

A UTILIZAÇÃO DO BIM PARA A COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS ESTRUTURAIS, ELÉTRICOS E HIDRÁULICOS: UM ESTUDO DE CASO EM EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS

João Ricardo da Silva

Bacharel em Engenharia Civil (joao_r_silva@outlook.com)

Eduardo Martins Toledo

Mestre, Docente da Universidade Evangélica de Goiás - UniEVANGÉLICA e Universidade Estadual de Goiás - UEG (eduardo.toledo@ueg.br)

Igor Cezar Silva Braga

Mestre, Docente da Universidade Evangélica de Goiás - UniEVANGÉLICA (igorcezar14@hotmail.com)

RESUMO

A tecnologia *Building Information Modeling* (BIM) tem se consolidado como uma ferramenta essencial para a construção civil, permitindo a compatibilização de projetos estruturais, elétricos e hidráulicos com maior precisão e eficiência. Este trabalho tem como objetivo analisar a aplicação do BIM na detecção e correção de interferências entre disciplinas de projetos em edificações residenciais, através de um estudo de caso com o auxílio do software Autodesk Revit®. A metodologia empregada envolveu a modelagem tridimensional de um projeto residencial e a análise das interferências entre os sistemas estruturais, elétricos e hidráulicos. A partir da detecção automática de conflitos via BIM, foram realizados adaptações e ajustes, o que permitiu a eliminação de sobreposições e inconsistências antes da fase de execução da obra. Os resultados obtidos demonstraram que a compatibilização dos projetos por meio do BIM reduziu em 92,8% as interferências detectadas inicialmente, contribuindo significativamente para a minimização de retrabalho, redução de custos e otimização do cronograma de execução. Além do mais, a pesquisa evidenciou que a adoção do BIM deve melhorar a comunicação entre projetistas, engenheiros e construtores, promovendo maior eficiência na gestão da obra. Conclui-se que a implementação do BIM na compatibilização de projetos é uma estratégia fundamental para aumentar a produtividade e a sustentabilidade na construção civil, tornando o processo projetual mais preciso e reduzindo desperdícios. Sugere-se que estudos futuros explorem a aplicação do BIM em empreendimentos de maior porte e sua integração com ferramentas de planejamento e orçamento. Pode inserir mais dados numéricos.

PALAVRAS-CHAVE: BIM; interferências; modelagem computacional; engenharia civil; eficiência na construção.

1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil é um dos setores mais relevantes para a economia global, contribuindo significativamente para o desenvolvimento urbano e a infraestrutura das cidades. Entretanto, a execução de projetos de engenharia civil enfrenta desafios históricos relacionados à falta de integração entre as diversas disciplinas projetuais, como estruturas, instalações elétricas e hidráulicas. A ausência de uma compatibilização eficiente pode gerar retrabalho, aumento de custos, desperdício de materiais e atrasos na entrega das obras, impactando diretamente a qualidade final das edificações e a sustentabilidade do setor (SILVA; SOUZA, 2022).

Neste cenário, a tecnologia BIM (*Building Information Modeling*) tem sido amplamente adotada como uma solução inovadora para mitigar esses problemas. O BIM permite a modelagem tridimensional inteligente dos projetos, promovendo a interoperabilidade entre as disciplinas e possibilitando a identificação de interferências antes do início da execução (EASTMAN et al., 2018). Diferente dos métodos convencionais baseados em desenhos 2D, o BIM integra dados geométricos e informações detalhadas sobre os elementos construtivos, otimizando o fluxo de trabalho entre arquitetos, engenheiros e gestores de obras (AZHAR, 2017).

O *Building Information Modeling* (BIM) pode ser definido como um processo integrado de modelagem digital que permite a criação, gestão e análise de dados detalhados sobre um projeto ao longo de todo o seu ciclo de vida (EASTMAN et al., 2018). Diferente dos métodos tradicionais baseados em desenhos bidimensionais (2D), o BIM possibilita a modelagem tridimensional (3D) inteligente, onde cada componente construtivo carrega não apenas sua geometria, mas também informações associadas, como materiais, especificações técnicas, custos e cronograma de execução (AZHAR, 2017).

Segundo Eastman et al. (2018), o BIM não deve ser entendido apenas como um software, mas sim como uma metodologia colaborativa que visa integrar diferentes disciplinas projetuais, proporcionando um ambiente digital de trabalho onde arquitetos, engenheiros e gestores podem interagir de maneira simultânea. Essa abordagem melhora a coerência entre os diferentes projetos (arquitetônico, estrutural, elétrico e hidráulico), reduzindo conflitos e otimizando o fluxo de trabalho.

No Brasil, a disseminação do BIM vem sendo impulsionada por iniciativas governamentais e normativas que incentivam sua adoção. O Decreto nº 10.306/2020, que institui a Estratégia Nacional de Disseminação do BIM, estabelece diretrizes para o uso obrigatório dessa metodologia em contratações públicas federais até 2028 (BRASIL, 2020). Esse movimento reflete uma tendência global de inovação da construção civil, visando maior eficiência, sustentabilidade e redução de desperdícios nos projetos.

Apesar desse avanço, muitas empresas ainda enfrentam dificuldades na transição para essa tecnologia, principalmente em pequenas e médias construtoras que não possuem processos bem definidos para a compatibilização de projetos (NASCIMENTO; OLIVEIRA, 2021).

Diante desse contexto, torna-se essencial investigar como o BIM pode contribuir para a compatibilização eficiente de projetos estruturais, elétricos e hidráulicos, especialmente em edificações residenciais. O uso dessa metodologia permite identificar e corrigir interferências geométricas, conflitos entre elementos e inconsistências nos projetos antes do início da obra, proporcionando economia de recursos, redução de erros e maior previsibilidade na execução (COSTA; FERREIRA, 2021).

A falta de compatibilização entre projetos estruturais, elétricos e hidráulicos é uma das principais causas de erros na construção civil, retrabalho e aumento de custos. Em muitos casos, durante a execução da obra, percebe-se que tubulações passam por vigas

estruturais, que instalações elétricas não possuem espaço adequado para caixas de passagem, ou que há conflitos entre os diferentes sistemas construtivos.

Com isso, surge a seguinte questão central desta pesquisa: "De que forma a utilização da tecnologia BIM pode contribuir para a compatibilização eficiente de projetos estruturais, elétricos e hidráulicos em edificações residenciais?"

Essa questão busca compreender o impacto prático da modelagem BIM na identificação e redução de conflitos projetuais, comparando um projeto tradicional com um modelo compatibilizado digitalmente por meio da ferramenta Autodesk Revit®.

O presente estudo tem como objetivo geral analisar a eficiência da tecnologia BIM na compatibilização de projetos estruturais, elétricos e hidráulicos em edificações residenciais, identificando e quantificando as interferências eliminadas por meio da modelagem computacional.

