



## **A Utilização do BIM na Compatibilização de Projetos: Um estudo de caso na região de Manhuaçu/MG.**

**Autor: Miqueias da Rocha Correa**

**Orientador: Matheus de Souza Dimas**

**Curso: Engenharia Civil Período: 10º Área de Pesquisa:**

**Compatibilização de Projetos**

**Resumo:** O *Building Information Modeling* (BIM) tem se destacado como uma ferramenta essencial no desenvolvimento e compatibilização de projetos na construção civil. A má compatibilidade entre os projetos resulta em erros, retrabalhos e atrasos, afetando a qualidade final das obras, podendo comprometer a funcionalidade, durabilidade e estética das construções. O objetivo deste trabalho é explorar como essa ferramenta é utilizada nos escritórios de engenharia e arquitetura na região de Manhuaçu, identificando suas aplicações, vantagens e desvantagens no contexto local. Além disso, o estudo avalia os impactos da utilização dessa tecnologia na execução de obras, abordando como sua aplicação influencia a qualidade final do projeto e a gestão de recursos. Para alcançar esse objetivo, foi realizada uma pesquisa com profissionais da área por meio de um formulário online. Os resultados fornecem insights sobre o nível de adoção da tecnologia, os principais benefícios percebidos, como a melhora na precisão dos projetos e a redução de erros, bem como as barreiras enfrentadas, como custo e adaptação dos profissionais. A análise dos dados obtidos fornece uma visão aprofundada sobre o cenário de implementação do BIM na região, contribuindo para o entendimento das potencialidades e dos desafios enfrentados para sua integração efetiva no setor de construção civil local. Conclui-se que, embora esteja em expansão, ainda há desafios significativos para sua plena utilização na região.

**Palavras-chave:** BIM. Compatibilização de projetos. Eficiência na construção.

### **1. INTRODUÇÃO**

Nos últimos anos, o setor da construção civil tem se expandido rapidamente, movido por vários fatores que têm aberto novas portas para empresas e profissionais da área. No entanto, esse crescimento acelerado também trouxe consigo uma série de desafios significativos, entre os quais se destaca a necessidade de realizar uma compatibilização de projetos (Silva, 2012).

De acordo com Gonçalves (2017), a má compatibilidade entre os projetos tem sido um problema enfrentado constantemente durante a execução de obras civis. Erros, retrabalhos e atrasos são frequentemente atribuídos à falta de alinhamento entre os projetos que serão executados. Diante de tais consequências, é evidente que a qualidade final da obra pode ficar muito comprometida, podendo surgir inconsistências que afetam a funcionalidade, durabilidade e estética da construção.

Menezes (2018), comenta que apesar dos avanços observados na indústria da construção, ainda há uma relutância em adotar plenamente tecnologias que poderiam mitigar esses desafios. Seja por falta de profissionais qualificados ou pela falta de conhecimento sobre as ferramentas disponíveis, o país ainda não aproveita todo o potencial que a tecnologia oferece para otimizar os processos de construção.

É dentro deste cenário que surge a metodologia *Building Information Modeling* (BIM). O BIM representa uma abordagem inovadora que visa superar as limitações dos métodos tradicionais de projeto e construção, oferecendo um ambiente digital colaborativo onde todas as informações relevantes são integradas em um modelo tridimensional (Machado *et al*, 2017).

De acordo com Azevedo (2009), a metodologia BIM consiste basicamente na construção de um modelo virtual da obra, onde informações e propriedades de todos os elementos constituintes estão associadas aos objetos que fazem parte do modelo tridimensional, formando assim, uma representação fiel da edificação. Ou seja, as representações geométricas dos elementos estão associadas a um banco de dados com informações diversas sobre aquele elemento, que vão desde as propriedades do material utilizado até quantidades e detalhes sobre sua execução.

O trabalho de Martins (2022), aponta que um dos motivos que torna o conceito BIM tão revolucionário e importante é o fato de se ter em mãos um modelo virtual que permite testes, análises e alterações desde as primeiras etapas de concepção do projeto. Isso possibilita um melhor planejamento da construção, já que problemas podem ser detectados previamente e soluções testadas antes da fase de execução, gerando assim economia e maior qualidade ao produto, especialmente na compatibilização de projetos, que é o enfoque deste trabalho.

