004), vistoria é o ato de caminhar pelo ambiente, no qual se busca coletar o máximo de informações possíveis, verificando aspectos físicos, estado da estrutura e compatibilização com o novo

projeto. Em outros termos, as medições in loco são imprescindíveis para qualquer atividade de desenvolvimento de projeto de reabilitação (Croitor, 2008).

Figura 2 - Fluxograma de diagnóstico



Fonte: Mazzaro; Camusso; Ferreira, 2023.

Assim, como apresentado na Figura 2, após o parecer final do diagnóstico tem-se a etapa de elaboração do projeto preliminar, por isso quanto mais eficiente for a etapa de diagnóstico, maior é a probabilidade de eficiência no projeto e na execução (Croitor, 2008). Por isso, é necessária uma dedicação maior por parte das equipes de projeto,

decorrente da ausência de uma legislação específica para empreendimentos de reabilitação e da presença de imprevistos não detectados na etapa de diagnóstico (Croitor, 2008).

Soma-se a isso a escassez de experiência profissional na área, que impõe diversos desafios, relacionados às particularidades técnicas, operacionais e custos envolvidos nesse tipo de intervenção (Vale, 2006). Segundo Croitor (2008):

(...) os projetos de reabilitação têm, geralmente, limitações advindas do projeto arquitetônico da edificação. Um dos grandes desafios para projetistas é a adequação às exigências legais e às necessidades atuais frente a sistemas de automação, sistemas prediais e flexibilidade de uso dos ambientes, às limitações físicas das edificações antigas. A reabilitação de um edifício precisa surgir da análise de estudos de viabilidade técnico-comercial.

Diante disso, entende-se que a configuração arquitetônica original tem um papel decisivo, pois pode dificultar as adaptações exigidas pelas demandas contemporâneas. Em razão da complexidade que envolve os processos de *retrofit*, é fundamental reconhecer os custos associados à natureza das intervenções, materiais empregados, mão de obra especializada, presença de ocupantes e às dificuldades de acesso (Vale, 2006).

Contudo, ao tratar sobre reabilitação de edificações, é necessário ir além dos aspectos técnicos e considerar o contexto urbano e ambiental em que o imóvel está inserido. Nesse sentido os princípios da sustentabilidade devem orientar as decisões projetuais, garantindo que o *retrofit* contribua também para a melhoria da qualidade de vida e da eficiência ambiental das cidades (Vale, 2006).

2.1.1 Políticas Públicas

No Brasil, algumas políticas públicas vêm sendo criadas com o objetivo de fomentar a requalificação de edificações existentes, especialmente nas áreas centrais das cidades. Um exemplo notável é o Programa Requalifica Centro, instituído pela Lei nº 17.577/2021 na cidade de São Paulo, que concede uma série de benefícios fiscais para incentivar o *retrofit*. Entre os incentivos disponíveis estão a isenção de IPTU por até cinco anos, a redução do ISS para 2% em serviços de reforma, a isenção do ITBI e a dispensa do pagamento de outorga onerosa para mudanças de uso. Essa política visa estimular a ocupação de imóveis subutilizados, promover a recuperação do tecido

urbano e valorizar áreas que perderam atratividade econômica e social (São Paulo, 2021)

Em João Pessoa – PB, políticas similares vêm sendo implementadas mais recentemente. Em 2023, a Prefeitura lançou o programa “Viva o Centro”, com foco na revitalização do Centro Histórico (João Pessoa, 2025). A iniciativa oferece isenção total de IPTU e ITBI para imóveis localizados na área central tombada que sejam restaurados ou reutilizados (João Pessoa, 2025). Além disso, há a redução do ISS de 5% para 2% em serviços de *retrofit*, especialmente nas áreas de arquitetura, engenharia, execução de obras e instalações (João Pessoa, 2025). O programa também oferece apoio técnico, capacitação, linhas de microcrédito e incentivos vinculados ao ICMS Patrimônio Cultural (João Pessoa, 2025). Essas medidas buscam atrair investimentos, fomentar a habitação e o comércio no centro histórico e preservar o patrimônio edificado, promovendo um modelo de cidade mais inclusivo e sustentável.

No entanto, observa-se que os incentivos fiscais para *retrofit* em João Pessoa se concentram apenas no Centro Histórico, deixando de fora outros bairros e regiões que também apresentam edificações com potencial de reuso e requalificação. Fora desse perímetro, não há políticas públicas municipais que contemplem isenções ou reduções de impostos para intervenções em prédios antigos, o que representa um obstáculo à adoção em larga escala do *retrofit* como estratégia urbana. Nesses casos, os proprietários e investidores dependem de linhas de financiamento convencionais, como aquelas oferecidas por bancos públicos, mas sem o respaldo de políticas tributárias locais que incentivem esse tipo de intervenção urbana. Essa lacuna revela a necessidade de ampliar as estratégias municipais de incentivo à recuperação do ambiente construído existente para além do patrimônio tombado (IPHAN, 2014; IBGE, 2021).

2.2 Modelagem da Informação da Construção (BIM)

O *Building Information Modeling* (BIM) é definido como um conjunto de políticas, processos e tecnologias interativos que geram uma “metodologia para gerenciar o

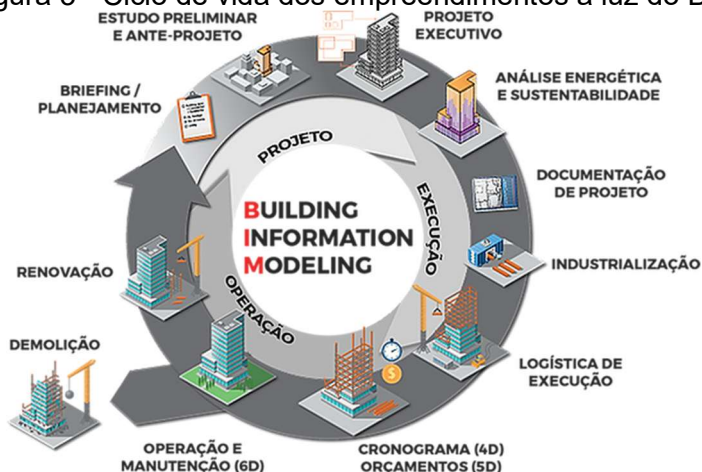
projeto essencial do edifício e os dados do projeto em formato digital durante todo o ciclo de vida do edifício” (Succar, 2009). Ademais, Eastman *et al.* (2014) definem:

“[...] BIM como uma tecnologia de modelagem. É um conjunto de processos associados para produzir, comunicar e analisar os modelos de edificações...e que o BIM não é uma coisa ou um tipo de software, mas uma atividade humana que envolve mudanças amplas no processo de construção”.

De acordo com a Penn State, (2010), os usos do BIM podem ser organizados ao longo de todo o ciclo de vida da edificação, abrangendo o planejamento, projeto, operação e manutenção. No planejamento, está a compreensão das condições existentes, estimativa de custos e análises de alternativas (Penn State, 2010). Na fase de projeto, incluem-se o desenvolvimento dos modelos de cada disciplina, sustentabilidade e a coordenação dos modelos (Penn State, 2010). Já na construção, os usos estão associados à modelagem logística, planejamento de sistemas temporários, layout operacional e fabricação de componentes (Penn State, 2010). Por fim, na fase de operação, os usos do BIM envolvem o monitoramento de sistema e a manutenção, gestão de ativos, o uso do espaço e o planejamento de emergências (Penn State, 2010).

Diante disso, a utilização da metodologia BIM durante o ciclo de vida da edificação, representado na Figura 3, possibilita a obtenção de informações a qualquer instante (CBIC, 2016). Por isso, se faz necessário a utilização de uma abordagem colaborativa e um sistema de gestão eficiente para o controle das informações ao longo de todas as etapas de vida do empreendimento (Gomes *et al.*, 2018).

Figura 3 - Ciclo de vida dos empreendimentos à luz do BIM



Fonte: Gmartini Engenharia, 2018.

Segundo Souza (2016), a colaboração é compreendida como uma prática cultural que pode ser feita por meio da comunicação entre os envolvidos, da disseminação de conhecimento e do compartilhamento de informações, visando à obtenção de resultados comuns. No contexto da metodologia BIM, a definição de um processo de colaboração torna-se relevante dado que o processo demanda um fluxo contínuo e estruturado de dados entre as disciplinas envolvidas (ABDI, 2017a; CBIC, 2016c).

Nesse contexto, a modelagem da informação favorece a conexão eficiente entre softwares distintos, assegurando a interoperabilidade, que é entendida como a habilidade de trocar dados entre sistemas sem comprometer a integridade das informações durante o processo colaborativo (Manziona, 2013). Assim, a fim de garantir uma interoperabilidade eficiente entre diferentes plataformas e processos de projeto, se tornou imperativa a adoção de um protocolo internacional padronizado para a troca de dados. Nesse contexto, destaca-se o conceito de openBIM, que, segundo a BuildingSMART (2023), permite o compartilhamento de dados e colaboração entre diferentes sistemas e partes interessadas, por meio de um formato aberto. Essa abordagem é viabilizada por meio do IFC (*Industry Foundation Classes*), desenvolvido pela organização BuildingSMART.

Segundo a *International Alliance for Interoperability* (2008), o Industry Foundation Classes (IFC) é um formato aberto, neutro e com especificações padronizadas para *Building Information Models*. De acordo com Fu *et al.* (2006), é um tipo de linguagem que foca na modelagem do produto e processos da indústria da AEC/ FM (Facility Management). Já de acordo com Eastman *et al.*, 2013, p. 15):

“O IFC é padronização que pode proporcionar um mecanismo para a interoperabilidade entre aplicações com diferentes formatos internos. Essa abordagem oferece mais flexibilidade em troca de uma redução na interoperabilidade, especialmente se os vários programas utilizados em dado empreendimento não suportam os mesmos padrões de intercâmbio. Isso permite que objetos de uma aplicação BIM sejam exportados ou importados para/de outro software”

Além disso, para que a troca de dados ocorra de forma íntegra e coesa, é fundamental estabelecer um protocolo colaborativo estruturado, definindo os fluxos de comunicação, níveis de desenvolvimento dos modelos e as responsabilidades técnicas ao longo das fases do projeto (AsBEASP, 2015; CBIC, 2016). Para isso, torna-se essencial a presença de um coordenador de projetos ou BIM *Manager*,

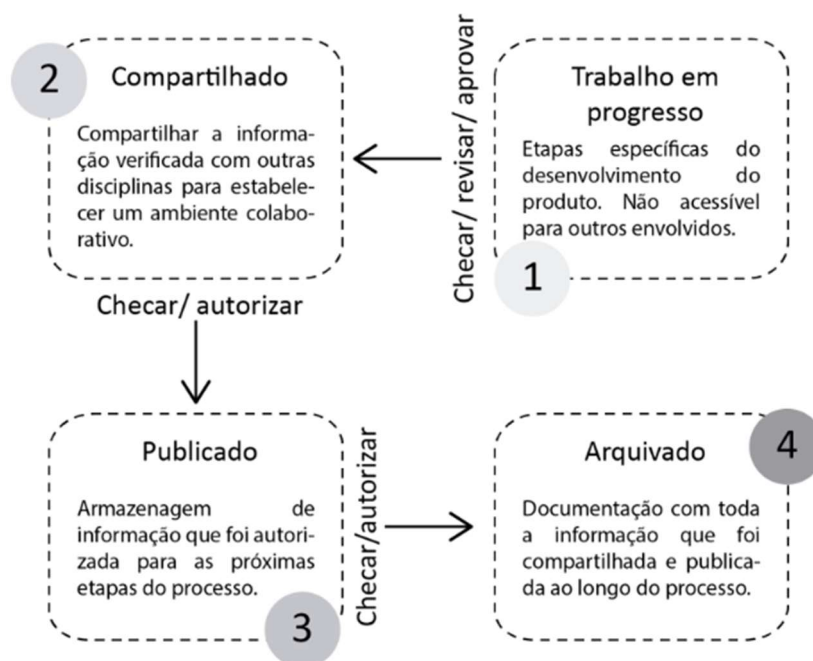
responsável por gerenciar o fluxo de informações e supervisionar todas as etapas do desenvolvimento (Ulrich, 2001). Dessa forma, segundo Barison (2015), a utilização do BIM fortalece a atuação do coordenador de projetos ao facilitar a integração entre os diferentes projetistas envolvidos, apoiar a compatibilização das disciplinas, aprimorar a precisão no detalhamento técnico e assegurar a troca de informações.

Entre as responsabilidades atribuídas ao coordenador BIM, destacam-se a elaboração e validação do Plano de Execução BIM (PEB), a garantia de sua aplicação efetiva, a promoção de melhoria contínua do processo e o cumprimento de todas as funções definidas no próprio PEB (Manziona, 2013). Sendo assim, o PEB é um documento estratégico de planejamento, que reúne as informações essenciais e definições das atribuições de cada agente envolvido na concepção e execução do empreendimento, com o objetivo de atender as especificidades técnicas e operacionais de cada projeto (Manenti; Marchiori; Corrêa, 2020). Assim, para que as diretrizes estabelecidas no PEB sejam efetivamente implementadas e acompanhadas, torna-se indispensável o uso de ferramentas de suporte à gestão da informação, entre as quais se destaca o Ambiente Comum de Dados (CDE).

Nesse cenário, o CDE tem como finalidade central a administração das informações ao longo das fases de planejamento, desenvolvimento e entrega de um projeto (Baccarin; Isatto, 2024). Segundo a ABNT, (2022a), o CDE é definido como uma fonte de informação para qualquer empreendimento ou ativo, sendo responsável por coletar, gerenciar e disseminar conjuntos estruturados de dados. Em geral, sua implementação ocorre por meio de tecnologias baseadas em servidores ou soluções em nuvem, que permitam a gestão eficiente da informação ao longo de todo o ciclo (ABNT PR CDE, 2022).

Durante a utilização do Ambiente Comum de Dados, as informações seguem um fluxo de trabalho estruturado, como visto na Figura 4, no qual cada conjunto de dados de informação é atribuído a um estado específico e controlado, refletindo sua posição e função dentro do ciclo.

Figura 4 - Fluxo de trabalho no ambiente comum de dados



Fonte: Baccarin e Isatto, 2024.

Diante do exposto, observa-se que a metodologia BIM, ao longo do ciclo de vida da edificação, depende de processos colaborativos estruturados, da interoperabilidade entre plataformas e da gestão das informações por meio de instrumentos como PEB e o CDE. Essa metodologia representa uma evolução das ferramentas CAD, ao incorporar funcionalidades que possibilitam o gerenciamento das informações ao longo de todas as fases do ciclo de vida de um empreendimento, por meio de um banco de dados integrado a uma modelagem tridimensional (Gomes *et al.*, 2018).

Assim, para que os mecanismos de planejamento e controle sejam de fato eficazes, é essencial que os modelos digitais contenham objetos capazes de armazenar e atualizar informações de maneira dinâmica, o que é viabilizado pela modelagem paramétrica. O BIM promove uma abordagem baseada em objetos paramétricos inteligentes, que contêm informações sobre dimensões, materiais, propriedades térmicas, custo, cronograma e desempenho (Eastman *et al.*, 2014). Além disso, nos softwares BIM, ao modelar uma parede, o projetista deve atribuir

propriedades como materiais, dimensões e fabricantes, que são automaticamente armazenadas no banco de dados (Eastman *et al.*, 2014).