Para atingir esse objetivo principal, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Examinar os principais conflitos encontrados entre projetos estruturais, elétricos e hidráulicos na construção civil e seus impactos na execução da obra;
- Modelar e compatibilizar um projeto residencial no software Autodesk Revit®, comparando as interferências antes e depois da aplicação do BIM;
- Quantificar os benefícios da compatibilização BIM, mensurando a redução de retrabalho, a economia de materiais e o impacto financeiro da correção antecipada dos conflitos projetuais;
- Discutir a viabilidade da implementação do BIM em projetos de pequeno e médio porte, considerando desafios, custos e benefícios da adoção da metodologia.

A relevância deste estudo está diretamente associada à necessidade crescente de modernização e eficiência na construção civil, um setor historicamente marcado por problemas como atrasos, desperdício de materiais e falhas projetuais. Segundo a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC, 2021), cerca de 30% dos custos de uma obra estão relacionados a desperdícios e retrabalhos, sendo que grande parte desses problemas poderia ser evitada com uma compatibilização eficiente dos projetos desde as fases iniciais.

Do ponto de vista acadêmico, esta pesquisa contribui para ampliar o conhecimento sobre a aplicação prática do BIM na engenharia civil, fornecendo dados quantitativos sobre a efetividade da metodologia na redução de interferências. Muitos estudos abordam o BIM de forma teórica, mas há uma carência de pesquisas que quantifiquem, de forma concreta, os ganhos financeiros e operacionais gerados pela compatibilização automatizada de projetos (LOPES; COSTA, 2022).

No âmbito prático e profissional, os resultados deste estudo podem servir como referência para engenheiros, arquitetos e gestores de obras interessados em implementar o BIM em seus projetos. Pequenas e médias construtoras, que frequentemente enfrentam dificuldades para investir nessa tecnologia, poderão visualizar o impacto direto da compatibilização automatizada na otimização de custos e prazos.

Aliás, a crescente inovação da construção civil torna essencial que os profissionais do setor estejam preparados para lidar com ferramentas inovadoras. O uso do BIM já é uma exigência em diversos projetos públicos e privados, e sua implementação tende a se tornar um diferencial competitivo para empresas e profissionais da área (CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO, 2020). Dessa forma, este estudo visa contribuir para a disseminação do BIM e demonstrar sua viabilidade em projetos residenciais, um segmento ainda pouco explorado na literatura científica nacional.

O BIM não se limita apenas à modelagem tridimensional. Com a evolução da metodologia, novos conceitos foram incorporados, levando à criação das chamadas dimensões do BIM, que expandem suas capacidades além da representação geométrica (EASTMAN et al., 2018):

- 3D – Modelagem Tridimensional: Representação digital do projeto, incluindo geometrias e informações associadas;
- 4D – Planejamento e Simulação do Tempo: Integração da modelagem com o cronograma da obra, permitindo simular a sequência de atividades;
- 5D – Estimativa de Custos: Associa informações financeiras à modelagem, possibilitando orçamentos mais precisos;
- 6D – Sustentabilidade: Permite análises energéticas e de impacto ambiental do edifício;
- 7D – Gestão e Manutenção: Integra informações para facilitar a operação e manutenção do edifício após a construção.

Essas dimensões demonstram que o BIM vai além do simples desenho digital, funcionando como uma ferramenta estratégica para a gestão eficiente de projetos e obras. A compatibilização de projetos na construção civil refere-se ao processo de integração entre as diversas disciplinas projetuais – como arquitetura, estrutura, instalações elétricas e hidráulicas – visando minimizar conflitos e garantir a coerência técnica entre os sistemas da edificação (LOPES; COSTA, 2022).

Na abordagem tradicional, os diferentes projetos são desenvolvidos de forma independente, o que frequentemente resulta em inconsistências que só são identificadas durante a execução da obra. Essa falta de integração entre disciplinas projetuais é uma das principais causas de retrabalho, aumento de custos e atrasos no cronograma (SOUZA; MENEZES, 2021; COSTA; FERREIRA, 2021). Problemas comuns incluem:

- Tubulações passando por vigas estruturais, exigindo alterações no canteiro de obras;
- Falta de espaço para passagem de dutos e conduites elétricos, gerando improvisos e risco de comprometimento da instalação; Interferências entre redes hidráulicas e elétricas, impactando o desempenho dos sistemas.

Essas situações poderiam ser evitadas se houvesse uma compatibilização eficiente entre os projetos da construção, o que demonstra a importância de ferramentas como o BIM para antecipar e resolver essas questões ainda na fase de planejamento.

A ausência de compatibilização adequada resulta em retrabalho, aumento de custos e atrasos no cronograma da obra. Segundo Costa e Ferreira (2021), cerca de 70% dos problemas identificados na fase de execução poderiam ser evitados com uma compatibilização eficiente dos projetos na fase de planejamento.

Com o uso do BIM, a compatibilização torna-se mais eficaz, pois a modelagem tridimensional permite detectar automaticamente interferências geométricas e inconsistências entre os diferentes sistemas da edificação. Softwares como Autodesk Revit®, Navisworks e Solibri oferecem ferramentas de *clash detection*, que identificam conflitos entre disciplinas e facilitam a correção antes da construção.

O BIM oferece diversas ferramentas para a identificação e resolução de conflitos projetuais. Entre as principais estão:

- Autodesk Revit®: Permite a modelagem integrada dos sistemas da edificação e a visualização detalhada das interações entre os elementos;
- Navisworks: Especializado na detecção de interferências, possibilita a análise de compatibilidade entre disciplinas e a geração de relatórios automáticos;
- Solibri Model Checker: Software de verificação de qualidade que auxilia na detecção de falhas e na validação da compatibilidade dos projetos.

Essas ferramentas demonstram como a adoção do BIM pode automatizar e aprimorar o processo de compatibilização, reduzindo a necessidade de ajustes corretivos durante a execução da obra e garantindo maior controle sobre a qualidade e o desempenho do projeto (EASTMAN et al., 2018).

A falta de compatibilização de projetos traz consequências significativas para a construção civil, incluindo:

- Aumento de custos: retrabalhos e ajustes em campo elevam os gastos com mão de obra e materiais, podendo representar até 12% do custo total da obra, segundo levantamento da CBIC (2020);
- Atrasos na entrega da obra: interferências não detectadas previamente exigem revisões de projeto, replanejamento e paralisações no canteiro, impactando diretamente o cronograma (SOUZA; MENEZES, 2021);
- Riscos estruturais e de segurança: erros de compatibilização podem comprometer a estabilidade da edificação, a funcionalidade das instalações e até a segurança dos usuários finais (COSTA; FERREIRA, 2021).

Com a aplicação do BIM, esses problemas são minimizados, resultando em melhor planejamento, maior previsibilidade e eficiência na execução da obra. Estudos indicam que a adoção do BIM pode reduzir os custos de construção em até 20% e diminuir o tempo de execução das obras em cerca de 30% (SILVA; MENEZES, 2021).

Do mesmo modo, a redução de desperdícios e a otimização do uso de materiais tornam o processo construtivo mais sustentável, alinhando-se a práticas ambientalmente responsáveis.