O BIM representa uma oportunidade de melhoria para todo o setor da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC). Sua utilização resulta em aumento da qualidade em diversos aspectos ligados a todas as fases de um projeto. Seu uso, especialmente para a compatibilização de projetos, tem demonstrado ser mais eficiente do que o método tradicional. Maiores detalhes acerca dos benefícios e características da modelagem de informação da construção serão descritos posteriormente (Silva, 2012).

O objetivo deste trabalho é investigar o papel e a eficácia do uso da tecnologia BIM (*Building Information Modeling*) na compatibilização de projetos na região de Manhuaçu/MG, explorando como essa metodologia pode transformar o processo de desenvolvimento e execução de obras. Em um contexto onde a construção civil enfrenta constantes desafios, como prazos apertados, orçamento limitado e a necessidade de reduzir falhas e retrabalhos, o BIM se apresenta como uma ferramenta estratégica para otimizar a integração entre diferentes disciplinas de projeto. Ao analisar a adoção do BIM por profissionais de engenharia e arquitetura locais, o estudo busca identificar como essa tecnologia está sendo utilizadas, as barreiras enfrentadas em sua implementação e as percepções dos profissionais sobre as vantagens e desvantagens que ela oferece. O trabalho também procura entender os impactos do BIM na prática, avaliando como ele influencia a qualidade, a eficiência e a sustentabilidade dos projetos, além de explorar sua contribuição para uma melhor gestão de recursos e comunicação entre as equipes.

## **2. DESENVOLVIMENTO**

### **2.1. Referencial Teórico**

#### **2.1.1. Projetos**

O projeto arquitetônico detalha um edifício por meio de plantas, cortes e especificações, assegurando estética, funcionalidade e segurança, e exige conhecimento multidisciplinar, considerando requisitos do cliente, terreno e normas vigentes. Segundo a ABNT NBR 6118 (2023), o projeto estrutural garante a segurança e estabilidade das edificações, dimensionando fundações, pilares, vigas e lajes para suportar cargas, e levando em conta a estabilidade, durabilidade e eficiência construtiva. O projeto hidrossanitário envolve sistemas de água fria, quente, esgoto e ventilação, garantindo conforto e saúde, com normas ABNT NBR 5626 (2020), e ABNT NBR 8160 (1999), definindo diretrizes para eficiência e manutenção, prevenindo problemas como vazamentos e entupimentos. Por fim, o projeto elétrico assegura a distribuição segura de energia, definindo circuitos e especificando materiais conforme a ABNT NBR 5410 (2004), que orienta sobre instalação, dimensionamento de condutores e proteção contra choques e incêndios.

#### **2.1.2. Compatibilização de projetos**

Segundo Alves (2022), mesmo utilizando a metodologia BIM para elaborar os projetos e visualizar os elementos em 3D com informações anexadas, ao sobrepor todos os projetos, ainda podem surgir inconformidades. A compatibilização de projetos pode ser compreendida como uma forma de interação entre os diversos tipos de projetos envolvidos em uma construção civil, tendo como objetivo identificar as interferências que possam existir e que não foram detectadas durante a elaboração dos projetos.

De acordo com Melhado (2001), é necessário ter na equipe um coordenador de projetos, responsável por resolver os problemas que surgirem durante o processo envolvendo mais de uma especialidade, devendo ser capaz de alcançar o comprometimento de todos os membros da equipe. Tavares Junior (2001) acrescenta que a compatibilização de projetos se torna uma ferramenta necessária para a melhoria da qualidade e eliminação das divergências encontradas.

A falta de compatibilidade dos projetos pode gerar altos custos futuros, além de comprometer a qualidade da construção. De acordo com Vanni (1999), o desperdício em obras pode chegar a 30% do custo total do empreendimento, originado por falhas na especificação de materiais, falhas de projeto, falhas de durabilidade dos componentes, erros da mão-de-obra, serviços terceirizados e manutenção inadequada dos materiais utilizados. A Figura 1 detalha o passo a passo da metodologia BIM, ilustrando como essa abordagem facilita a integração e coordenação eficiente de todos os aspectos do projeto, da concepção à execução.

FIGURA 1 - Integração de ambientes/projetos em BIM



Fonte: Adaptado de Dias (2019).