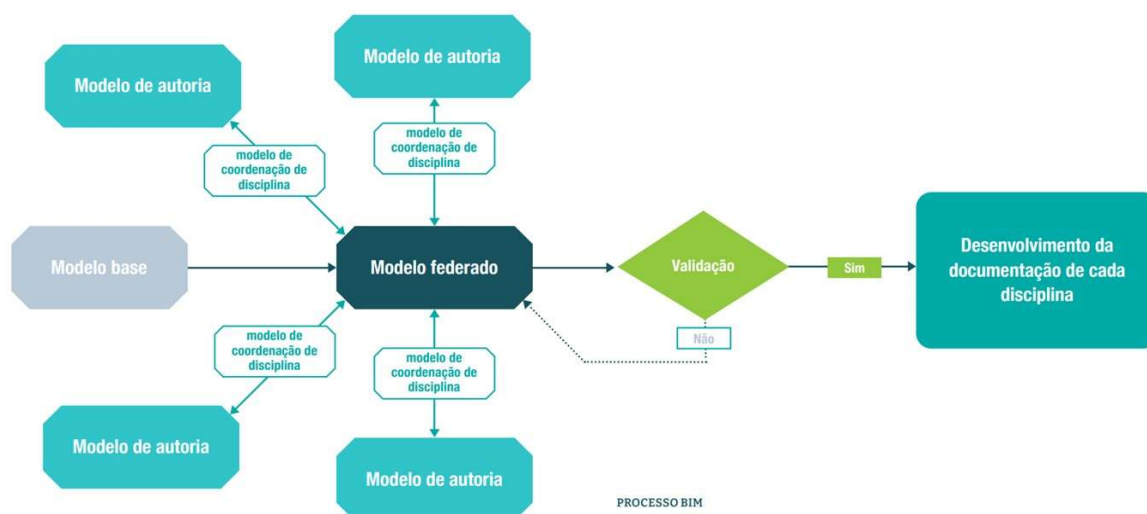
Dessa forma, os elementos modelados no ambiente BIM são parametrizados e organizados em múltiplos níveis hierárquicos, permitindo que alterações em componentes individuais impactem automaticamente o conjunto ao qual pertencem (Mariano, 2017). Por exemplo, uma parede ajusta-se automaticamente à geometria do teto ou telhado, e se houver modificação em propriedades de um dos seus componentes isso irá refletir no peso da parede toda (Eastman *et al.*, 2014).

Outro processo fundamental na gestão BIM é a compatibilização de projetos, que inclui a sobreposição dos modelos das diferentes disciplinas para identificar conflitos e inconsistências, além da organização de reuniões técnicas entre projetistas e a equipe de coordenação, com o propósito de solucionar as interferências encontradas durante o processo (Manziona, 2013).

Nesse contexto, é importante diferenciar o conceito de coordenação e compatibilização de projetos. Segundo Silva (2012), a coordenação busca interação entre os projetistas, com o intuito de tomar decisões e viabilizar soluções para o projeto, ou seja, gerenciar os diversos agentes envolvidos no projeto. Já a compatibilização, uma das etapas da coordenação, é a integração dos projetos, com o objetivo de detectar interferências e, assim, eliminar os conflitos (Callegari, 2007).

Conforme apresentado na Figura 5, o processo inicia-se com os modelos autorais, desenvolvidos por cada disciplina envolvida no projeto. Após isso, esses modelos passam por uma etapa intermediária de coordenação da disciplina, onde são organizados e preparados para a integração (BFB, 2023). Assim, todos esses modelos são reunidos em um modelo federado, que representa a junção dos modelos disciplinares em um único ambiente digital (BFB, 2023). Esse modelo federal é submetido a uma etapa de validação, onde são verificadas interferências entre os elementos das diferentes disciplinas, o que caracteriza a compatibilização de projetos propriamente dita (BFB, 2023). Caso o modelo não seja validado, o fluxo retorna ao modelo federado para ajustes e refinamentos, em um ciclo iterativo até que todas as interferências sejam resolvidas (BFB, 2023). Dessa forma, após a validação, o processo avança para o desenvolvimento da documentação de cada disciplina (BFB, 2023).

Figura 5 - Fluxo de compatibilização dos projetos



Fonte: BFB, 2023.

2.3 BIM NO *RETROFIT*

Embora os avanços tecnológicos aplicados à construção civil tenham ocorrido de forma acelerada nos últimos anos, observa-se que o retrofit ainda se configura como uma categoria pouco explorada nas pesquisas (Diehl *et al.*, 2023). Além disso, segundo Volk, Stengel e Schultmann (2014), a adoção do BIM em construções já edificadas é escassa devido a desafios como o elevado esforço necessário para a modelagem ou conversão de dados físicos em objetos BIM semânticos, a dificuldade de atualização das informações no modelo e a manipulação de dados muitas vezes incompletos ou incertos. Outros autores destacam que muitas das soluções tecnológicas atuais ainda carecem de integração plena entre os dados, o que evidencia lacunas significativas para diferentes áreas de atuação no setor da construção (Betim; Silva; Pinho, 2022; Hu; Wang, 2022)

Diante desse cenário, é fundamental compreender as possibilidades, os limites e os caminhos para a aplicação do BIM em processos de *retrofit*, especialmente considerando seu potencial para agregar valor técnico, econômico e ambiental às intervenções em estruturas já construídas. Dessa forma, a literatura destaca casos de aplicação do BIM em *retrofit*, permitindo analisar experiências anteriores e identificar limitações e boas práticas.

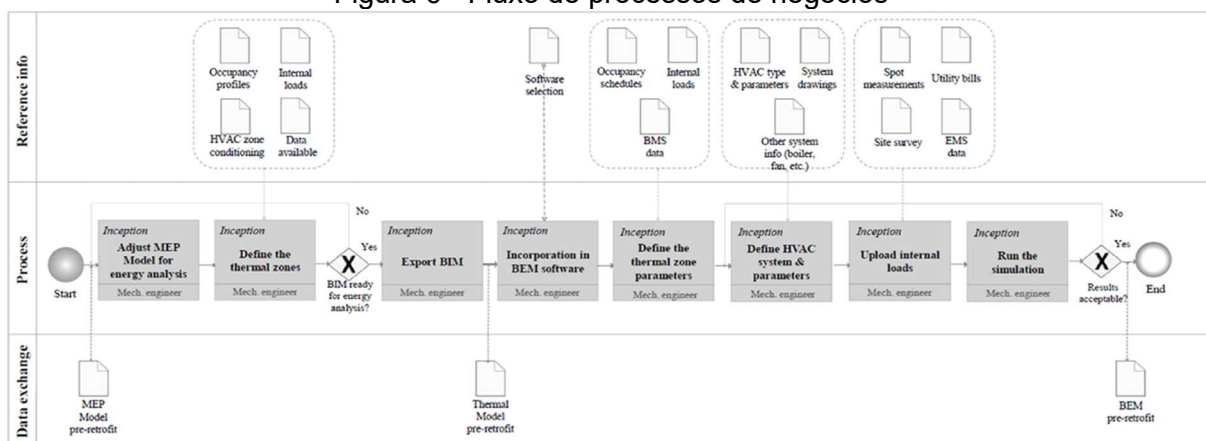
O estudo de Silva *et al.* (2015) teve como objetivo aplicar a metodologia BIM no processo de *retrofit* de um edifício corporativo localizado no Rio de Janeiro, visando à modernização da edificação e à obtenção de certificações ambientais. Entre os pontos

positivos destacam-se a redução de retrabalho, a antecipação de interferências por meio do *clash detection* com Navisworks. Contudo, o estudo apontou dificuldades relacionadas à baixa familiaridade dos profissionais com ferramentas BIM, o que exigiu adaptações como a conversão de plantas em DWG. Portanto, a lacuna observada reside na adoção tardia do BIM no processo, limitando seu potencial de integração desde as fases iniciais do projeto.

Já o estudo de Betim, Silva e Pinho (2022) aplicou o BIM na reabilitação energética de um edifício em Lisboa, com ênfase na melhoria do sistema de climatização. A metodologia envolveu modelagem, simulação energética e análise financeira, permitindo a comparação entre diferentes cenários de ocupação. Nesse sentido, os resultados apontaram uma redução de 44% no custo anual de energia e estimativa de retorno do investimento em 15 anos, evidenciando o BIM como suporte para decisões sustentáveis. Entretanto, os autores destacam a necessidade de calibrar com precisão o modelo energético, bem como limitações do software Revit e dificuldade de interoperabilidade entre plataformas.

Por outro lado, tem-se a aplicação do BIM em conjunto com a Modelagem de Processos de Negócios (BPM), conforme apresentado na Figura 6, visando superar barreiras técnicas, financeiras e organizacionais no retrofit de edificações residenciais. O trabalho de D'Angelo *et al.* (2022), apresenta um modelo dividido em cinco etapas, desde as condições existentes até a estimativa de custos. A pesquisa evidencia que o uso do BIM permite maior precisão na análise energética, embora enfrente limitações quando a interoperabilidade, padronização dos dados e custo de implantação.

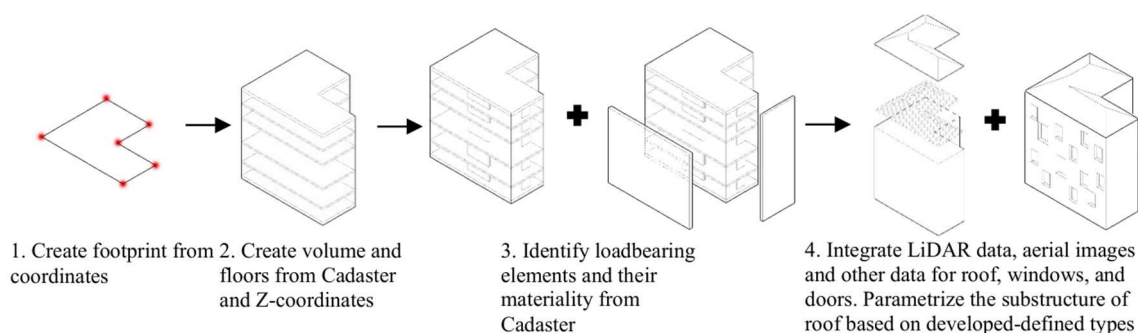
Figura 6 - Fluxo de processos de negócios



Fonte: D'Angelo *et al.*, 2022.

Além disso, a pesquisa de Triantafyllidis e Huang (2023) discute a criação semiautomatizada de modelos BIM para edifícios existentes, com foco na reutilização de materiais e na economia circular. Os autores desenvolveram um fluxo paramétrico, apresentado na Figura 7, utilizando o banco de dados públicos da Noruega, que transforma dados alfanuméricos em modelos tridimensionais. Assim, destacam a importância da integração entre BIM e linguagens de programação visual como *Dynamo*. Entretanto, os autores destacaram algumas dificuldades como a escassez de dados confiáveis, complexidade geométrica e necessidade de diversas estratégias para atualização contínua das informações.

Figura 7 - Fluxo da construção de modelos



Fonte: Triantafyllidis e Huang, 2023.

Em acréscimo, o artigo de Hu e Wang (2022) aborda o uso do BIM na renovação de residências para idosos, destacando funcionalidades de design modular, acessibilidade e coleta de dados para cidades inteligentes. Portanto, o estudo reforça a aplicabilidade do BIM em projetos com requisitos específicos, embora enfrente desafios relacionados à modelagem detalhada, à personalização de módulos e à interoperabilidade com sistemas urbanos.

Ademais, o estudo de Sugiyama, Rodrigues e Rodrigues (2024) aplica o BIM em uma reabilitação patrimonial, utilizando fotogrametria e nuvem de pontos para gerar modelos HBIM. A pesquisa destaca a importância da documentação precisa e da análise ambiental integrada, mas aponta limitações na compatibilidade entre ferramentas e na representação de materiais tradicionais.

2.4 OBJETIVOS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Em 2015, líderes mundiais e representantes de alto nível se reuniram na sede da ONU para anunciar novos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável globais. Eles

estabeleceram a Agenda 2030, com metas a serem cumpridas nos 15 anos seguintes (United Nations, 2015).

Entre os 17 Objetivos propostos, destaca-se o ODS 8, que visa incentivar um crescimento econômico sustentável e inclusivo, garantir emprego pleno e produtivo e assegurar trabalho decente para todos (United Nations, 2015). O presente estudo está vinculado às metas 8.2 e 8.4. A meta 8.2 trata da necessidade de alcançar níveis mais elevados de produtividade econômica por meio da diversificação, modernização tecnológica e inovação, com ênfase em setores de alto valor agregado em mão de obra (United Nations, 2015). Já a meta 8.4 aborda a melhoria progressiva da eficiência global no consumo e na produção de recursos até 2030, buscando desvincular o crescimento econômico da degradação ambiental, em conformidade com o Marco Decenal de Programas sobre Modos de Consumo e Produção Sustentáveis, iniciado pelos países desenvolvidos (United Nations, 2015).

A ODS 11, com o nome “Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis”, demonstra a preocupação crescente em todo o mundo com a rápida urbanização e seus efeitos nas condições de vida e no meio ambiente (United Nations, 2015). Portanto, essa meta é particularmente importante para contextos urbanos em transformação, onde as políticas públicas e as intervenções no ambiente construído precisam levar em conta as várias dimensões da sustentabilidade. A meta 11.1 determina o compromisso de assegurar, até 2030, que todos tenham acesso a moradias adequadas, seguras e acessíveis, com serviços essenciais e melhorias nos assentamentos precários.

Por meio da promoção de processos participativos e integrados de planejamento e gestão urbana, a meta 11.3 visa fortalecer a urbanização inclusiva e sustentável. A 11.4 enfatiza a relevância de proteger o patrimônio cultural e natural, essencial para a preservação da identidade e memória das cidades. A meta 11.6 visa diminuir o impacto ambiental negativo por pessoa nas cidades, focando na qualidade do ar e na gestão de resíduos sólidos. Por fim, a meta 11.b incentiva o crescimento do número de cidades que implementam políticas e planos integrados para mitigar e se adaptar às mudanças climáticas, fomentando o uso eficiente dos recursos e a resiliência

urbana, de acordo com os princípios do Marco de Sendai para Redução de Riscos de Desastres (2015–2030) (United Nations, 2015).

Além disso, a ODS 12 visa garantir padrões sustentáveis de consumo e produção (United Nations, 2015). Entre seus objetivos, a 12.2 determina que, até 2030, os países devem atingir a gestão sustentável e o uso eficaz dos recursos naturais, fomentando o equilíbrio entre o crescimento econômico e a conservação ambiental (United Nations, 2015). A meta 12.5 visa diminuir consideravelmente a produção de resíduos por meio de medidas como prevenção, redução, reciclagem e reutilização, fomentando uma economia de baixo impacto (United Nations, 2015). Por sua vez, a meta 12.6 estimula as empresas, principalmente as de grande porte e transnacionais, a implementarem práticas sustentáveis e a incorporarem informações relacionadas à sustentabilidade em seus relatórios corporativos (United Nations, 2015). Por fim, a meta 12.8 sugere que até 2030 todas as pessoas do mundo tenham acesso a informações e conhecimentos importantes para promover o desenvolvimento sustentável e estilos de vida que respeitem a natureza (United Nations, 2015).

No contexto deste trabalho, essas metas se conectam de forma prática ao objeto do estudo. A ODS 8 se relaciona diretamente à modernização tecnológica e à inovação no setor da construção civil, por meio da adoção do BIM como ferramenta de aumento da produtividade e redução de retrabalhos nos projetos. Já a ODS 11 se articula à realidade do *retrofit* analisado, pois envolve a requalificação de um edifício histórico localizado em área central, tendo em vista à ampliação do acesso à moradia digna, segura e inclusiva. O ODS 12, vincula-se à racionalização do uso de recursos e à redução de impactos ambientais durante o ciclo de vida dos empreendimentos, objetivo que se fortalece com a utilização de processos digitais mais integrados, capazes de reduzir perdas, otimizar materiais e apoiar práticas sustentáveis no setor da construção civil.