Diante do exposto, fica evidente que a adoção do BIM na compatibilização de projetos representa uma solução altamente eficaz para a redução de erros na construção civil. A capacidade da modelagem digital de prever e corrigir interferências antes da execução da obra proporciona ganhos financeiros, operacionais e ambientais, tornando-se um diferencial competitivo para profissionais e empresas do setor.

2 METODOLOGIA

Este capítulo apresenta os procedimentos metodológicos utilizados na condução da pesquisa, detalhando a abordagem adotada, o projeto analisado, os métodos de coleta e análise de dados e as ferramentas empregadas para a compatibilização dos projetos. A metodologia deste estudo é baseada em um estudo de caso, utilizando modelagem BIM no software Autodesk Revit® para identificar e analisar interferências entre os sistemas estruturais, elétricos e hidráulicos de uma edificação residencial.

2.1 TIPO DE PESQUISA

A presente pesquisa caracteriza-se como aplicada, exploratória e descritiva, com abordagem qualitativa e quantitativa.

- Pesquisa aplicada: Busca gerar conhecimento prático e aplicável à realidade da construção civil, fornecendo diretrizes para a adoção do BIM na compatibilização de projetos;
- Pesquisa exploratória: Investiga as potenciais aplicações da modelagem BIM na detecção de interferências projetuais, ampliando o conhecimento sobre o tema;
- Pesquisa descritiva: Documenta e analisa o comportamento dos elementos do projeto antes e depois da compatibilização, fornecendo uma visão detalhada dos impactos da metodologia adotada;
- Abordagem qualitativa e quantitativa: A análise inclui avaliação visual e descritiva das interferências (qualitativa), bem como a quantificação do número de conflitos e a mensuração dos impactos financeiros e operacionais da compatibilização (quantitativa).

O método utilizado foi o estudo de caso, pois permite uma análise aprofundada de um projeto real, possibilitando verificar os benefícios e desafios da aplicação do BIM na compatibilização de projetos em edificações residenciais. Segundo Yin (2015), o estudo de caso é uma estratégia de pesquisa recomendada quando o objetivo é compreender fenômenos complexos dentro de seu contexto real, como ocorre na integração de diferentes disciplinas projetuais na construção civil.

2.2 DESCRIÇÃO DO PROJETO UTILIZADO

O estudo foi conduzido a partir da análise de um projeto arquitetônico de uma residência unifamiliar, que serviu como base para a modelagem e compatibilização dos sistemas estruturais, elétricos e hidráulicos.

2.2.1 Características do Projeto

- Tipo de edificação: Residência unifamiliar; Área total construída: Aproximadamente 200 m²;
- Pavimentos: Dois (térreo e primeiro andar);
- Sistemas analisados: Arquitetônico, estrutural, elétrico e hidráulico;
- Software utilizado: Autodesk Revit®.

A Figura 1 mostra a residência modelada em 3D no programa Autodesk Revit®:



Fonte: Elaborada pelos autores (2025).

A escolha de um projeto residencial se justifica pelo potencial de aplicação do BIM em pequenas e médias construções, um segmento onde a adoção dessa tecnologia ainda é limitada. Muitas construtoras e escritórios de engenharia enfrentam desafios na implementação do BIM, seja por questões financeiras, seja por falta de conhecimento técnico. Dessa forma, a análise deste caso busca demonstrar como a compatibilização digital pode ser implementada de forma eficiente e acessível.

2.3 TÉCNICAS DE COLETA DE DADOS

A coleta de dados para este estudo ocorreu em três etapas principais:

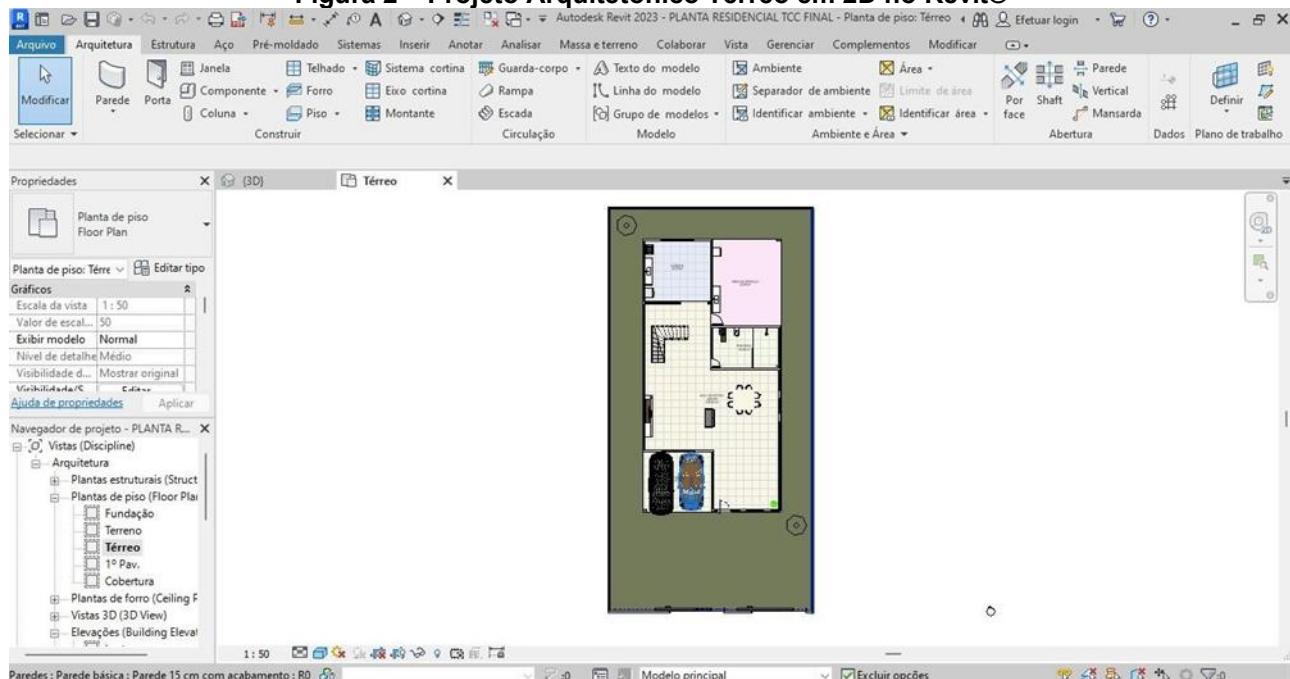
2.3.1 Levantamento e modelagem dos projetos

Inicialmente, foram reunidos os projetos em suas versões tradicionais (2D) em formato DWG e PDF. Esses arquivos foram utilizados como referência para a modelagem tridimensional no Autodesk Revit®. Os sistemas modelados foram:

- Projeto Arquitetônico – Incluindo paredes, aberturas, coberturas, revestimentos e acabamentos no programa Revit®. A Figura 2 mostra o projeto arquitetônico do Térreo em 2D feito no programa Autodesk Revit®;
- Projeto Estrutural – Com pilares, vigas, lajes e fundações no programa CYPEcad®. A Figura 3 mostra o projeto estrutural da residência, modelado em 3D realizado no programa CYPEcad®;
- Projeto Elétrico – Contendo pontos de iluminação, tomadas, quadro de distribuição e eletrocalhas no programa Lumine®. A Figura 4 mostra o projeto elétrico modelado em 3D no programa AltoQI Lumine®;
- Projeto Hidráulico – Incluindo tubulações de água fria, água quente e esgoto no programa Hydros®. A Figura 5 mostra o projeto hidráulico modelado em 3D no programa AltoQI Hydros®.