### 2.1.3. Modelagem

A modelagem em BIM (*Building Information Modeling*) revoluciona a maneira como projetos de construção são concebidos, executados e gerenciados. Esta abordagem colaborativa e baseada em dados permite a criação de modelos digitais detalhados que não apenas representam a geometria dos edifícios, mas também incorporam informações essenciais sobre cada componente, desde materiais até características operacionais (Barison, 2015). Ao contrário das metodologias tradicionais, onde desenhos em 2D dominavam, o BIM proporciona uma visualização tridimensional precisa e facilita a análise espacial, a detecção de conflitos e a simulação de desempenho antes mesmo do início da construção (Galiano, 2018).

Além da representação visual, a modelagem em BIM abrange uma variedade de dados que são cruciais ao longo do ciclo de vida do projeto. Informações como custos, prazos, manutenção preditiva e sustentabilidade podem ser incorporadas diretamente ao modelo, proporcionando uma visão holística que ajuda na tomada de decisões informadas. Isso não apenas melhora a eficiência durante a fase de construção, mas também otimiza a operação e manutenção do edifício ao longo de sua vida útil (Dias, 2019).

Por fim, a modelagem em BIM promove a colaboração entre todos os participantes do projeto, desde arquitetos e engenheiros até empreiteiros e proprietários. Ao compartilhar um modelo centralizado e atualizado, as equipes podem trabalhar de forma mais integrada, reduzindo conflitos e melhorando a coordenação entre disciplinas. Isso resulta em projetos mais precisos, custos mais controlados e prazos mais cumpridos, elevando o padrão de qualidade geral na indústria da construção. Em suma, a modelagem em BIM não é apenas uma ferramenta tecnológica, mas uma mudança fundamental na maneira como concebemos e executamos os projetos de construção modernos (Silva, 2012).

### 2.1.4. Modelagem paramétrica

Segundo Silva (2012), a modelagem paramétrica é a base do BIM sendo fundamental para os benefícios que essa tecnologia traz ao setor de construção. Embora o conceito de objetos paramétricos tenha sido adotado em outras indústrias antes de chegar à construção civil, ele se tornou um critério essencial para definir o que constitui tecnologia BIM.

A modelagem paramétrica utiliza objetos com parâmetros e regras específicas, permitindo que esses elementos sejam atualizados automaticamente quando alterados. Isso facilita a coordenação e modificação do modelo, proporcionando vantagens como automação e precisão na adaptação das características dos componentes (*Eastman et al., 2011*). Por exemplo, uma parede modelada parametricamente ajusta sua altura automaticamente conforme o pé-direito é alterado, mantendo o contato com a laje superior, diferentemente de uma parede com dimensões fixas (Neves, 2021).

Os softwares de BIM oferecem "famílias" de objetos, como portas e janelas, que incluem variações específicas para reutilização e personalização nos projetos. Essa diversidade de informações é crucial para a precisão das análises de desempenho acústico, energético e outros aspectos, contribuindo para a qualidade do projeto ao longo do seu ciclo de vida (Augusto, 2020). Os objetos paramétricos podem ser classificados em três tipos: aqueles que interagem complexamente com outros (como paredes e pilares), aqueles que não necessitam de modelagem paramétrica (como portas), e objetos comerciais de fabricantes. Apesar das vantagens, a complexidade dos modelos BIM exige computadores de alto desempenho, o que pode representar um desafio (*Eastman et al., 2011*).

### **2.1.5. BIM - Contexto Histórico**

De acordo com o (*Eastman et al., 2011*), a tecnologia BIM começou a se desenvolver no final da década de 1980, quando especialistas em Tecnologia da Informação buscavam aprimorar os processos de criação e gestão de projetos na construção civil. Em 1987, foi lançado o primeiro software com ferramentas BIM, marcando um grande avanço para o setor. Essa inovação abriu novas oportunidades para engenheiros e arquitetos ao permitir a integração de dados e a visualização tridimensional de projetos, facilitando a colaboração entre equipes e melhorando a eficiência em todas as fases da obra. A partir desse ponto, o BIM se tornou uma ferramenta essencial, evoluindo globalmente com adesão crescente em países como EUA, Europa e Ásia, até se consolidar como padrão em diversos mercados.

### **2.1.6. Benefícios do BIM**

O *Building Information Modeling* (BIM) tem se destacado como uma ferramenta fundamental na construção civil, oferecendo uma série de benefícios que aperfeiçoam tanto o processo de projeto quanto a execução das obras. Primeiramente, a eficiência e a redução de custos são evidentes, pois o BIM facilita a coordenação entre as equipes, minimizando retrabalhos e erros, o que gera uma significativa economia de tempo e recursos financeiros ao longo do ciclo de vida do projeto (Martins, 2022).