3 MÉTODO DE PESQUISA

Este capítulo apresenta a metodologia adotada para o desenvolvimento deste estudo, detalhando as etapas seguidas no desenvolvimento da verificação de projetos e na análise dos resultados.

3.1 Abordagem e estratégia de pesquisa

Essa pesquisa apresenta uma abordagem qualitativa, com caráter exploratório e descritivo. O aspecto qualitativo justifica-se pela natureza do objeto de estudo, que demanda uma análise aprofundada das etapas e dinâmicas envolvidas no processo de *retrofit* de uma edificação histórica. O caráter exploratório relaciona-se à necessidade de investigar as particularidades da aplicação do BIM nesse processo. Por fim, a perspectiva descritiva refere-se à intenção de documentar e sistematizar as práticas observadas, identificando os desafios enfrentados, as estratégias adotadas e as limitações tecnológicas e operacionais que influenciam a compatibilização e o desenvolvimento dos projetos no contexto do *retrofit*.

A estratégia de pesquisa adotada neste trabalho foi o estudo de caso. Segundo (Yin, 2004), essa estratégia oferece rigor metodológico ao investigar fenômenos complexos na prática real, utilizando evidência diversa, triangulação de dados e definição clara dos limites de estudo. Dessa forma, essa estratégia mostrou-se a mais adequada, pois a pesquisa busca compreender, interpretar e descrever os processos projetuais aplicados à reabilitação do empreendimento, demandando uma investigação aprofundada e contextualizada.

3.2 Caracterização do empreendimento estudado

O estudo foi conduzido em um edifício situado na cidade de João Pessoa, com nove pavimentos, sendo o térreo e uma parte do primeiro andar destinados a atividades comerciais. O imóvel em questão trata-se de um prédio antigo, com fachada tombada, cuja requalificação foi direcionada para a construção de um espaço comercial e moradias familiares.

Ao longo de sua história, o imóvel teve diferentes usos, incluindo a ocupação integral por atividades comerciais. No período imediatamente anterior à intervenção, encontrava-se em situação de uso parcial: o térreo abrigava um comércio informal de estofados e ambulantes, enquanto os pavimentos superiores estavam desocupados.

Ressalta-se ainda que, durante a ocupação, o subsolo era utilizado como depósito de lixo, circunstância que inviabilizou seu acesso, pois comprometeu as condições sanitárias do local, sendo necessária a remoção dos resíduos e tratamento das vedações do ambiente.

Dessa maneira, a desocupação ocorreu de forma gradual e voluntária, seguindo os Termos de Ajustamento de Conduta (TAC), que previam a realocação dos comerciantes para unidades próximas. Além disso, foi disponibilizado auxílio-moradia para os ocupantes deslocados. Nesse contexto, o prédio foi contemplado pelo programa Minha Casa Minha Vida (MCMV), o que exigiu a elaboração de laudos técnicos, bem como o desenvolvimento de projetos arquitetônicos e complementares de instalações prediais.

3.3 Caracterização da contratante e da equipe contratada

Primeiramente, os projetos foram contratados por uma construtora de engenharia responsável pela execução do empreendimento, a qual mobilizou uma coordenadora de projetos e integrou sua própria equipe de arquitetura ao processo. Para atender às exigências do Programa Minha Casa Minha Vida (MCMV), foi contratado também uma empresa de projetos complementares e um perito de engenharia, de modo a cumprir com as documentações técnicas necessárias. Dessa forma, a relação com o órgão financiador ocorreu por meio do financiamento habitacional, cabendo a ele a análise técnica e documental do empreendimento, bem como a verificação dos projetos e do atendimento às portarias e normas vigentes, o que conferiu maior rigor às etapas de desenvolvimento.

Dessa maneira, a equipe de projetos complementares foi composta por uma coordenadora responsável pela integração das disciplinas, que também desempenhava a função de projetista nas áreas de instalações sanitárias e climatização. Além dela, integravam a equipe um projetista especializado em sistema de prevenção e combate a incêndio, um projetista responsável pela disciplina de elétrica e a pesquisadora, que assumiu a concepção e o desenvolvimento dos projetos de gás liquefeito de petróleo (GLP) e hidráulica.

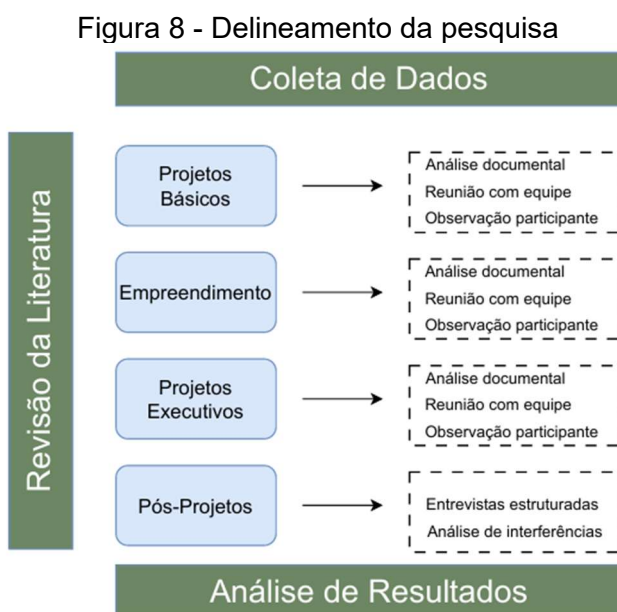
Assim, a pesquisadora desempenhou papel ativo como projetista na equipe, além de prestar apoio técnico em etapas específicas dos projetos de climatização, sanitário e elétrico. Entretanto, sua participação envolveu não apenas execução técnica, mas

também o acompanhamento das reuniões de alinhamento, nas quais eram discutidos dúvidas e encaminhamentos junto à coordenação e ao arquiteto responsável. Essa atuação direta possibilitou contato aprofundado com os processos internos, facilitando a coleta de dados, a observação prática e a identificação de oportunidades de aprimoramento.

Diante disso, ficou evidente a necessidade de conduzir um processo organizado de compatibilização de projetos e análise dos fluxos de trabalho, visando identificar lacunas e fomentar a integração entre todos os participantes. Assim, a opção pelo setor de projetos como foco principal da pesquisa é justificada pela oportunidade de empregar uma abordagem analítica direcionada à otimização dos fluxos de trabalho, auxiliando na diminuição de inconsistências técnicas e no fortalecimento da comunicação entre as equipes. Dessa forma, o estudo não só atende às demandas específicas da organização em questão, mas também gera conhecimento científico que pode ser adaptado e utilizado em outras iniciativas de *retrofit* no setor da construção civil.

3.4 Delineamento da pesquisa

O estudo foi conduzido em três etapas principais: (1) Revisão da literatura, (2) Coleta de dados e (3) Análise e discussão dos resultados. A Figura 8 apresenta o delineamento da pesquisa e as seções a seguir apresentam o detalhamento das etapas.



3.5 Detalhamento das etapas da pesquisa

3.5.1 Revisão da literatura

A revisão da literatura tem como objetivo estabelecer os fundamentos teóricos necessários para a compreensão do tema proposto. A revisão foi realizada de forma estruturada, abrangendo os principais conceitos relacionados ao *retrofit*, ao uso da metodologia BIM e à sua aplicação em edifícios já existentes, além de abordar aspectos como compatibilização de projetos, sustentabilidade na construção civil e políticas públicas de incentivo à requalificação urbana.

As fontes utilizadas foram livros técnicos, artigos científicos, teses e dissertações, normas técnicas brasileiras, além de documentos institucionais relacionados à legislação urbana, sustentabilidade e inovação tecnológica. Dessa forma, as bases de dados consultadas incluíram o Google Acadêmico, Scielo, Scopus e Periódicos Capes, além de portais oficiais como o site da ABNT e das Nações Unidas. As pesquisas foram conduzidas utilizando palavras de busca como “BIM no *retrofit*”, “BIM”, “*Retrofit*” e “Compatibilização”.

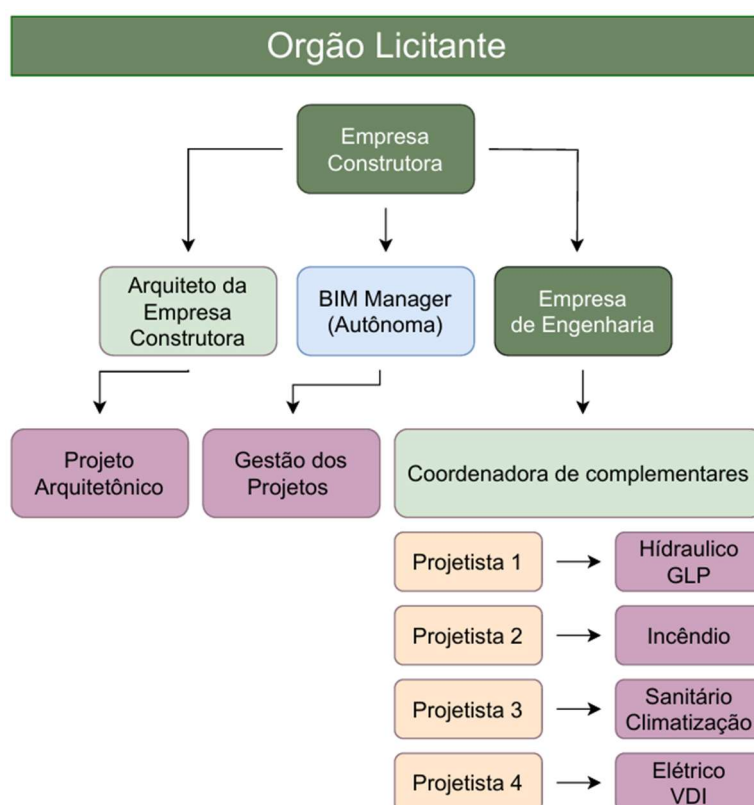
3.5.2 Coleta de dados

A coleta de dados representou uma etapa importante para compreender o fluxo de trabalho dos projetistas, com ênfase na comunicação entre empresas e compatibilização dos projetos. Dessa forma, conforme orienta Yin (2001), a utilização de múltiplas fontes de evidência é essencial para fortalecer a validade dos estudos de caso, permitindo a triangulação dos dados e uma compreensão mais aprofundada do fenômeno investigado. Neste trabalho, foram empregadas três fontes principais: análise documental, entrevistas não estruturadas, observação participante e entrevistas estruturadas.

A análise documental envolveu a análise de projetos, relatórios, registros técnicos e conversas de Whatsapp. As entrevistas não estruturadas, realizadas com os profissionais envolvidos, permitiram captar percepções e interpretações sobre o processo de desenvolvimento dos projetos. Já a observação participante foi conduzida durante reuniões técnicas e interações com os agentes, possibilitando o registro das dinâmicas de trabalho e decisões tomadas. Por fim, as entrevistas estruturadas serviram como base para toda a análise, contribuindo para a compreensão do processo em sua totalidade, desde o início até a fase final.

Assim, como demonstrado na Figura 9, participaram diretamente da etapa de projetos duas empresas, a construtora contratante, responsável pelo arquitetônico, e uma empresa terceirizada de projetos complementares. Essa equipe terceirizada foi composta por uma coordenadora de complementares, que também foi projetista, e outros três projetistas. Além disso, a etapa envolveu uma *BIM Manager* (Gerente da Modelagem da Informação), autônoma.

Figura 9 - Esquema de empresas e pessoas envolvidas no empreendimento



Fonte: Autora, 2025.

Em relação aos agentes externos, o órgão financiador participou exclusivamente como instituição financiadora e responsável pela análise técnica dos projetos, sem atuação direta na concepção. Nesse cenário, foram levantadas informações tanto documentais quanto empíricas, com o objetivo de integrar múltiplas fontes de evidência e possibilitar a triangulação de dados. As subseções a seguir apresentam o detalhamento da coleta em cada fase.

3.5.2.1 Projetos Básicos

Essa etapa compreendeu o início da coordenação dos projetistas de instalações até a primeira submissão dos projetos básicos ao órgão financiador, ou seja, todo o

ciclo de concepção inicial. Este ciclo contempla os projetos de instalações, que foram desenvolvidos pela empresa de engenharia, através do software Revit. As disciplinas projetadas foram de gás liquefeito de petróleo (GLP), incêndio, hidráulica, sanitária, climatização, elétrica e voz, dados e imagem (VDI).

A análise documental consistiu no estudo do grupo de mensagens instantâneas utilizado exclusivamente pelos projetistas de instalações. Este grupo reunia mensagens de texto, áudios, imagens, vídeos e arquivos técnicos em diferentes formatos, como PDF. Todo material foi exportado e organizado em um repositório estruturado por data, disciplina e tipo de arquivo, de forma a possibilitar a reconstituição das linhas de decisão e dificuldades. A priori, foi lido na íntegra todo o conteúdo do grupo, bem como escutados todos os áudios e analisados as fotos e vídeos. Após essa fase, houve uma releitura sistematizando as informações. Este procedimento envolveu duas principais etapas, a triagem e a classificação em categorias, tais como definições de concepção, compatibilização e dúvidas.

Em consonância, as reuniões técnicas foram conduzidas em formato híbrido, utilizando ferramentas de videoconferência, reuniões presenciais e o aplicativo do Whatsapp. Dessa forma, a observação participante ocorreu durante o acompanhamento direto da pesquisadora no processo de concepção dos projetos das instalações, acompanhando a integração entre modelos, encaminhamentos técnicos e as reuniões. Durante essas reuniões, discutiam-se as dificuldades enfrentadas, os encaminhamentos técnicos de cada disciplina e a troca de informações correlatas entre projetos, além de questões técnicas específicas, permitindo que todos contribuíssem com o processo. Para tanto, foi utilizado um protocolo de observação dos fluxos de comunicação, bem como do uso e da leitura dos modelos tridimensionais.

As três fontes de evidência foram trianguladas de forma que relacionavam cada evento de projeto às diferentes fontes, permitindo verificar convergências e divergências entre os registros. Esse arranjo metodológico permitiu examinar as condicionantes da concepção e dinâmicas de integração entre os profissionais e estratégias adotadas para a integração das disciplinas, de forma estruturada e baseada em evidências.

3.5.2.2 Empreendimento

Essa fase foi iniciada por uma visita técnica ao local do empreendimento, realizada após a conclusão dos projetos básicos, marcando a transição para o aprofundamento das soluções executivas e ajustes decorrentes de condicionantes externas.

A reunião técnica ocorreu de forma presencial durante a visita ao empreendimento, reunindo projetistas das disciplinas de arquitetura, sanitário e hidráulico, além da *BIM Manager*. Durante a visita, os principais tópicos de discussão foram sobre os sistemas de utilização das áreas comerciais, nos aspectos de pontos hidráulicos, sanitários e elétricos. Foram debatidas também as possibilidades de ocupação desses espaços, considerando quais tipos de empreendimentos poderiam ser instalados ali e como se daria a dinâmica de uso do local. Cabe ressaltar que houve discussões sobre a reserva técnica de água e como seria a divisão dos reservatórios superiores e inferiores para a alimentação do empreendimento.

Na mesma ocasião, foram apresentadas as diretrizes da Portaria Ministério das Cidades (MCID) Nº 725, de 2023, que estabelece critérios técnicos e espaciais obrigatórios no âmbito do Programa Minha Casa Minha Vida. A partir da primeira revisão dos projetos básicos enviados, o órgão financiador identificou o não cumprimento de algumas dessas exigências, e, por meio de um laudo técnico, ao qual a pesquisadora não teve acesso, apontou as não conformidades. Dessa forma, a devolutiva desse processo foi repassada à equipe de projetos pela *BIM Manager*.