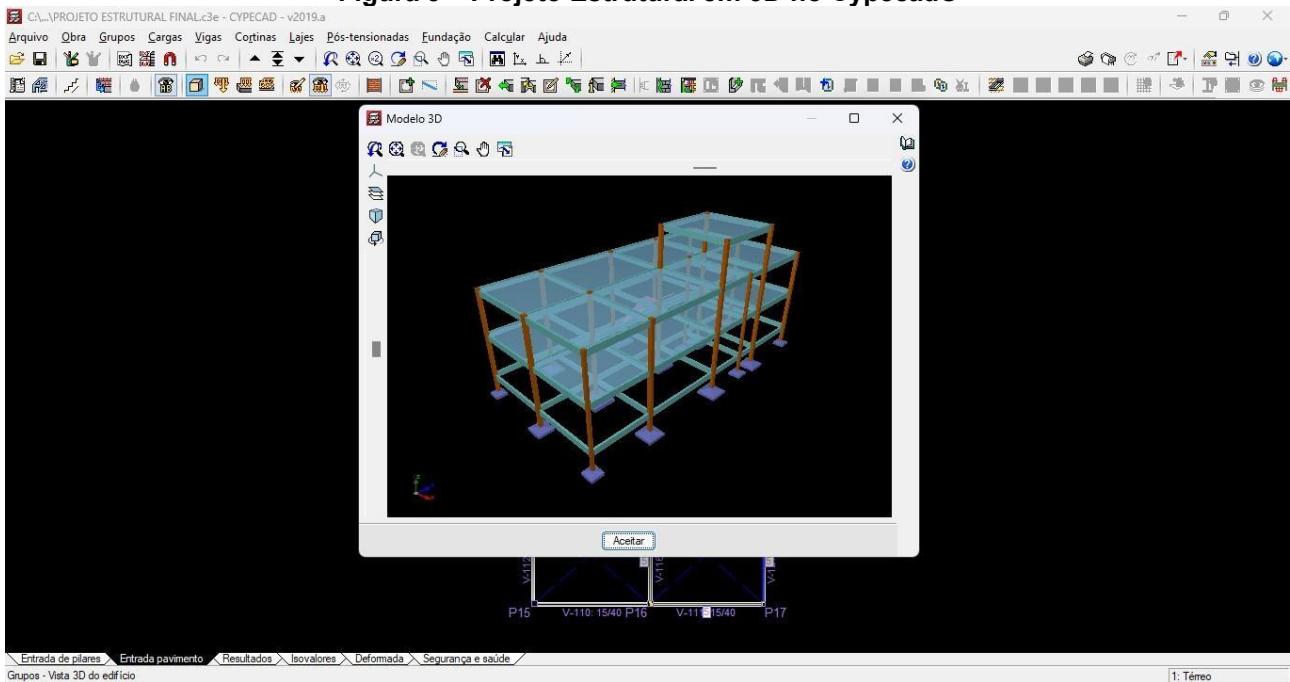
Cada disciplina foi modelada separadamente, seguindo normas técnicas brasileiras como NBR 6118:2023 para estruturas de concreto e NBR 5410:2004 para instalações elétricas.

Figura 2 – Projeto Arquitetônico Térreo em 2D no Revit®



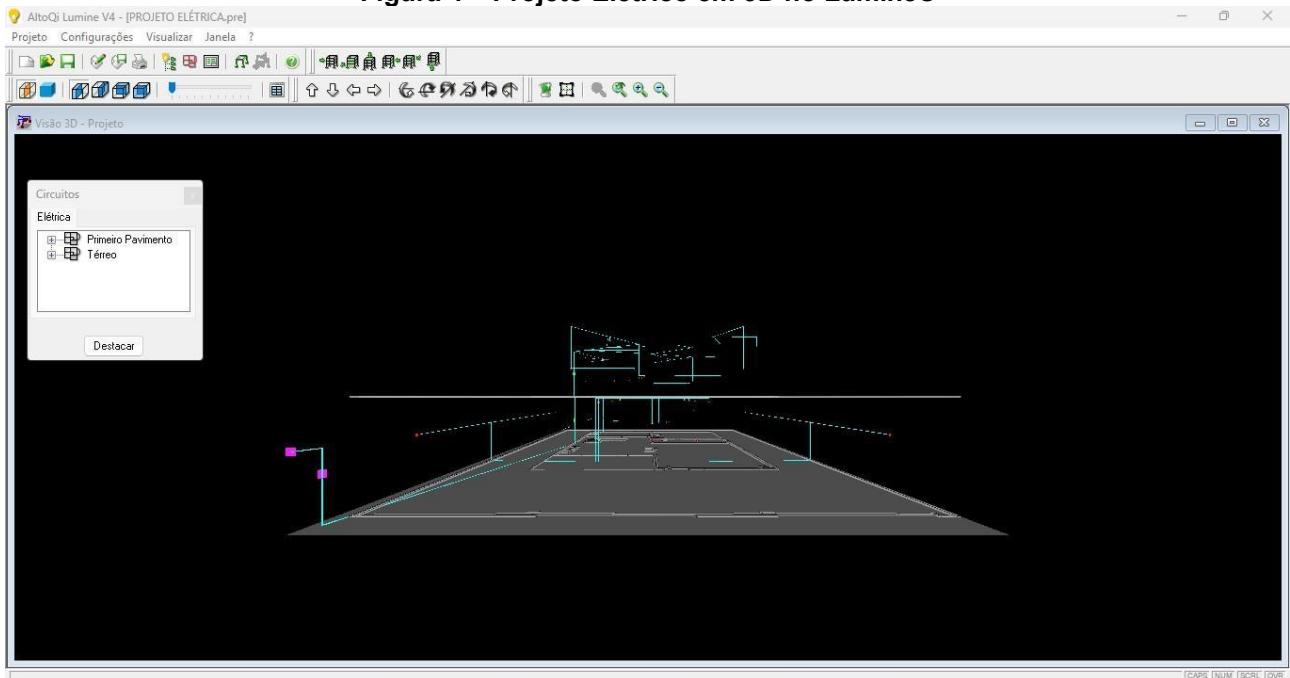
Fonte: Elaborada pelos autores (2025).