A modelagem 3D permite uma melhor visualização, possibilitando que *stakeholders* identifiquem problemas potenciais antes da execução, favorecendo decisões mais informadas. A colaboração e a comunicação entre engenheiros, arquitetos e construtores são amplificadas pelo uso do BIM, promovendo um fluxo de informações claro e eficaz, (Martins, 2022).

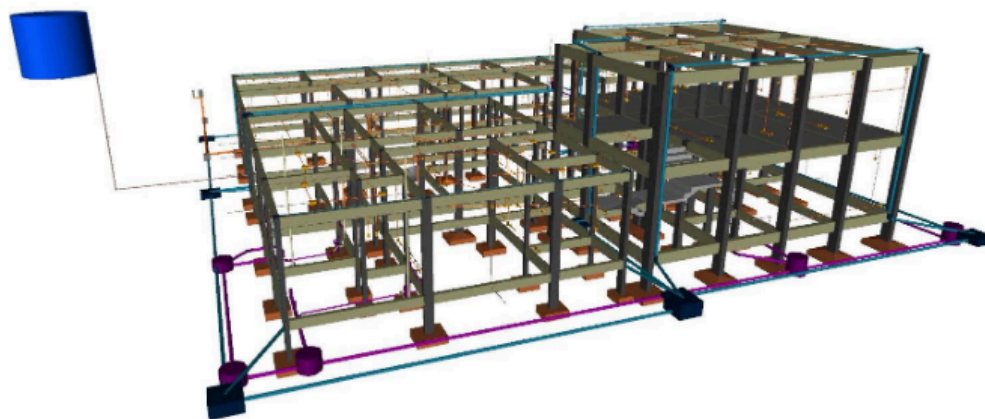
Uma outra vantagem importante é a sustentabilidade, já que o BIM viabiliza simulações e análises de desempenho energético, auxiliando na escolha de materiais e no planejamento eficiente de recursos. Por último, o gerenciamento de dados ao longo do ciclo de vida do projeto se torna mais eficaz, não apenas durante a construção, mas também na operação e manutenção do edifício, assegurando que informações valiosas estejam sempre disponíveis (Martins, 2022).

### 2.1.7 Impacto do BIM na gestão de projetos

A adoção da metodologia BIM na gestão de projetos de engenharia propicia um planejamento integrado e uma gestão de informações altamente eficaz. Através do BIM, todas as partes envolvidas no projeto, desde arquitetos até engenheiros e empreiteiros, podem acessar e compartilhar informações em um ambiente colaborativo e interativo. Isso não apenas melhora a comunicação entre as equipes, mas também garante que todos os membros estejam alinhados com os objetivos e requisitos do projeto desde o início. Com um modelo digital centralizado, é possível visualizar o projeto em suas diferentes fases, facilitando a identificação de possíveis conflitos ou inconsistências antes da execução, o que resulta em uma redução significativa de retrabalho e atrasos (Alison et al., 2019)

A Figura 2 ilustra bem o uso do BIM (*Building Information Modeling*), e sua integração com diversos projetos como arquitetura, estrutura, elétrica e hidráulica em um ambiente 3D digital. Essa figura reflete como esses sistemas se sobrepõem e funcionam juntos, permitindo colaboração entre engenheiros e arquitetos para melhorar o planejamento e a gestão da construção.

Figura 2 - Integração de projetos em BIM



Fonte: Adaptado de Buss (2020).

Além do planejamento integrado, o BIM permite uma análise detalhada de custos, prazos e recursos durante todo o ciclo de vida do projeto. Com a utilização de ferramentas de modelagem 3D, os gestores podem realizar simulações financeiras e de cronograma que ajudam na previsão de despesas e na alocação eficiente de recursos. Essas análises são cruciais para a tomada de decisões, permitindo ajustes pró ativos que minimizam riscos financeiros e aumentam a viabilidade do projeto. A capacidade de quantificar automaticamente os materiais necessários a partir do modelo BIM também contribui para orçamentos mais precisos e para a otimização de compras, o que resulta em economia de tempo e dinheiro, (Valéria, 2017).