Além disso, a observação participante foi conduzida pela pesquisadora durante a visita técnica ao edifício. O acompanhamento participativo possibilitou a verificação *in loco* da arquitetura e das restrições do empreendimento, ampliando a compreensão do modelo tridimensional. Em contribuição para o estudo, a análise documental contemplou os registros oficiais disponibilizados pelo órgão financiador, em especial a portaria supracitada, a qual estava vigente à época, que estabelecia os parâmetros técnicos de caráter obrigatório para o empreendimento. Assim, também foram examinados os documentos arquitetônicos atualizados, os relatórios de comunicação

da equipe técnica e os registros em forma de vídeos e fotos produzidos durante a visita ao edifício.

Essa etapa marcou um momento de aprofundamento das soluções técnicas e reformulação para o projeto executivo, pois as discussões realizadas, durante a visita, de forma colaborativa entre os projetistas e a *BIM Manager*, foram incorporadas à nova proposta executiva, evidenciando um papel estratégico dessa etapa na consolidação de soluções.

Sendo assim, a triangulação entre as três fontes de evidência permitiu compreender como as condicionantes normativas e físicas impactaram o desenvolvimento do projeto, fornecendo subsídios para compreender o desenvolvimento dos processos.

3.5.2.3 Projetos Executivos

Essa etapa demandou maior esforço da equipe, visto que a concepção inicialmente estabelecida nos projetos básicos precisou ser reavaliada e ajustada após as diretrizes identificadas durante a visita técnica ao empreendimento e a análise Portaria MCID N°725.

A análise documental concentrou-se na avaliação das correções emitidas, via aplicativo de mensagem rápida, versões sucessivas das pranchas de instalações e arquitetônicas realizadas pelo responsável do projeto. Esses registros permitiram compreender as alterações funcionais necessárias.

As reuniões técnicas foram conduzidas de maneira híbrida, com reuniões presenciais e online dos projetistas de instalações, com o intuito de discutir os novos apontamentos e compatibilizações. Além disso, cada entrega de prancha das instalações era encaminhada ao *BIM Manager* e ao arquiteto, que realizavam uma verificação visual das soluções e detalhamentos propostos. Essa análise não envolvia o uso de ferramentas automatizadas de compatibilização, mas sim uma avaliação crítica baseada na leitura dos desenhos e na experiência dos profissionais. Essas verificações resultaram na elaboração de um processo cíclico de revisões e ajustes, que só foi encerrado após a conformidade plena das soluções projetuais. Em conjunto

com as reuniões técnicas, ocorreram entrevistas não estruturadas sobre as decisões dos profissionais envolvidos.

A observação participante foi realizada pela pesquisadora durante a elaboração dos projetos executivos, o que permitiu visualizar as dificuldades enfrentadas pelos projetistas na integração das diferentes disciplinas quanto às estratégias adotadas para contornar interferências. Além disso, a participação direta possibilitou compreender a dinâmica colaborativa entre a equipe e a forma como as decisões técnicas eram negociadas em tempo real. Por fim, a triangulação entre as três fontes de evidência possibilitou analisar o impacto das revisões sobre a consistência dos projetos.

3.5.2.4 Pós-Projetos

As entrevistas estruturadas, conforme consta no Apêndice A, foram realizadas com a coordenadora de projetos e a coordenadora de projetos de instalações, tendo como propósito registrar as percepções individuais acerca do processo de concepção e desenvolvimento do *retrofit*. Foram abordados aspectos como os obstáculos enfrentados, as estratégias adotadas, conhecimento sobre a metodologia de modelagem da informação e sugestões. Portanto, a primeira etapa foi realizada de forma presencial com a coordenadora dos projetos de instalações, sendo registrada por meio do aplicativo de gravação do próprio celular. Já a segunda etapa ocorreu de forma virtual com a *BIM Manager*, utilizando a plataforma Google Meet, que permitiu o registro automático do áudio.

Em complemento, foi conduzida a análise das interferências das disciplinas gás liquefeito de petróleo, sanitário e pluvial, hidráulico, elétrico e climatização, com o intuito de avaliar o grau de compatibilização entre disciplinas de instalações. Entretanto, foi necessário ajustar as origens para conseguir fazer as sobreposições e análises dos modelos. Para tanto foram realizados comparativos entre diferentes formatos de arquivos digitais como IFC, RVT e NWC, de modo a examinar suas particularidades e a eficácia de cada um na detecção de conflitos.

As verificações foram realizadas em dois softwares distintos, sendo eles: Autodesk Revit, no qual foram empregados modelos federados para a análise das interferências nativas, e Autodesk Navisworks Manage, que demandou a exportação dos modelos no formato IFC e NWC por meio do plugin *NWC Export Utility*. Os testes

foram executados com dois parâmetros de tolerância geométrica: 0mm, de modo a retornar à totalidade dos conflitos, e 10 mm, simulando a margem prática comumente admitida em projetos de compatibilização. No entanto, para fins de análise neste trabalho, foram consideradas apenas as interferências verificadas no Navisworks, uma vez que o software permite maior controle visual e categorização dos conflitos, além de gerar relatórios mais precisos. Dessa forma, a exclusão das interferências identificadas no Revit se justifica pela limitação na visualização integrada e pela ausência de relatórios detalhados. Além disso, os itens confrontados incluíram principalmente as tubulações, conexões e peças dos sistemas prediais. O Quadro 1 apresenta as características das interferências, modo de análise e a tolerância usada em cada *clash*.

Quadro 1 - Análise de interferências

Disciplinas Analisadas	Características das interferências	Modo de análise	Tolerância
GLP X Hidráulico	Falha no posicionamento dos pontos, interferência de tubulações horizontais, verticais, peças e aparelhos com tubulação	Hard	0 mm
GLP X Sanitário	Interferência de tubulações horizontais, verticais, peças e aparelhos com tubulação	Hard	0 mm
Sanitário X Hidráulico	Interferência de tubulações horizontais, verticais	Hard	10 mm
Sanitário X Elétrico	Interferência de tubulações horizontais, verticais, peças e aparelhos com tubulação	Hard	10 mm
Elétrico X Climatização	Falha no posicionamento dos pontos, interferência peças e aparelhos com condutos	Hard	10 mm
Sanitário X Climatização	Falha no posicionamento dos pontos, interferência peças e aparelhos com conexões	Hard	0 mm
Climatização X Climatização	Análise de elementos duplicados e convergência de peças e tubulações	Hard	0 mm
Elétrico X Elétrico	Análise de elementos duplicados e convergência de peças e tubulações	Hard	10 mm
Hidráulico X Hidráulico	Análise de elementos duplicados e convergência de peças e tubulações	Hard	10 mm
Sanitário X Sanitário	Análise de elementos duplicados e convergência de peças e tubulações	Hard	10 mm

GLP X GLP	Análise de elementos duplicados e convergência de peças e tubulações	Hard	10 mm
-----------------	---	------	-------

Fonte: Autora, 2025.

3.6 Análise dos resultados

A etapa de análise dos resultados foi conduzida com base em múltiplas fontes de evidência, incluindo reuniões com a equipe técnica, entrevistas estruturadas e análise de interferências entre os modelos tridimensionais resultantes dos projetos executivos. Essa combinação metodológica permitiu tanto a coleta de percepções qualitativas da equipe envolvida no processo quanto a verificação objetiva do nível de compatibilização entre os sistemas projetados.

Após a realização das entrevistas, os arquivos gerados foram submetidos ao software Clipto.IA utilizando como ferramenta de transcrição automática. Esse recurso possibilitou a organização das falas em formato textual, garantindo a preservação da estrutura original das respostas e a sistematização do conteúdo. Entretanto, foi necessário fazer uma revisão da transcrição feita pela IA, bem como organizar em conjunto com as perguntas da entrevista, construindo um relato detalhado acerca dos fatores que influenciaram a evolução dos projetos.

As *clashes* geradas pelo Navisworks foram analisadas a partir dos relatórios emitidos pelo próprio software. Ademais, para melhor rastreabilidade dos elementos, utilizou-se o ID único fornecido pelos relatórios, o qual possibilitou localizar e compreender a peça correspondente no Revit.

A triangulação entre entrevistas, reuniões e análise de interferências possibilitou interpretar os resultados sob duas perspectivas complementares: a visão dos profissionais envolvidos e a avaliação prática dos modelos gerados. Esse cruzamento de informações forneceu a base teórica para a proposição de um fluxo de trabalho mais eficiente, ao mesmo tempo em que permitiu compreender os limites, potencialidades e desafios do uso do BIM em processos *retrofit*.

4 RESULTADOS

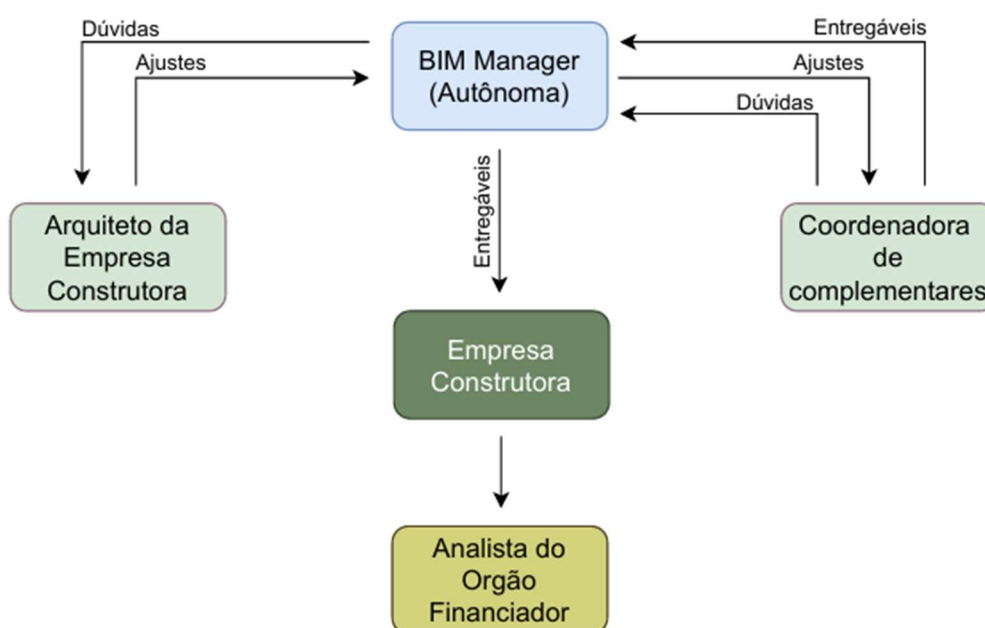
A presente seção apresenta os resultados obtidos ao longo do desenvolvimento do trabalho, estruturados conforme as etapas metodológicas. O objeto de estudo corresponde a um edifício de nove pavimentos, caracterizado pelo uso misto, sendo térreo e parte do 1º pavimento comerciais e demais pavimentos residenciais. O empreendimento possui fachada tombada e concessão pública para a produção habitacional no âmbito de programas de habitações populares.

Os projetos analisados contemplaram as disciplinas de arquitetura e instalações prediais, englobando gás liquefeito de petróleo (GLP), sistemas hidráulicos e sanitários, climatização, instalação elétrica e sistemas de voz, dados e imagem (VDI).

4.1 PROJETOS BÁSICOS

A partir da análise documental das mensagens trocadas no grupo de projetistas, majoritariamente pelo aplicativo Whatsapp, observou-se a recorrência de dúvidas técnicas e apontamentos que eram direcionados à *BIM Manager* e, quando necessário, ao arquiteto responsável. Dessa forma, para essa etapa de projetos, criou-se um fluxograma que representa a comunicação entre os participantes do processo, como demonstra a Figura 10.

Figura 10 - Fluxograma de projetos básicos



Fonte: Autora, 2025.

A priori, o primeiro projeto a ser desenvolvido foi o arquitetônico, desenvolvido por um arquiteto vinculado à própria construtora responsável pela execução do *retrofit*. Além de desenvolver o projeto arquitetônico, esse profissional também foi responsável pela modelagem do estrutural, o qual foi elaborado em conjunto. No entanto, não havia documentação detalhada do edifício, apenas o projeto original em formato físico e que já havia sido feitas alterações de layout. Por essa razão, foi necessário reconstruir toda a documentação técnica para a representação real, além de adaptar ao software Revit que foi utilizado para o desenvolvimento dos novos modelos.

A medição do empreendimento foi realizada com base na planta original, complementada por levantamentos in loco, nos quais foram aferidas dimensões como pé-direito e distâncias entre elementos construtivos. Esses levantamentos foram feitos manualmente, utilizando trenas e outros instrumentos convencionais, sem o uso de tecnologias como drones ou escaneamento a laser. Esse processo foi essencial para garantir a fidelidade das informações geométricas.

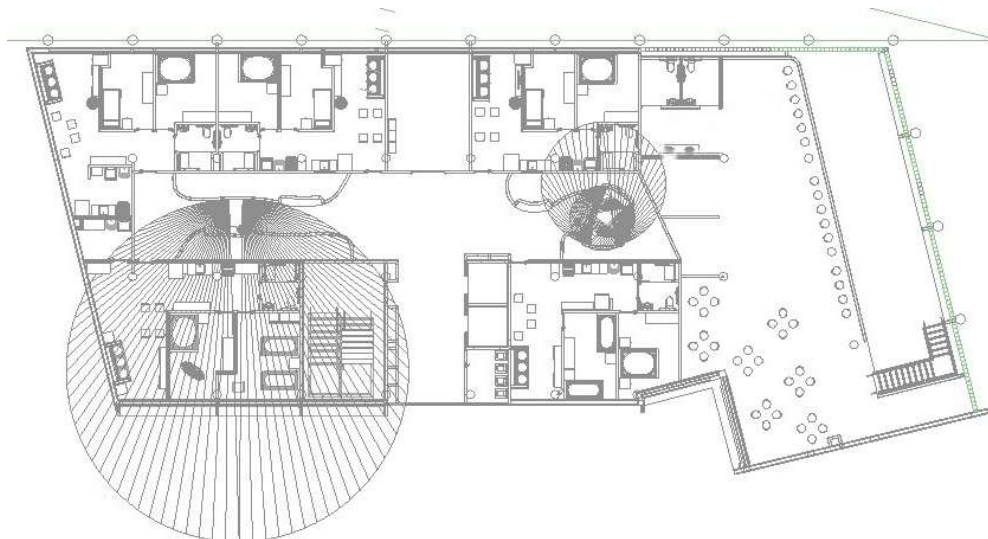
Durante o desenvolvimento dos projetos básicos, foram concebidas as instalações de gás liquefeito de petróleo (GLP), incêndio, hidráulica, sanitária, climatização, elétrica e voz, dados e imagem (VDI). Dessa forma, devido à diversidade de disciplinas envolvidas e ao risco de incompatibilidade entre os sistemas, foi inicialmente acordado, na primeira reunião técnica, que os modelos tridimensionais de cada especialidade seriam vinculados progressivamente ao longo do processo. No entanto, apesar da proposta inicial, essa vinculação dos modelos não foi efetivamente implementada.

Ademais, entre as dúvidas mais frequentes, destacaram-se a medição ou rateio do consumo individual de boxes comerciais, distribuição dos pontos elétricos e hidrossanitários por unidade. Ressalta-se que, para o desenvolvimento das instalações, cabia ao arquiteto entregar a planta de pontos. Entretanto, algumas foram disponibilizadas após o lançamento realizado pela equipe de engenharia.