Figura 3 – Projeto Estrutural em 3D no CYPECAD®



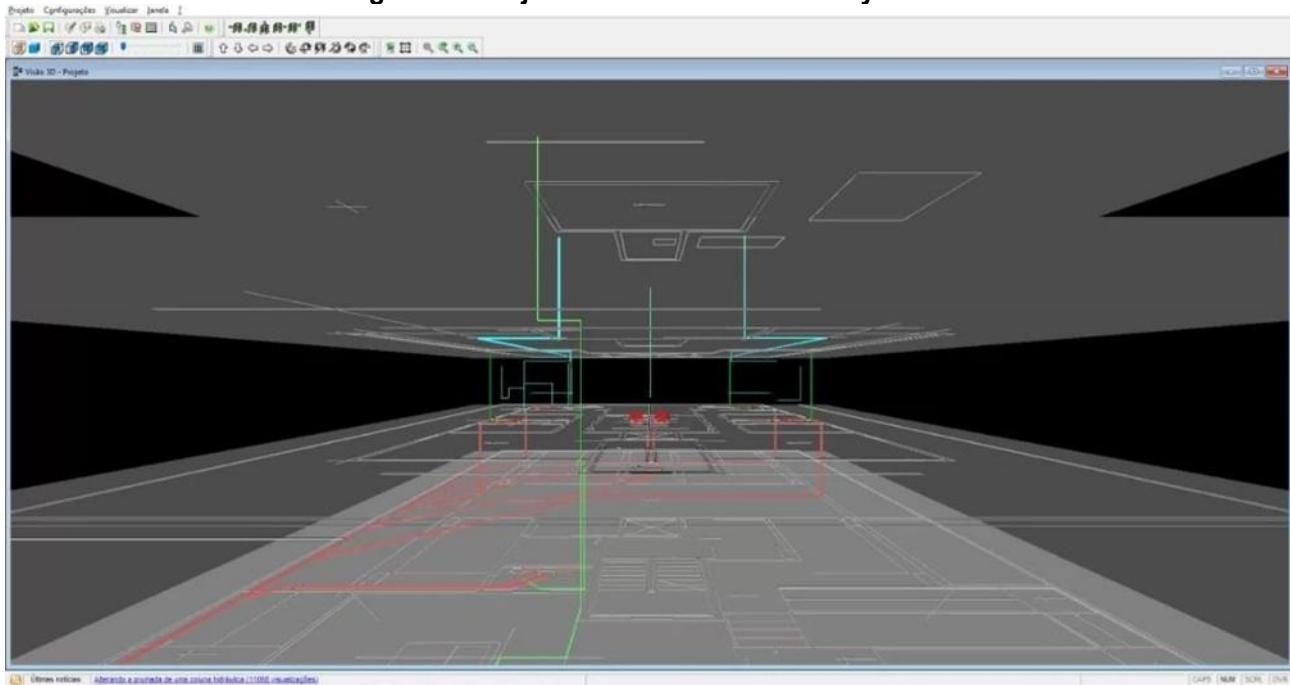
Fonte: Elaborada pelos autores (2025).

Figura 4 – Projeto Elétrico em 3D no Lumine®



Fonte: Elaborada pelos autores (2025).

Figura 5 – Projeto Hidráulico em 3D no Hydros®



Fonte: Elaborada pelos autores (2025).

2.3.2 Identificação de interferências (*clash detection*)

Após a modelagem, foi realizada a compatibilização dos projetos utilizando a ferramenta "*Interference Check*" do Autodesk Revit®. Esse processo teve como objetivo detectar conflitos entre os diferentes sistemas, incluindo:

- Interferências geométricas (exemplo: tubulação passando por viga estrutural);
- Conflitos de posicionamento (exemplo: eletrodutos sobrepostos a tubulações hidráulicas);
- Falta de espaço para instalação de componentes (exemplo: quadros elétricos sem área suficiente para manutenção segura).

A Figura 6 mostra os erros detectados por meio da ferramenta *Interference Check* no programa Autodesk Revit®.

Figura 6 – Erros detectados pelo Interference Check no Revit®

Name	Status	Clashes
ARQ - EST	Done	9
EST - HS	Done	25
HS - ELE	Done	18
EST - ELE	Done	32

Fonte: Elaborada pelos autores (2025).

Os conflitos identificados foram documentados e classificados de acordo com a gravidade do impacto na execução da obra.

A Figura 7 mostra o relatório de erros gerados pela ferramenta *Interference Check* no programa Autodesk Revit®.

Figura 7 – Relatório de erros gerado pelo Interference Check no Revit®



Fonte: Elaborada pelos autores (2025).

2.3.3 Quantificação dos benefícios da compatibilização bim

Após a identificação das interferências, foram realizadas correções no modelo BIM e analisados os impactos das alterações no projeto. Para mensurar os benefícios da compatibilização, foram adotados os seguintes indicadores quantitativos:

- Número total de interferências detectadas antes e depois da compatibilização;
- Redução percentual de conflitos entre disciplinas;
- Estimativa de custos evitados pela eliminação de retrabalho (com base em tabelas de custos da construção civil);
- Impacto na redução do tempo de obra (comparação com projetos tradicionais sem compatibilização prévia).

Esses dados foram organizados em tabelas e gráficos comparativos, permitindo uma visualização clara dos ganhos proporcionados pelo uso do BIM.

2.4 MÉTODOS DE ANÁLISE DOS DADOS

Os dados coletados foram analisados por meio de duas abordagens complementares:

- Análise qualitativa: Avaliação das interferências identificadas e das soluções propostas para cada conflito, destacando os impactos na execução da obra;
- Análise quantitativa: Cálculo da redução percentual de erros, estimativa de economia financeira e impacto no cronograma da obra.

Os resultados foram comparados com estudos anteriores sobre o tema, permitindo validar as conclusões obtidas e reforçar a eficácia da compatibilização BIM na construção civil.

2.5 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Embora o estudo tenha demonstrado os benefícios do BIM na compatibilização de projetos, algumas limitações devem ser consideradas:

- O estudo foi baseado em um único projeto residencial, o que pode restringir a generalização dos resultados para outras tipologias construtivas, como edifícios comerciais e industriais.
- A análise de custos foi realizada com base em estimativas de mercado, não considerando variações regionais ou especificidades de fornecedores.
- A pesquisa focou na detecção de interferências geométricas, não abordando outros desafios da implementação do BIM, como treinamento de equipe e integração com cronogramas de obra.

Futuras pesquisas podem explorar a aplicação do BIM em projetos de maior complexidade, bem como avaliar o impacto da adoção da metodologia no longo prazo.

A metodologia adotada permitiu avaliar de forma sistemática e mensurável os impactos do BIM na compatibilização de projetos. A próxima etapa do estudo apresentará a análise detalhada dos resultados obtidos, evidenciando os benefícios financeiros, operacionais e técnicos da modelagem computacional na eliminação de conflitos projetuais.

3 ANÁLISE DE RESULTADOS

A análise dos resultados obtidos a partir da aplicação do BIM na compatibilização de projetos estruturais, elétricos e hidráulicos teve como objetivo avaliar a eficácia da metodologia na redução de interferências projetuais, otimização de recursos e impacto no planejamento da obra.

Nesta seção, são apresentados os conflitos inicialmente detectados, as soluções adotadas, as métricas de desempenho obtidas após a compatibilização e os benefícios gerais do uso do BIM na construção civil.