A utilização do BIM transforma a maneira como os projetos de engenharia são geridos, promovendo uma cultura de dados orientados. Através da coleta e análise de informações em tempo real, os gerentes de projeto podem monitorar o andamento e o desempenho, identificando rapidamente desvios em relação ao planejamento original. Esse acompanhamento contínuo permite a implementação de estratégias corretivas imediatas, aumentando a eficiência e a eficácia na execução do projeto. Em um cenário onde a competitividade e a qualidade são essenciais, a capacidade de utilizar o BIM para gerenciar informações de maneira integrada se torna um diferencial significativo para os escritórios de engenharia, (Alison et al., 2019)

### **2.1.8 Desenvolvimentos futuros na tecnologia BIM**

O futuro do BIM é promissor e repleto de inovações que prometem transformar ainda mais a indústria da construção civil. Uma das principais tendências é a integração do BIM com tecnologias emergentes, como inteligência artificial (IA) e *machine learning*, que possibilitarão análises preditivas mais precisas e a automação de processos, aumentando a eficiência e reduzindo custos. Além disso, a realidade aumentada (RA) e a realidade virtual (RV) estão se tornando ferramentas essenciais para a visualização de projetos, permitindo que clientes e *stakeholders* interajam de forma mais imersiva com os modelos antes mesmo do início da construção. Outro desenvolvimento significativo é a crescente adoção do BIM para a gestão de operações e manutenção de edificações, conhecidas como BIM para *Facilities Management* (FM), que permite um ciclo de vida mais sustentável e otimizado das construções. A interoperabilidade entre diferentes plataformas e softwares também deverá melhorar, promovendo um fluxo de informações mais fluido e colaborativo entre as diversas partes envolvidas no processo construtivo. Com essas inovações, o BIM não apenas se consolidará como uma ferramenta indispensável na execução de projetos, mas também revolucionará a forma como planejamos, construímos e gerenciamos edificações, levando a uma construção mais eficiente, sustentável e adaptável às necessidades futuras, (Augusto, 2019).

## **2.2 Metodologia**

A pesquisa foi desenvolvida com base em um estudo de caso na região de Manhuaçu/MG, envolvendo escritórios de engenharia e arquitetura. A metodologia consistiu em duas etapas principais: levantamento bibliográfico e pesquisa de campo.

Na primeira etapa, foi realizada uma revisão da literatura sobre a aplicação do *Building Information Modeling* (BIM) na compatibilização de projetos. Foram analisadas publicações acadêmicas e técnicas para entender as vantagens e desvantagens do BIM, bem como suas possibilidades de aplicação em escritórios de engenharia. Essa etapa proporcionou uma base teórica robusta para interpretar os dados coletados.

A segunda etapa consistiu na realização de uma pesquisa de campo, conduzida por meio de um questionário online via *Google Forms*. O formulário foi enviado para profissionais de engenharia e arquitetura da região, contendo perguntas objetivas e subjetivas sobre:

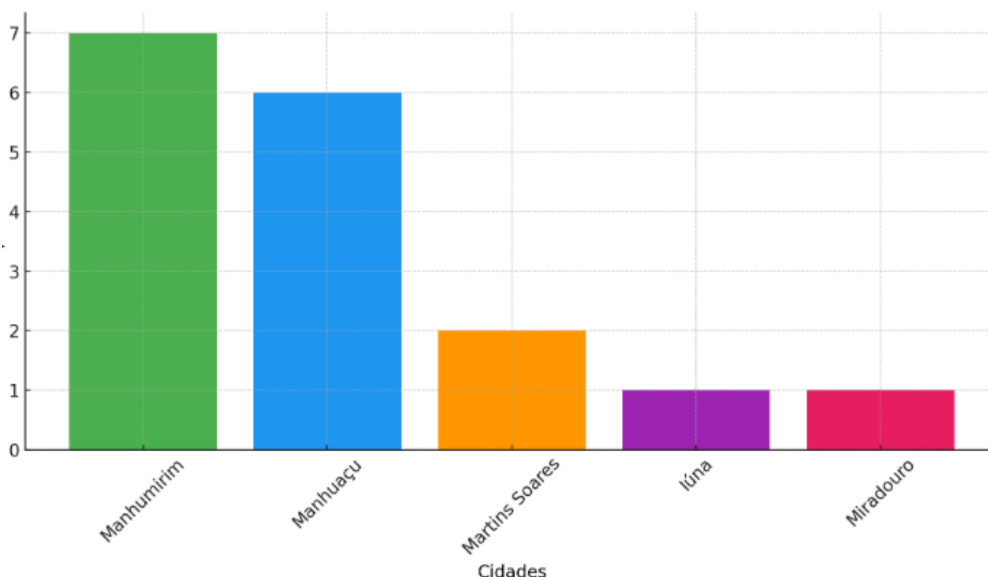
- Grau de utilização do BIM;
- Benefícios e desafios percebidos na aplicação da metodologia;
- Expectativas sobre o impacto do BIM no futuro da construção civil.