Além disso, a equipe de instalações lidou com desafios ao trabalhar com a modelagem arquitetônica tridimensional criada no software ArchiCAD quando exportada no formato IFC. O processo de conversão provocava representações genéricas dos elementos e sobreposições gráficas que prejudicavam a clareza e tornavam a interpretação precisa dos espaços mais difícil, como mostra a Figura 11. Esse problema foi agravado pela categorização inadequada de elementos, como pias,

torneiras e bancadas, que apareciam como modelos genéricos. Tal limitação impactou diretamente a utilização de filtros de vista no Revit, pois, ao tentar simplificar a representação, muitos componentes desapareciam, dificultando a análise e a compatibilização entre disciplinas.

Figura 11 - Representação do modelo arquitetônico em IFC



Fonte: Autora, 2025.

Dessa forma, os resultados dos projetos básicos evidenciaram que, embora essa etapa tenha cumprido o papel de consolidar as primeiras concepções, também revelou lacunas importantes. A ausência de definições completas de uso, as limitações do modelo arquitetônico em IFC e a necessidade de maior clareza nas premissas reforçaram a importância da etapa subsequente, em especial a visita técnica ao empreendimento.

Um fator que contribuiu para essas fragilidades foi a inexistência de um Plano de Execução BIM (PEB), sendo um documento que estabelece diretrizes claras sobre responsabilidades, usos dos modelos, formatos de troca e níveis de desenvolvimento (LOD) e desenvolvimento colaborativo dos projetos. A falta desse instrumento contribui para decisões fragmentadas, retrabalhos e limitações na comunicação entre os agentes.

4.2 EMPREENDIMENTO

Após a conclusão dos projetos básicos, foi realizada uma visita técnica ao edifício, com o objetivo de proporcionar maior familiaridade com as condições físicas e identificar possíveis restrições para o desenvolvimento do projeto executivo. Durante

essa atividade, foi possível confrontar os modelos digitais com a realidade construída, observando características estruturais e arquitetônicas, além de possíveis obstáculos à passagem de instalações.

Na ocasião, ocorreu uma reunião técnica entre os projetistas arquitetônico, sanitário, hidráulico e a coordenação, na qual foi apresentada a portaria vigente do Ministério das Cidades. Essa normativa introduziu critérios adicionais de projeto, como adaptações obrigatórias de unidades para acessibilidade, novas exigências quanto ao dimensionamento de reservatórios, pontos elétricos e adequações espaciais que impactaram diretamente no escopo das disciplinas de arquitetura e instalações. A incorporação dessa portaria implicou na necessidade de reformulação de soluções que haviam sido concebidas nos projetos básicos, exigindo revisões de layout, redimensionamento de sistemas e ajustes na documentação técnica.

A visita permitiu, portanto, consolidar informações indispensáveis para o replanejamento do empreendimento, contribuindo para a reformulação das estratégias de compatibilização. Nesse contexto, buscou-se aplicar o conceito *clash avoidance*, que se refere à antecipação e prevenção de conflitos entre disciplinas antes mesmo da detecção por ferramentas automatizadas (Akponeware e Adamu, 2017). Diferente do *clash detection*, que identifica interferências já existentes nos modelos digitais por meio de softwares específicos, o *clash avoidance* está relacionado à adoção de práticas proativas de coordenação, comunicação e planejamento entre os agentes envolvidos (Akponeware e Adamu, 2017). Essa abordagem requer que os profissionais tenham uma visão integrada desde as fases iniciais do projeto, promovendo decisões conscientes que evitem sobreposições físicas, incompatibilidades funcionais ou conflitos de espaço.

Esse momento foi fundamental para assegurar que os projetos executivos fossem elaborados em conformidade com as exigências normativas, e ao mesmo tempo, coerentes com as restrições observadas in loco. Entretanto, apesar dos avanços, a etapa também revelou aspectos negativos que impactaram a eficiência do processo. A introdução tardia da Portaria MCID N°725 resultou em retrabalhos significativos, com revisões que poderiam ter sido evitadas caso os critérios tivessem sido comunicados em fases anteriores. Ademais, a ausência de maior clareza nas premissas arquitetônicas, aliadas às limitações do modelo IFC arquitetônico, dificultou a análise imediata de algumas condicionantes.

4.3 PROJETOS EXECUTIVOS

Na etapa dos projetos executivos, diversas concepções definidas previamente precisaram ser revistas em função da portaria apresentada na visita técnica, conforme mencionado na seção anterior. Entre as principais alterações destacam-se a reconfiguração do sistema de reservatórios, a redistribuição de pontos elétricos e a adaptação de algumas unidades habitacionais para o perfil PCD.

Ao longo desse processo, adotou-se uma dinâmica de revisão contínua, na qual cada prancha emitida pelas disciplinas de instalações era submetida à análise do arquiteto e da *BIM Manager*. Esse procedimento possibilitou alinhamentos entre os profissionais com foco na identificação de interferências ou lacunas que pudessem comprometer a execução do projeto. Embora esse procedimento não envolvesse ferramentas automatizadas de detecção de conflitos, ele se mostrou eficaz ao promover refinamento técnico.

Durante esse ciclo de revisão, os ajustes identificados eram comunicados à equipe de instalações por meio de mensagens de texto e áudios enviados via aplicativo Whatsapp. Essa comunicação, exigia interpretação subjetiva das solicitações, demandando atenção redobrada para evitar equívocos na aplicação dos ajustes. Em uma dessas revisões, foi solicitado que os desenhos das instalações seguissem a mesma orientação espacial adotada nas pranchas arquitetônicas, de modo a manter a padronização do conjunto. Para atender essa exigência, tornou-se necessário rotacionar em 180° os modelos das instalações, uma vez que haviam sido elaborados conforme a origem e direção do vínculo arquitetônico inicial. Contudo, essa operação resultou na perda de detalhamentos isométricos, textos de especificações e chamadas de detalhe, uma vez que tais elementos perderam suas referências de associação com o modelo. Como consequência, boa parte dessas informações precisou ser refeita manualmente, configurando um episódio de retrabalho que aumentou significativamente o tempo e o esforço dedicados à finalização do projeto.

Portanto, a necessidade de sucessivas revisões ampliou o tempo de desenvolvimento e gerou retrabalhos constantes, principalmente em decorrência da falta de um arquivo documentado com os ajustes e ausência de premissas consolidadas na fase inicial. As restrições impostas pela Portaria MCID Nº725, introduzidas já em estágio avançado do processo, impactaram diretamente o escopo,

ocasionando alterações em cronogramas e sobrecarga para a equipe técnica. Além disso, a comunicação fragmentada, muitas vezes realizada por mensagens e áudios de WhatsApp, contribuiu para interpretações divergentes e perda de rastreabilidade das decisões. Um fator central para essas dificuldades foi a inexistência de um Ambiente Comum de Dados (CDE), plataforma digital compartilhada que organiza o armazenamento, assegura controle de versões e informações ao longo do processo de vida do projeto. Por isso, na ausência desse ambiente, a informação passou a circular por canais informais, arquivos locais e drives distintos, comprometendo a gestão dos dados.

Somam-se a esses fatores as limitações de interoperabilidade do modelo em formato IFC, que resultaram em perda de propriedades paramétricas e aumento do esforço manual, reduzindo a eficiência dos fluxos de trabalho e a confiabilidade dos modelos federados. Assim, embora a etapa tenha culminado na aprovação final dos projetos junto à instituição financiadora, o percurso foi marcado por complexidade operacional, elevada demanda de retrabalho e desafios de integração entre disciplinas.

4.4 PÓS-PROJETO

4.4.1 Entrevistas

Com o intuito de compreender os resultados alcançados e registrar as percepções dos principais envolvidos, foram conduzidas entrevistas estruturadas com a coordenadora de projetos e a engenheira responsável pelas instalações. As entrevistas permitiram coletar relatos sobre as dificuldades enfrentadas, os êxitos obtidos e as lições aprendidas ao longo do processo.

A entrevista com a *BIM Manager*, reforçou a complexidade da gestão em empreendimentos *retrofit*, especialmente pela multiplicidade de agentes envolvidos e pela ausência de uma ferramenta centralizada de coordenação. A falta de um Ambiente Comum de Dados (CDE) foi apontada como um dos principais fatores que dificultaram o controle das versões dos modelos e a rastreabilidade das decisões. Além disso, ressaltou-se que o uso dos modelos tridimensionais foi essencial para a tomada de decisões, sobretudo em situações de espaço limitado e interferências entre sistemas, e sugeriu que a comunicação com os órgãos financiadores, poderia ser mais clara e direta para evitar retrabalhos.

A entrevista com a coordenadora de projetos complementares destacou a centralidade das definições arquitetônicas e normativas como determinantes no avanço das disciplinas complementares. Ressaltou-se também a carência de padronização nos processos de exportação em IFC, que comprometeu a clareza das informações trocadas entre equipes. Do ponto de vista das instalações, reconheceu-se a importância dos recursos digitais utilizados, mas também se enfatizou a necessidade de governança da informação, uma vez que a comunicação em grupo de mensagens, embora ágil, não garantia registro formal das decisões.

Essas percepções corroboraram a observação de que o processo de *retrofit*, em comparação a obras novas, envolve maior incerteza e demanda maior nível de detalhamento, dado o conjunto de restrições físicas e normativas existentes.

4.4.2 Interferências

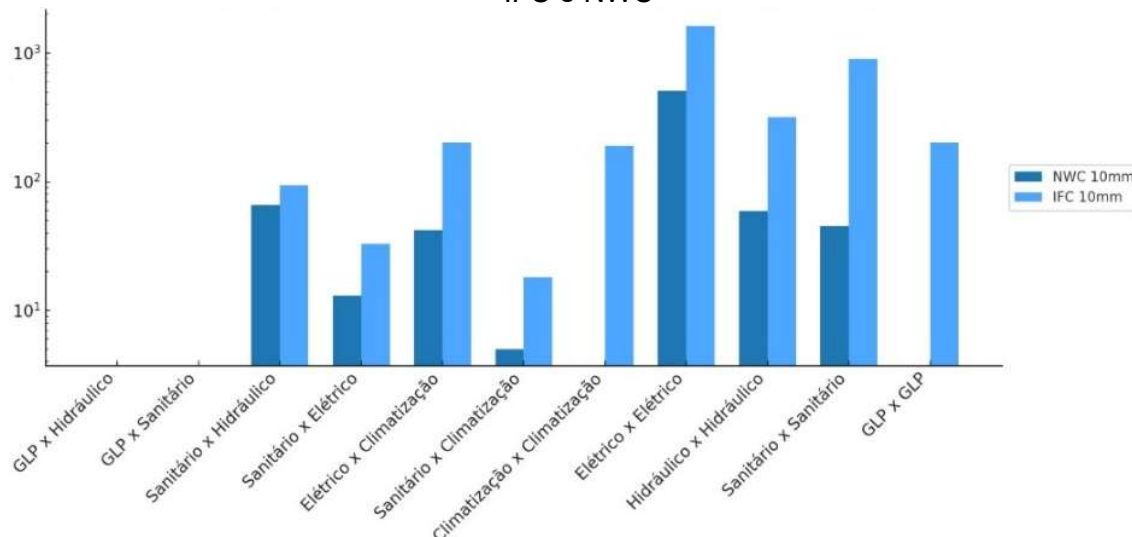
A análise técnica de compatibilização entre disciplinas baseou-se no recurso de *clash detection*, por meio da ferramenta *clash detective* do software Autodesk Navisworks. Dessa maneira, foram verificados os resultados obtidos no Autodesk Navisworks, a partir da exportação NWC, mas também foram testados os formatos IFC e RVT, a fim de identificar particularidades de cada tipo de arquivo na detecção de conflitos. Os testes foram realizados com tolerâncias de 0 mm, buscando capturar todas as colisões possíveis, e 10 mm, simulando uma margem de projeto próxima à prática do setor.

Primeiramente, foi comparado os formatos NWC e IFC utilizando a tolerância de 10 mm, como é visto no Gráfico 1. Durante essa verificação, observou-se que, em alguns modelos, o uso do formato IFC resultou em uma quantidade significativamente maior de interferências. Essa discrepância pode estar relacionada a falhas de especificações no IFC, pois cada elemento modelado no software nativo precisa ser corretamente associado a um parâmetro correspondente dentro da especificação do IFC.

No entanto, essa associação nem sempre é realizada de forma adequada e parametrizada, seja pela configuração do exportador ou pela forma como o modelador estrutura os dados. Como resultado, certos componentes podem ser exportados com parâmetros genéricos ou incorretos, gerando um número maior de interferências durante a verificação. Essa limitação evidencia a importância de uma modelagem bem

estruturada e de protocolos claros de exportação, especialmente em projetos que dependem da interoperabilidade entre plataformas.

Gráfico 1 - Comparação dos valores de interferência entre os as disciplinas nos formatos IFC e NWC

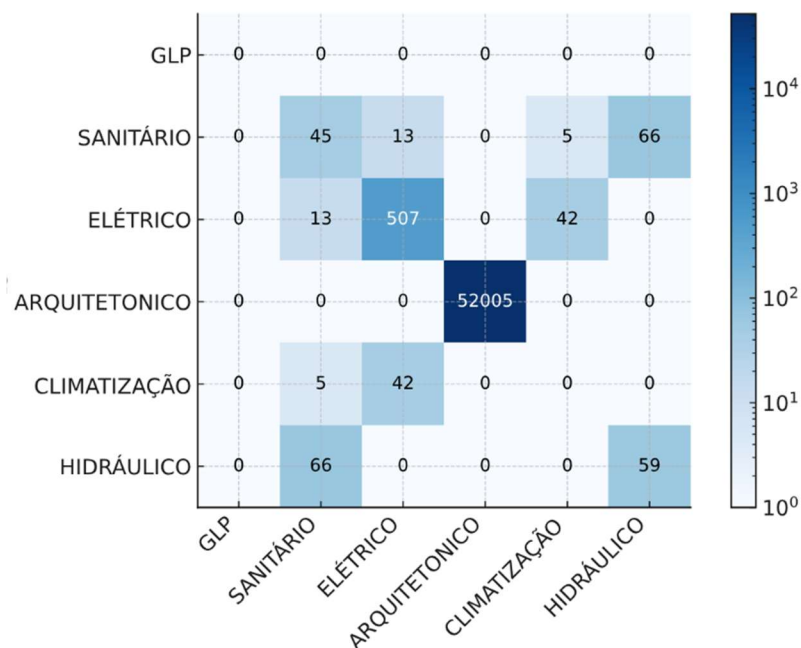


Fonte: Autora, 2025.

Ao realizar o primeiro teste de iterações no Navisworks utilizando uma tolerância de 10 mm, foram identificadas diversas inconsistências no arquivo arquitetônico gerando 52005 interferências, conforme apresentado no Gráfico 2. Essas interferências podem estar relacionadas à forma como o modelo IFC foi exportado ou a falhas na própria modelagem. Diante disso, optou-se por não considerar o modelo arquitetônico nas análises subsequentes devido à sua baixa confiabilidade. Por outro lado, observou-se que os modelos de instalações prediais apresentavam uma modelagem mais consistente, o que permitiu conduzir a verificação das interferências entre disciplinas de forma mais precisa.

Além disso, o Gráfico 2 evidencia interferências pontuais entre disciplinas de instalações sanitárias, elétricas, de climatização e hidráulicas. Observa-se que a disciplina de gás liquefeito de petróleo (GLP) não apresentou conflitos com nenhum dos demais modelos. A análise apontou que os elementos do projeto hidráulico geraram interferências apenas com o próprio sistema e com o modelo sanitário. Já o sistema de climatização apresentou conflitos com as instalações elétricas e sanitárias. Por fim, o modelo elétrico apresentou conflito com os sistemas de climatização e sanitário.