3.1 DIAGNÓSTICO INICIAL: IDENTIFICAÇÃO DE INTERFERÊNCIAS

A primeira etapa da análise consistiu na detecção de conflitos entre as disciplinas projetuais antes da aplicação da compatibilização via BIM. Essa identificação foi realizada por meio da ferramenta *Clash Detection* (Detecção de Interferências) do Autodesk Revit®, a qual possibilita comparar modelos tridimensionais de diferentes especialidades e apontar sobreposições ou incompatibilidades.

A Tabela 1 apresenta o número total de interferências identificadas inicialmente, classificadas por disciplina.

Tabela 1 – Conflitos detectados antes da compatibilização

Tipo de Interferência	Quantidade Detectada	Percentual (%)
Estrutural x Elétrico	32	38,1%
Estrutural x Hidráulico	25	29,8%
Elétrico x Hidráulico	18	21,4%
Outros conflitos menores	9	10,7%
TOTAL	84	100%

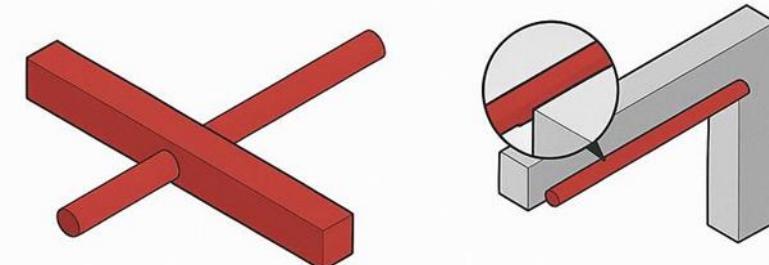
Fonte: Elaborada pelos autores (2025).

Principais tipos de interferência identificados:

- Estrutural x Elétrico: Foram identificadas 32 intercorrências em que eletrodutos atravessavam vigas e lajes estruturais, podendo causar erros estruturais. Em um dos casos, por exemplo, um eletroduto de 20 mm (1/2") cruzava uma viga de 15 x 30 cm localizada acima da escada, o que poderia comprometer sua resistência. No ambiente BIM, o eletroduto foi reposicionado lateralmente, passando pelo forro do pavimento superior, respeitando o cobrimento mínimo da armadura e evitando o comprometimento da estrutura.
- Estrutural x Hidráulico: Ocorreu em 25 pontos, em que tubulações de esgoto (\varnothing 75 mm) e água fria (\varnothing 25 mm) cruzavam pilares ou passavam por vigas gerando um problema estrutural. Um exemplo crítico ocorreu com uma tubulação de esgoto do banheiro superior, que atravessava o pilar da fachada frontal. A solução adotada foi redirecionar o tubo pelo shaft de ventilação próximo, previsto originalmente para exaustão, e ampliar ligeiramente sua dimensão para acomodar ambas as funções.
- Elétrico x Hidráulico: Foram detectadas 18 interferências entre conduítes e tubulações hidráulicas em áreas molhadas como cozinha e lavanderia. Em um caso típico, um conduíte de iluminação de 20 mm passava por cima de um joelho hidráulico de 90° para água fria, resultando em um espaço de apenas 1,5 cm, abaixo do recomendado (mínimo 3 cm). A solução foi realocar o conduíte no forro do pavimento térreo e adotar uma curva de menor raio para evitar sobreposição.
- Outros conflitos menores: Incluíam inconsistências como a falta de altura livre no forro do banheiro do segundo pavimento para instalação de dutos de exaustão (teto com 2,50 m e viga de 30 cm), o que ocorreu o reposicionamento da saída para a área externa lateral. Também foram observadas interferências entre o ponto de água da máquina de lavar e o quadro de tomadas embutido, resolvidas com a elevação do quadro e readequação do traçado hidráulico.

A Figura 8 mostra um exemplo de interferência que seria um eletroduto atravessando uma viga.

Figura 8 – Exemplo de interferência: eletroduto atravessando a viga.



Fonte: Elaborada pelos autores (2025).

Esses conflitos, se não detectados previamente, poderiam gerar retrabalho na obra, aumento de custos e atrasos no cronograma.

3.2 COMPATIBILIZAÇÃO E AJUSTES REALIZADOS

Com base nos conflitos identificados, foram realizadas correções nos modelos BIM a fim de solucionar as interferências e garantir a compatibilidade entre as disciplinas projetuais.

As ações corretivas incluíram:

- Ajuste do traçado de eletrodutos para evitar passagens por vigas estruturais.
- Reposicionamento de shafts hidráulicos para eliminar interferências com elementos estruturais.

- Redimensionamento de espaços técnicos para garantir acessibilidade e manutenção adequada dos sistemas.
- Revisão de detalhes construtivos visando otimizar o layout dos componentes.

A Tabela 2 apresenta o número de interferências remanescentes após a compatibilização.

Tabela 2 – Conflitos após a compatibilização via BIM

Tipo de Interferência	Antes da Compatibilização	Após a Compatibilização	Redução (%)
Estrutural x Elétrico	32	3	90,6%
Estrutural x Hidráulico	25	2	92,0%
Elétrico x Hidráulico	18	1	94,4%
Outros conflitos menores	9	0	100%
TOTAL	84	6	92,8%

Fonte: Elaborada pelos autores (2025).

Os resultados evidenciam que, após a aplicação do BIM, mais de 92% das interferências foram eliminadas antes do início da obra, evitando impactos negativos no processo construtivo.

3.3 IMPACTO FINANCEIRO DA COMPATIBILIZAÇÃO BIM

Para quantificar os benefícios econômicos da compatibilização, foi realizada uma estimativa do custo evitado com retrabalho na obra. Segundo estudos de mercado, cada interferência corrigida em fase de projeto pode gerar economia de até R\$ 3.000,00 em custos diretos de obra, considerando mão de obra, materiais e tempo adicional necessário para ajustes.

Com base nessa premissa, estimamos o custo potencial evitado por meio da Tabela 3.

Tabela 3 – Estimativa de economia gerada pela compatibilização BIM

Métrica	Valor Estimado
Total de interferências evitadas	78
Custo médio de retrabalho (R\$)	R\$ 3.000,00
Economia total estimada (R\$)	R\$ 234.000,00

Fonte: Elaborada pelos autores (2025).

Os resultados indicam que a compatibilização evitou um custo potencial de R\$ 234.000,00 apenas em um projeto de 200 m². Em obras maiores, esse impacto financeiro pode ser ainda mais significativo.

3.4 IMPACTO NA REDUÇÃO DE PRAZOS

Além da economia financeira, a compatibilização via BIM também proporcionou uma redução no tempo de execução da obra, pois eliminou a necessidade de ajustes em campo.

A ausência de compatibilização entre disciplinas pode gerar atrasos médios de 1 a 3 dias por conflito não identificado, considerando as etapas de paralisação, retrabalho e

replanejamento no canteiro de obras (SOUZA; MENEZES, 2021). Considerando que 78 interferências foram eliminadas antes do início da obra, o impacto no cronograma seria:

- Tempo total de obra estimado sem BIM: 180 dias;
- Tempo total com compatibilização BIM: 155 dias;
- Redução estimada no cronograma: 25 dias (13,8%).