Os resultados foram analisados qualitativamente, para captar dados sobre percepções e desafios, e quantitativamente, para identificar tendências gerais. Os dados foram sintetizados em gráficos para facilitar a visualização dos padrões mais relevantes.

### 2.3. Discussão de Resultados

No levantamento realizado sobre a utilização do BIM na compatibilização de projetos, foram obtidas respostas de 17 escritórios, distribuídos pelas seguintes cidades: Manhumirim (7 respostas), Manhuaçu (6 respostas), Martins Soares (2 respostas), Miradouro (1 resposta) e Iúna (1 resposta). Esses dados foram coletados de diferentes escritórios de arquitetura e engenharia, proporcionando uma visão abrangente da adoção do BIM nessas localidades, de acordo com o Gráfico 3 abaixo, retirada do formulário de pesquisa.

Gráfico 3 - Levantamento das cidades



Fonte: Autor (2024).

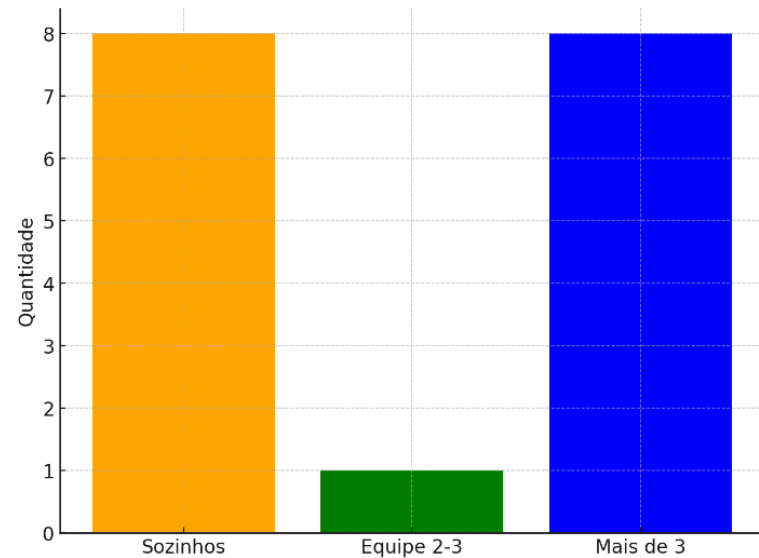
#### 2.3.1 Estrutura das Equipes e Áreas de Atuação

A pesquisa revelou que os escritórios de engenharia e arquitetura na região de Manhuaçu/MG possuem estruturas diversificadas. Entre os participantes, 50% trabalham sozinhos, enquanto os demais contam com equipes que variam de dois a três profissionais, incluindo engenheiros civis, engenheiros eletricitas, arquitetos e estagiários.



As áreas de atuação são amplas, abrangendo projetos arquitetônicos, estruturais, elétricos, hidrossanitários, interiores, luminotécnicos e urbanísticos. Alguns escritórios também desenvolvem projetos especializados, como telecomunicações e planos de prevenção contra incêndios. Isso demonstra um cenário de mercado diversificado, atendendo demandas tanto residenciais quanto comerciais e públicas. No gráfico 4, é possível observar a estrutura de cada escritório e como suas equipes estão organizadas.

Gráfico 4 - Estrutura dos escritórios da região de Manhuaçu/MG

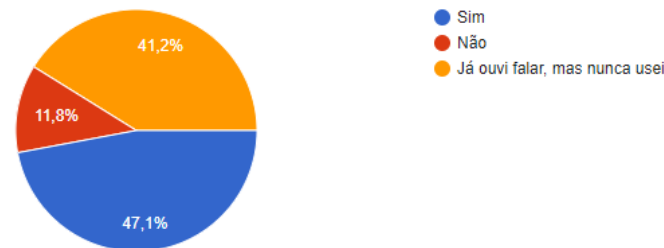


Fonte: Autor, (2024).