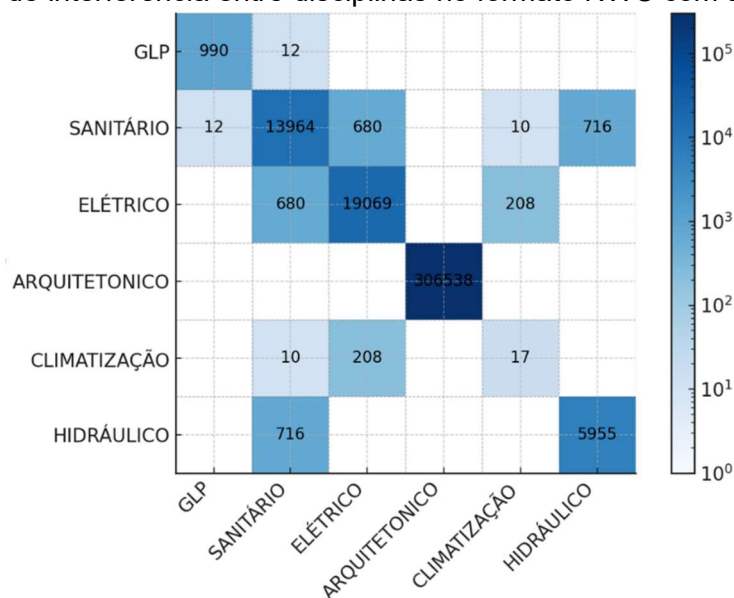
Gráfico 2 - Matriz de interferência entre disciplinas no formato NWC com tolerância de 10mm



Fonte: Autora, 2025.

Diante disso, foi feito um novo teste utilizando o mesmo formato de arquivo, porém com a tolerância ajustada para 0 mm. Observou-se que, diferentemente do teste anterior, o modelo GLP, que não apresentava conflitos, passou a registrar 990 colisões, incluindo interações com o modelo sanitário, conforme apresentado no Gráfico 3. De uma forma geral, as ocorrências previamente identificadas no teste com tolerância de 10 mm foram ampliadas, além do surgimento de novos conflitos, como entre elementos do próprio modelo de GLP e entre componentes da disciplina de climatização. Esse comportamento já era esperado, uma vez que, com tolerância zero, qualquer contato entre geometrias é interpretado como colisão. Assim, torna-se fundamental avaliar a relevância de cada uma dessas detecções, diferenciando os casos que de fato exigem revisão de projeto daqueles que se configuram situações em que o contato entre elementos não compromete a execução, mas pode gerar retrabalho desnecessário caso sejam tratadas como incompatibilidades reais.

Gráfico 3 - Matriz de interferência entre disciplinas no formato NWC com tolerância de 0mm



Fonte: Autora, 2025.

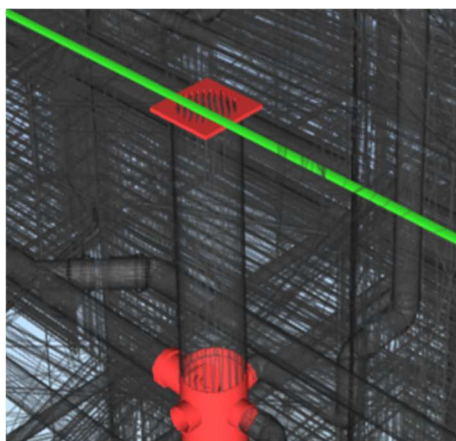
4.5 ANÁLISE DE RESULTADOS

4.5.1 Interferências

A análise entre os modelos de gás liquefeito de petróleo e instalações sanitárias foi avaliada com tolerância de 0 mm, devido à forma distinta de concepção entre disciplinas, pois o sistema de GLP atravessa o contrapiso, enquanto a tubulação sanitária é proveniente do forro do pavimento inferior. Dentre os conflitos identificados, apenas um apresentou risco real à execução da obra exigindo revisão em projeto, conforme ilustrado na

Figura 12. As demais ocorrências se limitaram a aproximações superficiais entre tubulações na região da cozinha, sem impacto significativo na viabilidade construtiva.

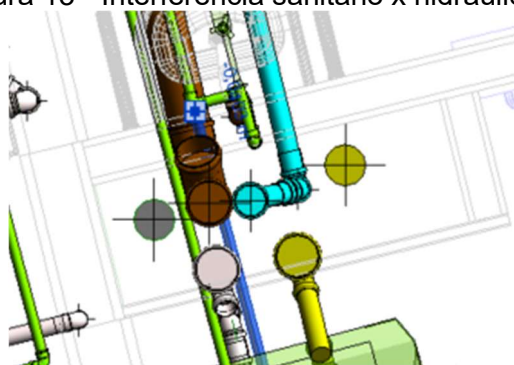
Figura 12 - Interferência sanitário x hidráulico 01



Fonte: Autora, 2025.

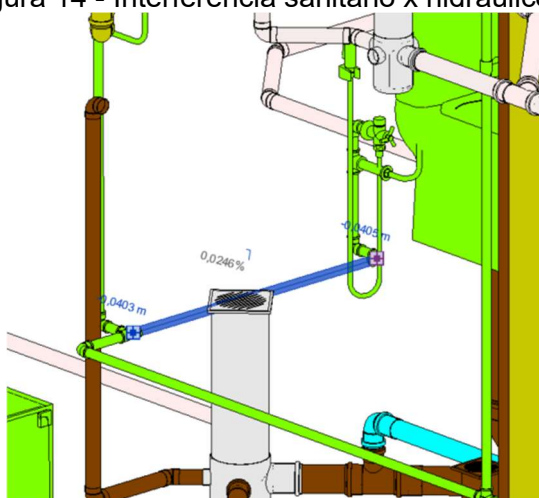
Na verificação referente às instalações sanitárias e hidráulicas, foi adotada uma tolerância de 10 mm para a detecção de interferências, considerando que a concepção do sistema hidráulico se dá a partir do piso, com o caminhamento das tubulações ocorrendo pelo forro do pavimento inferior, como é o caso dos ambientes sanitários. O modelo identificou um total de 66 interferências. Após análise técnica, apenas 27 foram consideradas relevantes para correção. Dentre estas, 12 colisões referem-se a prumadas de água fria cruzando o interior do shaft e interceptando prumadas de esgoto sanitário, conforme ilustradas na Figura 13. Observou-se também, como apresentado na Figura 14, a ocorrência de 11 interferências provocadas por tubulações hidráulicas passando sobre caixas sifonadas, fato que se repetiu em diferentes pavimentos e unidades habitacionais. Por fim, identificou-se uma interferência de uma tubulação de ventilação sanitária atravessando o shaft destinado à medição hidráulica, conforme evidenciado na Figura 15.

Figura 13 - Interferência sanitário x hidráulico 02



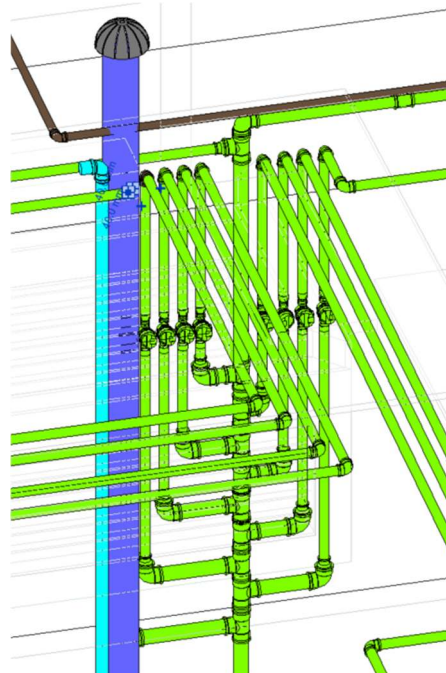
Fonte: Autora, 2025.

Figura 14 - Interferência sanitário x hidráulico 03



Fonte: Autora, 2025.

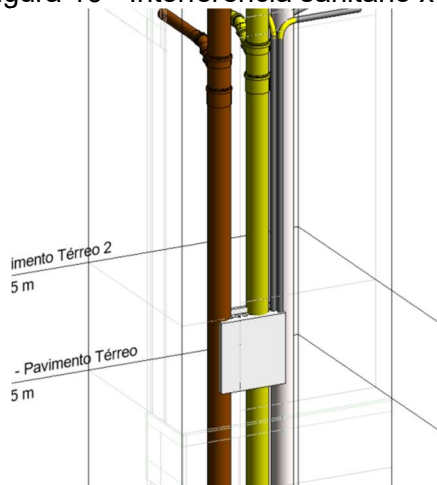
Figura 15 - Interferência sanitário x hidráulico 04



Fonte: Autora, 2025.

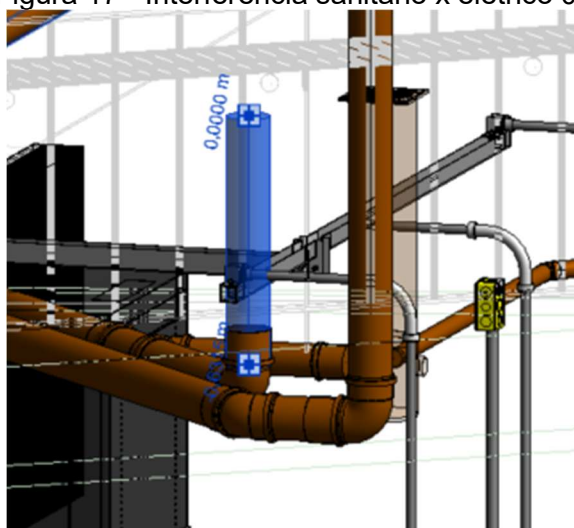
Durante a análise de compatibilização entre os sistemas sanitário e elétrico, foi adotada uma tolerância de 10 mm para a detecção de conflitos. No total, foram identificadas 13 ocorrências, das quais apenas 5 foram classificadas como falhas de concepção. Esses casos referem-se à alocação inadequada dos quadros de energia elétrica dentro dos *shafts* destinados ao esgoto sanitário, conforme ilustrado na Figura 16. As 8 inconsistências remanescentes ocorreram no forro, caracterizando sobreposições entre os elementos das duas disciplinas, como demonstrado na Figura 17.

Figura 16 - Interferência sanitário x elétrico 01



Fonte: Autora, 2025.

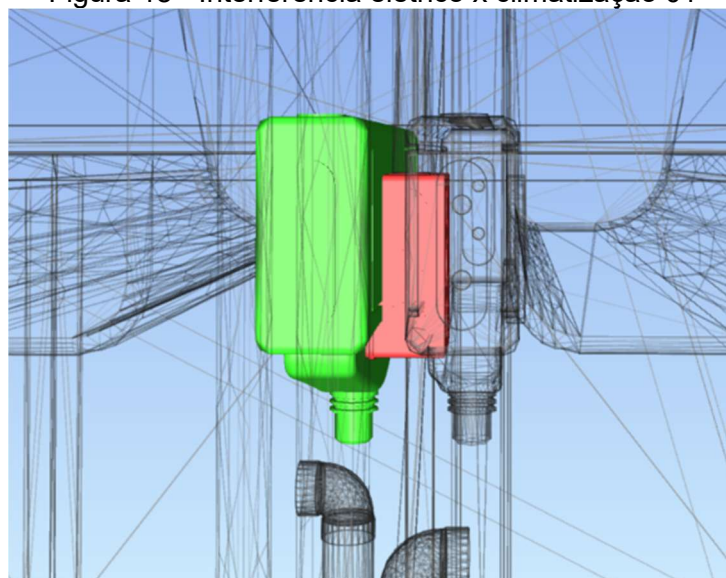
Figura 17 - Interferência sanitário x elétrico 02



Fonte: Autora, 2025.

A compatibilização entre os sistemas elétrico e de climatização resultou na identificação de 42 colisões, considerando a mesma tolerância de 10 mm. No entanto, todas foram aprovadas, uma vez que se tratavam de sobreposições entre o ponto de energia elétrica destinado ao ar-condicionado e o respectivo dreno, sem gerar conflitos funcionais. Apesar disso, observou-se que a altura do ponto elétrico não estava compatível com a realidade executiva, conforme ilustrado na Figura 18.

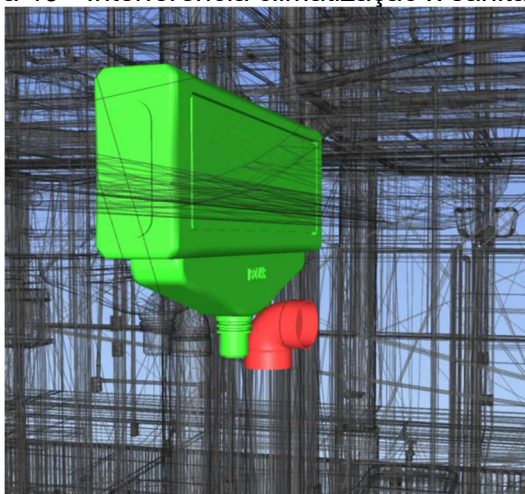
Figura 18 - Interferência elétrico x climatização 01



Fonte: Autora, 2025.

De forma semelhante, a integração entre os sistemas sanitário e de climatização resultou em 5 conflitos, todos aprovados após análise. Contudo, foi identificada a utilização desnecessária de um joelho de 90° na conexão com o dreno, como evidenciado na Figura 19.

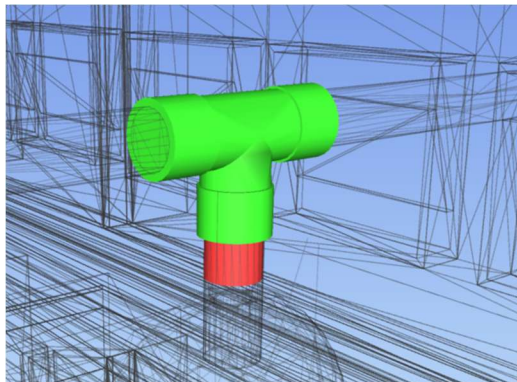
Figura 19 - Interferência climatização x sanitário 01



Fonte: Autora, 2025.

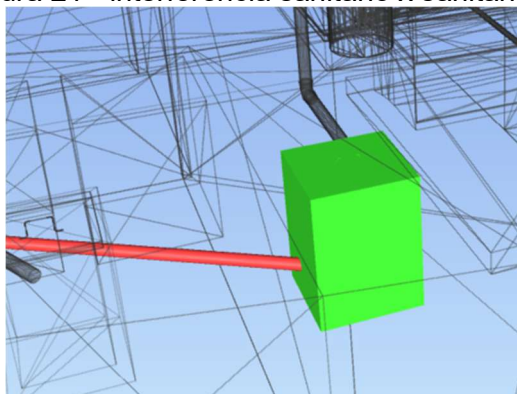
Na análise de compatibilização interna das próprias disciplinas, verificou-se que nenhuma das interferências detectadas foi considerada válida. Todas as conexões entre os elementos foram avaliadas como consistentes e coerentes com o projeto, não configurando conflitos reais. Essa conformidade pode ser observada nas Figura 20, Figura 21 e Figura 22.

Figura 20 - Interferência sanitário x sanitário 01



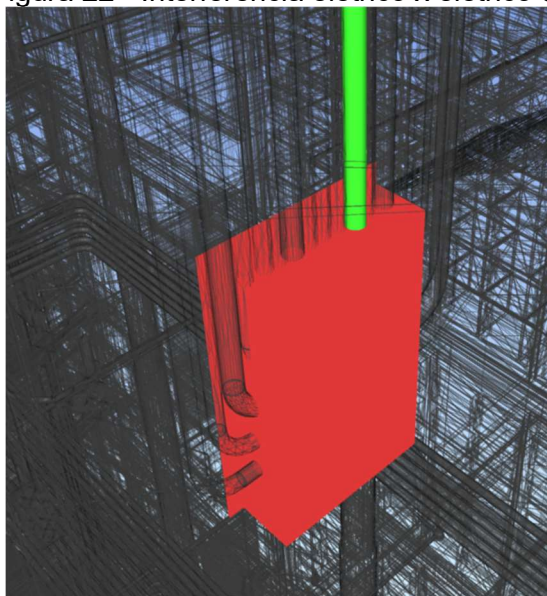
Fonte: Autora, 2025.