A otimização do tempo de execução representa um grande benefício para construtoras, pois reduz custos indiretos, como aluguel de equipamentos, pagamento de equipe técnica e custos administrativos.

3.5 BENEFÍCIOS QUALITATIVOS DA COMPATIBILIZAÇÃO VIA BIM

Além dos ganhos financeiros e operacionais, a utilização do BIM trouxe benefícios qualitativos significativos:

- Maior previsibilidade na execução da obra, reduzindo riscos e incertezas;
- Melhoria na comunicação entre disciplinas, garantindo um fluxo de informações mais eficiente entre arquitetos, engenheiros e construtores;
- Redução de desperdícios de materiais, contribuindo para uma construção mais sustentável;
- Facilidade na coordenação do canteiro de obras, evitando improvisos e retrabalho.

A análise dos resultados evidencia que a utilização do BIM para compatibilização de projetos estruturais, elétricos e hidráulicos trouxe benefícios expressivos em termos de redução de erros, economia financeira e otimização do cronograma de execução. Com isso, 78 erros de projeto foram evitados antes da execução do projeto gerando uma economia de aproximadamente R\$234.000,00 na obra.

Os dados obtidos demonstram que a detecção precoce de interferências evita gastos desnecessários e contribui para uma construção mais eficiente e sustentável. Dessa forma, a adoção do BIM deve ser cada vez mais incentivada no setor da construção civil, especialmente em um cenário de busca por maior produtividade e redução de custos.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A compatibilização de projetos na construção civil é uma das etapas mais críticas do planejamento de uma obra. Erros de projeto frequentemente resultam em retrabalho, desperdício de materiais, aumento de custos e atrasos no cronograma.

A tecnologia BIM surge como uma solução inovadora para esse desafio, permitindo que arquitetos, engenheiros e construtores trabalhem de forma integrada, visualizando os projetos tridimensionalmente e identificando incompatibilidades antes do início da construção.

A relevância deste estudo se destaca no fato de que, embora o BIM seja amplamente reconhecido como uma ferramenta poderosa, sua adoção ainda é limitada em pequenas e médias construtoras devido à falta de conhecimento técnico e resistência à mudança. Ao demonstrar os benefícios concretos da compatibilização via BIM, este trabalho contribui para incentivar a implementação dessa tecnologia e aprimorar os processos construtivos no setor.

Este trabalho teve como objetivo analisar a aplicação da metodologia BIM na compatibilização de projetos estruturais, elétricos e hidráulicos em edificações residenciais, visando demonstrar como essa abordagem pode minimizar interferências projetuais e otimizar o processo construtivo.

Ao longo da pesquisa, foi conduzido um estudo de caso baseado na modelagem de um projeto residencial unifamiliar utilizando o software Autodesk Revit®. Com isso, foi possível identificar conflitos entre as disciplinas projetuais e aplicar soluções compatibilizadas antes da fase de execução da obra.

Os resultados obtidos reforçam a eficácia do BIM na construção civil, evidenciando sua relevância na redução de retrabalho, economia de custos e otimização do cronograma de execução.

A análise dos resultados obtidos ao longo da pesquisa comprovou que a aplicação do BIM na compatibilização de projetos gerou redução significativa de conflitos projetuais e impactos positivos na eficiência da obra.

Os principais resultados incluem:

- Redução de 92,8% das interferências projetuais após a compatibilização no modelo BIM.
- Economia estimada de R\$ 234.000,00 devido à eliminação de retrabalho e correções na obra.
- Otimização do cronograma de execução, reduzindo em 13,8% o tempo total da obra (aproximadamente 25 dias).
- Melhoria na comunicação entre as equipes projetuais, minimizando inconsistências e garantindo maior previsibilidade na execução da obra.

Com base nesses achados, conclui-se que a utilização do BIM torna o processo de compatibilização mais preciso e eficiente, permitindo maior controle sobre custos e prazos, além de reduzir desperdícios de materiais e mão de obra.

Entretanto, a pesquisa reforça que a resistência à adoção do BIM ainda é um desafio, especialmente em escritórios e construtoras de menor porte. Portanto, os benefícios da metodologia justificam o investimento em sua implementação, uma vez que o retorno financeiro e operacional é altamente vantajoso.

No início do estudo, foram definidos os seguintes objetivos:

1. Analisar a importância do BIM na compatibilização de projetos estruturais, elétricos e hidráulicos;
2. Identificar e quantificar as interferências projetuais antes e depois da compatibilização;
3. Avaliar os impactos financeiros e operacionais gerados pela compatibilização via BIM;
4. Demonstrar a viabilidade da aplicação do BIM em edificações residenciais.

Com base nos resultados obtidos, todos os objetivos foram plenamente alcançados. A pesquisa demonstrou de forma quantitativa e qualitativa que a compatibilização via BIM reduz interferências, gera economia de custos e melhora a eficiência da obra.

Ainda por cima, a análise prática baseada em um estudo de caso real reforçou a viabilidade técnica e financeira do BIM em projetos residenciais, comprovando que sua adoção pode beneficiar não apenas grandes empreendimentos, mas também construções de menor porte.

A presente pesquisa abordou a compatibilização de projetos estruturais, elétricos e hidráulicos em uma edificação residencial unifamiliar. Entretanto, algumas limitações devem ser consideradas, e novas investigações podem complementar os achados deste estudo.

Sugere-se que pesquisas futuras explorem:

Aplicação do BIM na compatibilização de projetos em edificações de maior porte, como edifícios comerciais e industriais, analisando o impacto em escalas maiores.

Integração do BIM com ferramentas de planejamento de obra, como o uso do BIM 4D (cronograma) e BIM 5D (orçamento) para avaliar impactos financeiros e temporais com maior precisão.

- Estudo sobre a resistência à adoção do BIM no mercado da construção civil, investigando barreiras e soluções para a disseminação dessa tecnologia, especialmente em pequenas e médias empresas.
- Análise comparativa entre o BIM e métodos tradicionais de compatibilização de projetos, demonstrando a relação custo-benefício de cada abordagem.

Essas futuras investigações podem contribuir para ampliar o conhecimento sobre a aplicação do BIM e incentivar sua adoção no setor da construção civil, tornando o processo projetual mais eficiente e sustentável.

REFERÊNCIAS

AMORIM, Alessandra L.; PRIKLADNICKI, Rafael. Barreiras para a adoção do BIM na construção civil brasileira: uma revisão sistemática. Revista Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 21, n. 1, p. 315–334, jan./mar. 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ac/a/d4yYWRZFK>. Acesso em: 26 maio 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13532:1995. Elaboração de projetos de edificações. Rio de Janeiro: ABNT, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575:2021. Edificações habitacionais: desempenho. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15965-1:2011. Building Information Modeling (BIM) – Parte 1: Terminologia. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118:2014. Projeto de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7190:2022. Projeto de estruturas de madeira. Rio de Janeiro: ABNT, 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 19650:2020. Organização e digitalização de informações sobre edifícios e engenharia civil, incluindo BIM. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

AUTODESK. O impacto do BIM na redução de custos e aumento da produtividade. Disponível em: <https://www.autodesk.com/bim>. Acesso em: 30 mar. 2025.

AZEVEDO, Paulo Renato C. BIM para construtoras e incorporadoras. São Paulo: Oficina de Textos, 2019.

BARISON, Márcio B.; SANTOS, Eduardo T. Implementação do BIM na indústria da construção: guia prático para gestores e engenheiros. São Paulo: Blucher, 2020.

BRASIL. Estratégia Nacional de Disseminação do BIM – Governo Federal. Disponível em: <https://www.gov.br/projetobim>. Acesso em: 30 mar. 2025.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. Adoção do BIM no Brasil: desafios e oportunidades. Brasília: CBIC, 2020.

CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA. Diretrizes para implementação do BIM no setor de engenharia. Disponível em: <https://www.confea.org.br/bim>. Acesso em: 30 mar. 2025.

COSTA, Juliana R.; PINHEIRO, Anderson L. A implementação do BIM na compatibilização de projetos na construção civil. *Revista Brasileira de Engenharia Civil*, v. 14, n. 2, p. 78-95, 2021.

COSTA, Juliana R.; FERREIRA, Danilo C. Redução de retrabalho na construção civil com a implementação do BIM. *Revista Construção e Tecnologia*, v. 18, p. 110-125, 2021.

CUNHA, Roberto M.; ALMEIDA, Felipe L. Benefícios da implementação do BIM em projetos habitacionais populares. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA E CIÊNCIA DOS MATERIAIS (CBECIMAT), 25., 2022, Natal. Anais [...]. Natal: UFRN, 2022.

EASTMAN, Charles M. et al. *BIM Handbook: A guide to building information modeling for owners, designers, engineers, contractors, and facility managers*. 3. ed. Hoboken, NJ: Wiley, 2018.

FARIAS, Rafael Tavares. A implementação do BIM em escritórios de engenharia: desafios e benefícios. 2021. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2021.

FERREIRA, Daniel M.; LOPES, Camila B. Eficiência da compatibilização de projetos com BIM: um comparativo entre obras com e sem modelagem 3D. *Revista Tecnológica da Construção*, v. 9, n. 1, p. 102–119, 2022.

GOMES, Mariana V. Integração do BIM com o planejamento e orçamento de obras: análise do uso do 4D e 5D na prática profissional. 2023. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2023.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Panorama da construção civil no Brasil – 2022. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

KENSEK, Karen. *Building Information Modeling: BIM in current and future practice*. New York: Wiley, 2014.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, João L.; PEREIRA, Fernando O. R. Eficiência energética na arquitetura. São Paulo: Oficina de Textos, 2014.

LIMA, Gustavo R.; CASTRO, Larissa M. Modelagem da informação da construção: uma abordagem prática para pequenos escritórios de arquitetura. *Revista Gestão & Tecnologia de Projetos*, v.16, n. 2, p. 74–89, 2021. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos>. Acesso em: 26 maio 2025.

LIMA, Henrique P.; REZENDE, Carlos R. Uso do BIM para redução de custos em obras públicas no Brasil: um estudo empírico. *Revista Gestão da Produção, Operações e Sistemas*, v. 18, n. 3, p. 385–399, 2023. Disponível em:

<https://revistas.unifacs.br/index.php/rsc/article/view/3820>. Acesso em: 26 maio 2025.

LOPES, Ana M.; COSTA, Juliana R. Compatibilização de projetos no ambiente BIM. Revista Construção e Inovação, v. 8, n. 1, p. 22-39, 2022.

MACHADO, Fabiana C.; COSTA, Lúcio A. Adoção do BIM em construtoras de pequeno porte: estudo de caso em Belo Horizonte. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO (ENTAC), 19., 2022, Maceió. Anais [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2022.

MARTINS, André L. Panorama do BIM no Brasil: tendências, desafios e perspectivas futuras. Revista Construção Inteligente, v. 6, n. 2, p. 27–45, 2023.

MENEZES, Paula R. Compatibilização de projetos na construção civil utilizando modelagem BIM. 2020. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020.

MIRANDA, Eduardo Toledo. BIM no Brasil: uma abordagem prática. São Paulo: Blucher, 2017.

NASCIMENTO, J. S.; OLIVEIRA, A. C. A importância da compatibilização de projetos em empreendimentos residenciais: análise do uso do BIM como ferramenta preventiva. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL (SBGQ), 12., 2021, Recife. Anais... Recife: UFPE, 2021.

OLIVEIRA, Tatiane S.; CAMPOS, Roberto F. Redução de custos na construção civil por meio da compatibilização de projetos com tecnologia BIM. Revista de Engenharia e Tecnologia Aplicada, v. 9, n. 1, p. 45-62, 2020.

PEREIRA, Rafael A.; SANTOS, Julia C. Capacitação em BIM: análise da formação de profissionais de engenharia e arquitetura. Revista Educação em Engenharia, v. 15, n. 2, p. 66–81, 2023. Disponível em: <https://educengenharia.org.br/artigos/capacitacao-bim>. Acesso em: 26 maio 2025.

RIBEIRO, Darlene C. Compatibilização de projetos com BIM em empreendimentos residenciais multifamiliares. 2022. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2022. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/74420>. Acesso em: 26 maio 2025.

RODRIGUES, Matheus L.; SANTOS, Fernanda R. Impactos do BIM na redução de retrabalho e custos na construção civil. Revista Científica de Engenharia e Tecnologia, v. 5, n. 3, p. 112-130, 2019.

SEBRAE. BIM para pequenas empresas: oportunidades e desafios. Brasília: SEBRAE, 2023. Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/bim-pequenas-empresas>. Acesso em: 26 maio 2025.

SANTOS, Roberto P. Impactos econômicos da adoção do BIM na construção civil brasileira. 2019. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

SILVA, Carlos; MENEZES, Larissa. BIM e produtividade na construção civil. Revista Brasileira de Engenharia Civil, v. 13, n. 1, p. 55-70, 2021.

SILVA, João Carlos. Tecnologia BIM na engenharia civil: conceitos e aplicações. Rio de Janeiro: LTC, 2020.

SINDUSCON-SP – Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo. BIM na construção civil: guia prático para implementação. São Paulo: SindusCon-SP, 2021.

SOUZA, Ricardo P. Análise de interferências em projetos estruturais e instalações prediais com o uso do BIM. Revista Engenharia e Construção, v. 11, n. 2, p. 63-81, 2022.

SOUZA, R. P.; MENEZES, L. R. A compatibilização de projetos como estratégia de gestão no canteiro de obras. Revista Brasileira de Engenharia Civil, v. 12, n. 3, p. 45-60, 2021.

WERNER, Luiz. Gestão de projetos na construção civil com BIM. Porto Alegre: Bookman, 2019.

YIN, Robert K. Estudo de caso: planejamento e métodos. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.