Figura 21 - interferência sanitário x sanitário 02



Fonte: Autora, 2025.

Figura 22 - Interferência elétrico x elétrico 01



Fonte: Autora, 2025.

4.6 DISCUSSÕES DOS RESULTADOS

A análise dos resultados obtidos no estudo dos processos de projetos de um *retrofit* evidencia tantos avanços proporcionados pela aplicação da metodologia BIM, quanto desafios significativos decorrentes de limitações técnicas, comunicativas e normativas. A discussão a seguir busca interpretar criticamente tais resultados, relacionando-os com a literatura existente e apontando caminhos de aprimoramento.

Um dos maiores desafios enfrentados desde as fases iniciais esteve à ausência de um planejamento estruturado com base no Plano de Execução BIM (PEB). Conforme estabelecido pela ABNT NBR ISO 19650 e reforçado no Caderno BIM de Edificações (2023), o PEB representa um documento fundamental para alinhar as expectativas, organizar as responsabilidades e estruturar fluxos de informações desde as fases iniciais do empreendimento. Dessa forma, a inexistência desse documento resultou em um fluxo de trabalho reativo, no qual as decisões eram tomadas apenas diante de problemas manifestados.

Isso ficou evidente no caso estudado, pois houve retrabalhos significativos, como a necessidade de readequar modelos já desenvolvidos para atender critérios que poderiam ter sido estabelecidos desde o início. Essa situação expõe uma fragilidade recorrente na gestão de projetos: a tendência de começar a modelagem sem um roteiro consolidado, confiando apenas na comunicação informal entre os agentes. Além disso, é fundamental que os coordenadores possuam experiência

prévia em projetos de requalificação de edifícios e no trâmite junto ao financiamento pelo órgão financiador, uma vez que o domínio das diretrizes aplicáveis ao empreendimento é determinante para a condução adequada do processo.

Além disso, a ausência de um PEB revelou-se ainda mais crítica porque, por atribuição, deveria ser responsabilidade da *BIM Manager*, cabendo a ela estabelecer diretrizes de uso da metodologia, fluxos de informação, formatos de entrega e responsabilidades de cada membro da equipe. No entanto, essa função não foi devidamente implementada. Na prática, observou-se que, diante da indefinição de responsabilidades, as funções do arquiteto e da *BIM Manager* se sobrepunham com frequência, pois o arquiteto assumia o papel central de avaliar, revisar e até mesmo coordenar as disciplinas. Essa sobreposição teve como consequência a concentração de responsabilidades em um único profissional, que acumulou funções além do previsto, tornando o processo menos colaborativo e mais dependente de um único profissional.

Segundo o Caderno BIM de Edificações (2023), a elaboração do PEB deve ocorrer previamente pelo contratante, de modo a orientar desde o início o uso da metodologia BIM. Entretanto, essa prática ainda não está consolidada no mercado, e muitas construtoras não assumem essa responsabilidade. Diante dessa realidade, uma boa prática seria que as empresas responsáveis por projetos desenvolvessem seu próprio PEB e o incorporassem ao contrato, garantindo assim a existência de diretrizes mínimas para a modelagem e coordenação. Ainda que, no caso estudado, essa função estivesse atribuída à *BIM Manager*, sua não implementação expôs a equipe a conflito de papéis, sobreposição de tarefas e retrabalhos.

Assim, é dentro do PEB que deveriam estar claramente definidos os usos do BIM, a matriz RACI e os fluxos de informação que guiariam todas as etapas subsequentes. A definição dos usos do BIM é necessária para que os modelos sejam construídos com as informações pertinentes. Por exemplo, para fazer uma compatibilização é necessário que todos os elementos estejam em suas respectivas categorias. Por isso, conforme apresentado no Quadro 2, é de suma importância a predefinição desses usos dentro do PEB.

Quadro 2 - Item 2 do Modelo Plano de Execução BIM - PEB

2. NÍVEL DE INFORMAÇÃO NECESSÁRIA - LOIN		
2.1 REQUISITOS DE INFORMAÇÃO DA ORGANIZAÇÃO (OIR)		
Preenchido pelo Contratante		
Item	Objetivos Estratégicos	Uso(s) BIM Vinculado(s)
1		
2		
3		

Fonte: Caderno BIM – Edificações, 2023.

Outrossim, a matriz RACI, apresentada no Quadro 3, é um documento que define o responsável por executar, aprovar, consultar e informar sobre cada atividade. Como visto anteriormente na discussão, a ausência desse documento fez com que houvesse sobreposição de funções, lacunas de atribuição e decisões repetidas. A combinação de um PEB bem definido, matriz RACI e fluxos de informações claros teria permitido um processo mais eficiente, com menos retrabalho e melhor aproveitamento das competências de todos os profissionais envolvidos.

Quadro 3 – Item 3 do Modelo Plano de Execução BIM - PEB

3. MATRIZ DE RESPONSABILIDADE				
Preenchido pela Contratada				
	Atividade	Responsável/Função	E-mail	Telefone
LEVANTAMENTO	PEB			
	Condições Existentes			
	Cadastro de Interferências			
	Topográficos			
	Sondagem Geológica			
	Percolação			
ESTUDOS	Volumetria			
	Massa			
	Ambientais			
	Insolação			
	Eficiência Energética			
PROJETOS	Arquitetônico			
	Estrutural			
	Terraplenagem			
	Instalações Elétricas			
	Instalações Hidrossanitárias			
	Prevenção Contra Incêndio e Pânico			
	SPDA			
	AVAC			
	CFTV e Lógica			

COORD. 3D	Automação			
	Orçamento			
	Planejamento de Execução de Obra			
	Federação			
	Compatibilização			
	Controle de qualidade			
	Gestão da informação			

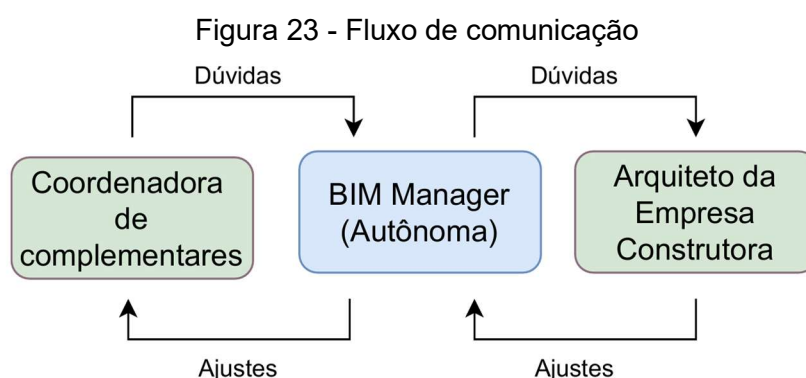
Fonte: Caderno BIM – Edificações, 2023.

A lacuna de uma gestão eficiente é evidenciada quando definições dos entregáveis, como orientação e rotação do modelo tridimensional, foram estabelecidas após o início dos projetos executivos. Esse problema foi agravado pela falta do plano de entrega por disciplina (TIDP), pois resultou em um fluxo de entregas desorganizado, no qual documentos eram revisados e retrabalhados fora de um calendário comum. Esse plano é uma ferramenta estratégica que estabelece quando, como e em que formato cada modelo ou documento deve ser entregue, assegurando a consistência e previsibilidade no cronograma de entregas. Diante disso, um documento bem estruturado poderia ter antecipado tais diretrizes como parâmetros claros de coordenadas, orientações e requisitos de entrega, permitindo maior controle dos prazos, melhor alinhamento entre equipes e uma gestão mais integrada das informações ao longo do projeto.

Outro fator relacionado ao planejamento foi a carência de predefinições técnicas, que reforçou o efeito cascata de revisões. A visita técnica ao edifício, realizada após a entrega inicial, exemplifica esse problema, pois muitas alterações poderiam ter sido evitadas caso essa etapa tivesse ocorrido previamente, permitindo que os projetistas compreendessem *in loco* as restrições e condicionantes do empreendimento. Por isso, é importante citar que dentro do plano deve haver uma etapa de definições executivas em conjunto com todos os agentes. Nesta etapa, devem ser definidos aspectos como a posição de *shafts*, alturas de caminhamento de cada disciplina no forro, discutir sobre possíveis caminhamentos na infraestrutura para cada disciplina, definir reservatórios e sistemas de tratamento de esgoto se houver e definir ponto de origem, para que isso simplifique a compatibilização dos modelos. Essa etapa é necessária em todos os empreendimentos, mas em requalificações é essencial, pois a imprevisibilidade já é alta por natureza, por isso adiar definições estratégicas apenas amplia o risco de inconsistências e retrabalhos no decorrer do processo.

Somando-se às dificuldades de gestão, a ausência de um Ambiente Comum de Dados (CDE) afetou diretamente o fluxo de informações. Esse ambiente funciona como um espaço centralizado no qual todas as informações, modelos, documentos do projeto são armazenados, organizados e compartilhados de forma padronizada. No estudo, a comunicação ocorreu majoritariamente por aplicativos de mensagens instantâneas, dificultando a centralização e formalização das informações. Essa prática comprometeu a transparência, aumentou o risco de perda de dados e reduziu a confiabilidade das versões dos modelos. A adoção do CDE teria permitido não apenas melhor controle documental, mas também a implementação de fluxos de trabalho automatizados para revisão, aprovação e distribuição de entregas, assegurando o rastreio das decisões, eficiência no processo e integração das equipes.

Na etapa de modelagem, a principal limitação não esteve apenas na modelagem em si, mas também na gestão da comunicação, pois os fluxos decisórios fragmentados faziam com que as definições percorressem um longo caminho, como demonstra a Figura 23, corroborando com todas as discussões acima. Ainda assim, as dificuldades com a interoperabilidade se destacaram, pois a utilização do formato IFC da arquitetura revelou problemas de exportação, como perda de propriedades e erros de representações gráficas. Esse fenômeno evidencia que, ainda que o discurso em torno do OpenBIM defenda a interoperabilidade como caminho para a colaboração, sua aplicação prática demanda configurações precisas e um rigor nos seus modelos de projeto, o que ainda é uma lacuna na realidade das empresas em João Pessoa.



Fonte: Autora, 2025.

Por isso, a ausência de modelos e bibliotecas padronizadas comprometeu a consistência dos modelos, e cada projetista utilizou alguns elementos distintos, sem uniformidade de nomenclatura ou categorização, o que dificultou a compatibilização.

Dessa maneira, a verificação de interferências, conduzida com softwares apropriados, apresentou resultados satisfatório. No entanto, alguns projetos geraram diversas de interferências, muitas delas irrelevantes, decorrentes da má parametrização. Assim, em vez de servir como apoio estratégico, a detecção automática de conflitos acabou produzindo uma lista extensa, o que demandou tempo para filtrar os casos realmente críticos. Esse cenário demonstra que a tecnologia quando não apoiada por planejamento e padronização, pode se tornar um grande problema.

Nesse sentido, evidencia-se que a simples aplicação do *clash detection* não é suficiente, sendo imprescindível adotar estratégias preventivas que fortaleçam a compatibilização. A utilização de bibliotecas e modelos parametrizados surge como passo essencial, pois garante a uniformidade de elementos, nomenclaturas e categorias entre disciplinas, reduzindo a ocorrência de interferências irrelevantes. Em paralelo, a aplicação do *clash avoidance* durante o desenvolvimento dos projetos permite que potenciais conflitos sejam antecipados e resolvidos ainda na fase de concepção, evitando listas extensas e pouco produtivas de inconsistências. Essas práticas quando combinadas estabelecem uma base sólida para uma compatibilização mais eficiente e integrada, transformando o processo em um instrumento de qualidade e não apenas de correção.

No campo da qualidade, a falta de checklists padronizados dificultou ainda mais a validação das entregas. Cada revisão dependia da leitura individual dos profissionais, sem critérios uniformes de conferência. Como resultado, muitos erros passaram despercebidos até etapas avançadas, quando já exigiam retrabalho mais oneroso. Essa dependência da intuição dos profissionais, embora funcione em alguns casos, cria vulnerabilidade ao processo, pois não garante consistência entre diferentes análises. Em contrapartida, observou-se que o simples uso da modelagem tridimensional proporcionou ganhos de qualidade, permitindo identificar conflitos e soluções que seriam invisíveis em pranchas bidimensionais.

De modo geral, a discussão dos resultados demonstra que a aplicação do BIM no *retrofit* analisado ocorreu de maneira fragmentada, com ganhos restritos e desafios acentuados. O que se observa é que, ao invés de um processo estruturado e coordenado, a experiência se aproximou mais de uma adaptação contínua, em que as equipes tentavam responder a problemas à medida que surgiam. Essa postura, embora tenha permitido concluir o projeto, revelou-se ineficiente e desgastante. O

desafio, portanto, não está em comprovar a utilidade da metodologia, mas em criar condições para que ela se realize plenamente. Isso implica investir em planejamento, padronização de processos e em uma cultura colaborativa, de fato utilizando o BIM como metodologia para a gestão dos projetos.

5 CONCLUSÕES

O presente trabalho teve como objetivo analisar a aplicação da metodologia *Building Information Modeling* (BIM) no processo de desenvolvimento dos projetos de *retrofit* de um edifício histórico localizado no centro da cidade de João Pessoa, caracterizado por seu uso misto, fachada tombada e enquadramento no financiamento pelo Programa Minha Casa Minha Vida. A pesquisa buscou compreender como os fluxos de trabalho interdisciplinares foram estruturados, quais critérios técnicos, normativos e estratégicos foram considerados em cada etapa, bem como avaliar as potencialidades e limitações do BIM nesse contexto específico.

Os resultados evidenciaram que, embora a metodologia tenha proporcionado ganhos especialmente na visualização tridimensional, sua aplicação ocorreu de maneira parcial e fragmentada. Dessa forma, foram evidenciadas limitações relevantes, como ausência de um Plano de Execução BIM (PEB) e aliado a ele um Plano de Entrega por Disciplina (TIDP), uma matriz de responsabilidades (RACI) e a utilização de Ambiente Comum de Dados (CDE), comprometeram eficiência do processo de gestão de projetos. Além disso, a carência de predefinições técnicas e visitas in loco anteriores à modelagem, contribuíram para revisões sucessivas e ajustes tardios. Esses aspectos, aliados à fragmentação na comunicação entre agentes e à indefinição de responsabilidade, resultaram em sobreposições de funções, retrabalho e aumento da complexidade operacional.

Outro ponto central foi a falta de padronização na modelagem, com o uso de bibliotecas não parametrizadas, categorias genéricas e ausência de nomenclaturas uniformes, limitou o processo de *clash detection*, gerando conflitos irrelevantes e retrabalhos desnecessários.

Conclui-se, portanto, que a aplicação do BIM em projetos de *retrofit* exige não apenas a adoção de ferramentas tecnológicas, mas, sobretudo, a consolidação de protocolos de gestão da informação. Por isso, elementos como PEB, TIDP, matriz RACI e CDE devem ser incorporados desde as fases iniciais, assegurando clareza nos entregáveis, definição de papéis, padronização de modelos e rastreabilidade das decisões, além de profissionais capacitados para a utilização do método. Nesse sentido, o presente trabalho contribui ao evidenciar que a eficiência do BIM em *retrofits*

depende da estruturação de fluxos colaborativos que integrem tecnologia, normas e práticas de gestão.

Por fim, o estudo reforça a relevância do BIM como metodologia capaz de agregar valor técnico, econômico e ambiental às intervenções em edificações existentes, mas aponta que sua efetividade está condicionada à superação de barreiras culturais, organizacionais e tecnológicas. Cabe, portanto, às empresas, instituições públicas e profissionais do setor avançar na capacitação contínua das equipes, adoção de padrões e protocolos estruturados de entrega, registro e comunicação, de modo a transformar o BIM em um instrumento de gestão plena no contexto da requalificação urbana.

5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Diante das limitações e oportunidades identificadas no presente estudo, sugere-se que trabalhos futuros aprofundem a investigação sobre a aplicação do *Building Information Modeling* (BIM) em projetos de *retrofit*, de modo a consolidar práticas que aumentem a eficiência e qualidade do processo. Primeiramente, recomenda-se um estudo sobre a capacitação de equipes multidisciplinares, especialmente em projetos de requalificação de edifícios históricos ou financiados por programas governamentais, uma vez que a definição de responsabilidades e a cultura colaborativa foram evidenciadas como fatores determinantes para o sucesso da gestão.

Além disso, estudos voltados à criação e padronização de bibliotecas e modelos parametrizados específicos para *retrofits* podem contribuir para a uniformidade dos elementos, minimizando conflitos irrelevantes e aprimorando a compatibilização entre disciplinas. Outra frente de investigação sugerida é a interoperabilidade entre ArchiCAD e outros softwares BIM, com foco na aplicação prática do OpenBIM e no uso de formatos IFC, pois permitiria identificar os desafios técnicos e soluções para a troca confiável de informações.

Outra frente de investigação sugerida é a proposição de métodos para apoiar a implementação do BIM dentro das empresas de projeto e construção. A ausência de protocolos claros, observada neste estudo, indica que a adoção da metodologia ainda carece de padronização interna e de diretrizes práticas que orientam desde a modelagem inicial até as fases de entrega. Nesse sentido, a elaboração de modelos

de gestão adaptados à realidade organizacional brasileira poderia contribuir para a consolidação do BIM como prática corrente e eficaz em diferentes tipologias de empreendimentos.

REFERÊNCIAS

ABNT. NBR 15575 - Edificações habitacionais. **Associação Brasileira de Normas Técnicas**, 2013.

ABNT. ABNT NBR ISO 19650-1: Organização da informação acerca de trabalhos da construção – Gestão da informação usando a modelagem da informação da construção – Parte 1. **Associação Brasileira de Normas Técnicas**, 2022a.

ABNT. ABNT PR 1015: Ambiente Comum de Dados (CDE). **Associação Brasileira de Normas Técnicas**, 2022b.

ADEKUNLE, Samuel Adeniyi *et al.* Digital transformation in the construction industry: a bibliometric review. **Journal of Engineering, Design and Technology**, v. 22, n. 1, p. 130–158, 9 jan. 2024.

AKPONEWARE, Anderson; ADAMU, Zulfikar. Clash Detection or Clash Avoidance? An Investigation into Coordination Problems in 3D BIM. **Buildings**, v. 7, n. 3, p. 75, 21 ago. 2017.

ASBEASP. Boas Práticas em BIM. Fascículo 2. **Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura**, 2015.

BACCARIN, Laura; ISATTO, Eduardo. Implementação do Ambiente Comum de Dados no setor público: desafios e oportunidades. **XX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, out. 2024.

BARISON, Maria Bernardete. **Introdução de Modelagem da Informação da Construção (BIM) no currículo: uma contribuição para a formação do projetista**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 24 mar. 2015.

BARRIENTOS, Maria. Retrofit de Edificações: Estudo de reabilitação e adaptação das edificações antigas às necessidades atuais. **Universidade Federal do Rio de Janeiro**, 2004.

BARRIENTOS, Maria; QUALHARINI, Eduardo. Retrofit de construções metodologia de avaliação. **10º Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, 2004.

BETIM, Rodrigo C.; SILVA, Maria João Falcão; PINHO, Fernando F. S. Utilização de BIM na melhoria do desempenho energético em edifícios comerciais. **4º Congresso Português de Building Information Modelling vol. 1 - ptBIM**, p. 287–297, 3 maio 2022.

BFB. Guias de contratação BIM - Volume 1: Conceitos básico e requisitos para contratação BIM. **BIM Fórum Brasil**, 2023.

BORGES, Leiziane Alves *et al.* Técnicas e Dificuldades Executivas em Empreendimentos de Retrofit. **Construção Civil: Engenharia e Inovação - Vol. 6**, p. 205–218, 2023.

CALLEGARI, Simara. **Análise da compatibilização de projetos em três edifícios residenciais multifamiliares**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2007.

CARDOSO, Francisco; PINTO, César. O Sistema de certificação qualihab de empresas construtoras. **Anais**, 1997.

CBIC. Colaboração e Integração BIM - Volume 3. **Câmara Brasileira da Indústria da Construção**, 2016.

CROITOR, Eduardo. **A gestão de projetos aplicada à reabilitação de edifícios: estudo da interface entre projeto e obra**. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2008.

DA SILVA, Milena Dutra *et al.* Crescimento da mancha urbana na cidade de João Pessoa, PB. **Cadernos de Arquitetura e Urbanismo**, v. 22, n. 30, p. 64, 29 nov. 2016.

D'ANGELO, Letizia *et al.* A novel BIM-based process workflow for building retrofit. **Journal of Building Engineering**, v. 50, 1 jun. 2022.

DIEHL, Natália Cristina *et al.* BIM para reconstrução do existente: Revisão sistemática. **13º Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção e 4º Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção**, p. 1–10, 5 nov. 2023.

EASTMAN, Chuck *et al.* Manual de BIM: Um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores. *In*: SANTOS, Eduardo (Org.). Porto Alegre: Bookman, 2014.

FU, Changfeng *et al.* IFC model viewer to support nD model application. **Automation in Construction**, v. 15, n. 2, p. 178–185, mar. 2006.

GMARTINI ENGENHARIA. **BIM e as políticas públicas do Brasil**. Disponível em: <<https://www.gmartiniengenharia.com/single-post/2018/03/10/bim-e-as-politicas-p%C3%BAblicas-do-brasil>>. Acesso em: 13 set. 2025.

GOMES, Paula. A Congruência das edificações retrofit e o sistema BIM: Impactos na redução dos resíduos de construções e demolições das obras. **Simpósio de Engenharia de Produção - SIMEP**, 1 abr. 2019.

GOMES, Raysa Maria De Souza *et al.* Modelagem de informações para construção (BIM): Ambientes colaborativos para gestão de projetos e obras na construção civil. **Exatas & Engenharia**, v. 8, n. 23, 21 dez. 2018.

HELENE, Paulo. Contribuição à análise da resistência do concreto em estruturas existentes para fins de avaliação da segurança. v. v.4 n.1, n. 1, 2012.

HU, Yuchao; WANG, Chaochao. Design strategy of residential aging renovation based on BIM technology. *In: SPIE-Intl Soc Optical Eng*, 9 maio 2022.

IPHAN. **Educação Patrimonial: histórico, conceitos e processos**. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/Educacao_Patrimonial.pdf>. Acesso em: 13 set. 2025.

JESUS, Christiano. **Análise de custos para reabilitação de edifício para habitação**. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2008.

JOÃO PESSOA. **Programa Viva o Centro**. Disponível em: <<https://www.joaopessoa.pb.gov.br/?s=viva+o+centro>>. Acesso em: 13 set. 2025.

LOPES CORRÊA, Pedro; FREITAS, Fabricio Barbosa. Retrofit de fachadas de edificações. **Engenharia na prática: Construção e inovação - Vol. 3**, 2021.

MANENTI, Eloisa Marcon; MARCHIORI, Fernanda Fernandes; CORRÊA, Leonardo de Aguiar. Plano de execução BIM: proposta de diretrizes para contratantes e fornecedores de projeto. **Ambiente Construído**, v. 20, n. 1, p. 65–85, mar. 2020.

MANZIONE, Leonardo. **Proposição de uma Estrutura Conceitual de Gestão do Processo de Projeto Colaborativo com o uso do BIM**. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2013.

MARIANO, Luanna. **Aplicação e utilização do conceito BIM pelos profissionais da construção civil em Minas Gerais**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2017.

MAZZARO, Fernando; CAMUSSO, Giovanni; FERREIRA, Luis. **A Construção OFF-SITE e a pré-construção como otimização de obras em retrofit**. São Caetano do Sul: Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, 2023.

MOURA, Dulce *et al.* A Revitalização Urbana Contributos para a Definição de um Conceito Operativo. **Cidades - Comunidades e Territórios**, p. 15–34, 2006.

OLIN, Jan; JYLHÄ, Tuuli; JUNNILA, Seppo. Virtuality – What does it mean for fm? **Semantic Scholar**, 2012.

OLIVEIRA, José. **Uma contribuição aos estudos sobre a relação transportes e crescimento urbano: O caso de João Pessoa - PB**. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba, 2006.

PENN STATE. BIM Project execution planning guide. **University Park**, 2010.

PERRIER, Nathalie *et al.* Construction 4.0: a survey of research trends. **Journal of Information Technology in Construction**, v. 25, p. 416–437, 8 set. 2020.

PROJETO REABILITA. Diretrizes para reabilitação de edifícios para HIS. **Revista HABITARE**, 2007.

RODRIGUES, Ana. **Experimentação de retrofit a partir da análise das condicionantes ambientais em João Pessoa**. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba, 2020.

SAMUELSON, Olle; STEHN, Lars. Digital transformation in construction - a review. **Journal of Information Technology in Construction**, v. 28, p. 385–404, jul. 2023.

SÃO PAULO. **LEI Nº 17.577**. Disponível em: <<https://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/lei-17577-de-20-de-julho-de-2021>>. Acesso em: 13 set. 2025.

SETO, Karen C. *et al.* A meta-analysis of global urban land expansion. **PLoS ONE**, v. 6, n. 8, 2011.

SILVA, Fabiana; SALGADO, Mônica; SILVA, Carolina. Plataforma BIM, retrofit e sustentabilidade ambiental: Estudo de caso na cidade do Rio de Janeiro. **VII Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção**, nov. 2015.

SILVA, Thiago; SENA, D. E. **Aplicação da metodologia BIM para a compatibilização de projetos**. Salvador: Universidade Federal da Bahia, 2012.

SOUZA, Thiago. **Retrofit e a revitalização de centros urbanos estudo de caso: Reabilitação do Ed. Tupis**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, dez. 2011.

SUCCAR, Bilal. Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. **Automation in Construction**, v. 18, n. 3, p. 357–375, maio 2009.

SUGIYAMA, Gabriel Tomasetto; RODRIGUES, Maria Fernanda; RODRIGUES, Hugo. Environmental impacts and BIM: a Portuguese heritage case study. **International Journal of Building Pathology and Adaptation**, 2024.

TRANTAFYLLIDIS, G.; HUANG, L. **A framework for semi-automated creation of Building Information Models for existing buildings**. *In*: Institute of Physics, 2023.

ULRICH, Helen. **Controle da qualidade de projetos de edificações**. São Carlos: Universidade de São Paulo, 18 abr. 2001.

UNITED NATIONS. **Transforming our world: the 2030 agenda for sustainable development – A/RES/70/1**. Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015. 2015.

VALE, Mauricio. **Diretrizes para racionalização e atualização das edificações: Segundo o conceito da qualidade e sobre a ótica do Retrofit**. Rio de Janeiro: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, mar. 2006.

VOLK, Rebekka; STENGEL, Julian; SCHULTMANN, Frank. Building Information Modeling (BIM) for existing buildings — Literature review and future needs. **Automation in Construction**, v. 38, p. 109–127, mar. 2014.

YIN, Robert. **Estudo de caso: Planejamento e métodos**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.

APÊNDICE A – ENTREVISTA ESTRUTURADA COM A BIM MANAGER

1. Por ser um edifício histórico existiu alguma norma ou diretriz obrigatória? Houve envolvimento de órgãos de patrimônio?
2. Qual foi a motivação para a escolha deste edifício como objeto de projeto *retrofit*? A escolha se deu por questões estruturais, localização, valor histórico, ou outro fator?
3. Antes da escolha do edifício, foi realizada alguma vistoria técnica no local? Quem realizou essa vistoria e quais foram os aspectos observados?
4. Houve inspeção predial? Se sim, qual foi o objetivo?
5. O prédio estava ocupado? Se sim, como se deu o procedimento da desocupação?
6. Após a desocupação houve inspeção predial para levantar os riscos e condições do empreendimento?
7. Como foi realizado a medição para elaboração do modelo 3D? Foi utilizado algum tipo de escaneamento a laser, drone, plantas arquitetônicas ou manual?
8. Existem documentos arquitetônicos ou de projetos complementares antigos do edifício? Esses documentos foram úteis ou houve a necessidade de reconstruir toda a documentação?
9. Como foi realizado a medição para elaboração do modelo 3D? Foi utilizado algum tipo de escaneamento a laser, drone, plantas arquitetônicas ou manual?
10. Foi identificado algum tipo de patologia que impactou diretamente nas decisões de projeto? Há laudos ou registros técnicos dessas patologias?
11. Qual é a portaria da Caixa que norteia o *retrofit* do empreendimento?
12. Houve a emissão de laudos pela caixa das revisões dos projetos?
13. Teve auxílio moradia para os moradores que foram retirados do empreendimento?
14. O projeto conta com algum uso posterior para os modelos BIM? Como planejamento de obras?
15. Antes da contratação dos projetos, foi elaborado um PEB pré-contrato? E após a formação da equipe de projeto, houve a atualização e detalhamento do PEB inicial ou o

desenvolvimento de um PEB pós-contrato? Caso não, como foram estabelecidos os requisitos e diretrizes para o desenvolvimento dos modelos?

16. Quais foram as principais dificuldades de coordenar esse projeto?
17. Como se deu a comunicação entre os projetistas durante a elaboração dos projetos? Foi utilizada alguma ferramenta de colaboração?
18. Como se deu a etapa de compatibilização de projetos? Qual ferramenta foi / será utilizada?
19. O uso do BIM facilitou o processo de tomada de decisão durante o projeto? Poderia dar exemplos práticos?
20. Gostaria de acrescentar algum outro aspecto que considere importante sobre o processo de retrofit e o uso do BIM nesse contexto?

APÊNDICE B – ENTREVISTA ESTRUTURADA COM COORDENADORA DE PROJETOS COMPLEMENTARES

1. O empreendimento foi contemplado pela Minha Casa Minha Vida, e quais foram as implicações disso no projeto de *retrofit*?
2. Quais características do edifício original influenciaram diretamente nas decisões de projeto?
3. O edifício apresentava restrições arquitetônicas ou urbanísticas que dificultaram as soluções projetuais?
4. Os projetos complementares foram desenvolvidos integralmente em plataforma BIM? Qual software foi utilizado?
5. Como se deu a comunicação entre os projetistas durante a elaboração dos projetos? Foi utilizada alguma ferramenta de colaboração?
6. O uso do BIM facilitou o processo de tomada de decisão durante o projeto? Poderia dar exemplos práticos?
7. Há algo que teria feito diferente com base nos aprendizados do projeto?
8. Gostaria de acrescentar algum outro aspecto que considere importante sobre o processo de *retrofit* e o uso do BIM nesse contexto?
9. Foi elaborado um PEB? Caso não, como foram estabelecidos os requisitos e diretrizes para o desenvolvimento dos modelos?
10. Quais foram as principais dificuldades de coordenar esse projeto?
11. Como se deu a etapa de compatibilização de projetos? Qual ferramenta foi / será utilizada?