### 2.3.2 Adoção do BIM pelos Escritórios de Arquitetura e Engenharia

De acordo com os dados coletados, a maioria dos escritórios participantes já estão adotando o BIM em seus projetos. Das 17 respostas, 9 escritórios confirmaram que já estão utilizando o BIM, demonstrando uma adoção considerável da metodologia na região. Outros 7 escritórios indicaram que têm interesse em implementar o BIM em suas atividades, o que reflete um crescente reconhecimento da importância dessa tecnologia. Apenas um escritório respondeu de forma mais cautelosa, indicando que a adoção dependerá de mais informações sobre a ferramenta. Esses dados mostram uma tendência clara de expansão do BIM na região, com um número significativo de profissionais já utilizando ou se preparando para utilizar essa metodologia em seus processos de trabalho. O Gráfico 5 abaixo demonstra a porcentagem de pessoas que já utilizam o BIM.

Gráfico 5 - Demonstração de pessoas que já utilizam o BIM

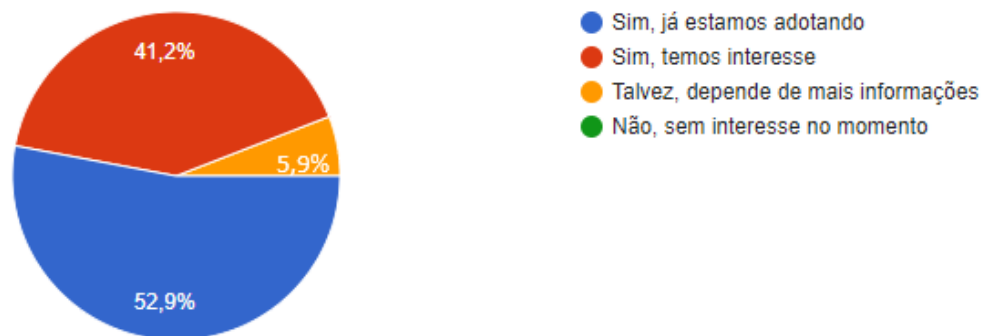


Fonte: Autor (2024)

### 2.3.3 Adoção e Uso da Metodologia Bim

Os dados indicaram que 52,9 % dos entrevistados já utilizam ou estão adotando a metodologia BIM em seus escritórios, conforme Gráfico 6, evidenciando que os profissionais da região de Manhuaçu/MG conhecem e utilizam o BIM, destacando a importância de mais treinamentos e divulgação para aumentar o uso da ferramenta. Outros 41,2 % ainda não utilizam, mas demonstraram interesse em implementar a tecnologia nos próximos anos.

Gráfico 6 - Adoção e interesse em BIM nos escritórios de Manhuaçu e região

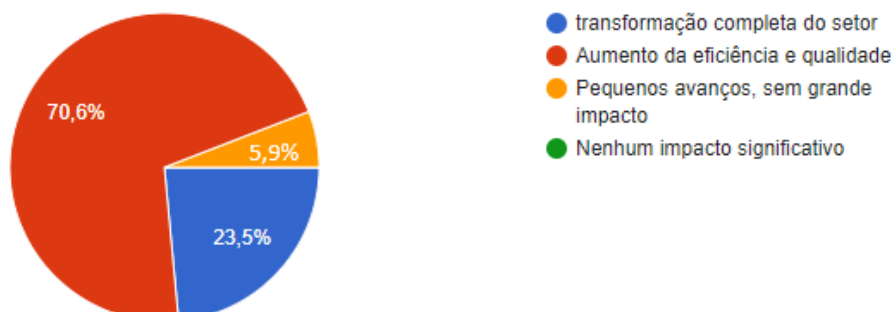


Fonte: Autor (2024).

### 2.3.4 O impacto do BIM no futuro

Às 17 respostas obtidas no levantamento indicam que a maioria dos participantes acredita que o uso do BIM tem um impacto positivo na construção civil. A maior parte (11 respostas) apontou que essa tecnologia melhora a eficiência e a qualidade dos projetos. Além disso, 4 participantes afirmaram que o BIM está promovendo uma transformação completa do setor. Apenas uma resposta indicou pequenos avanços, sem grande impacto, evidenciando a importância dessa ferramenta para o futuro da construção. O Gráfico 7 exemplifica que a ampla maioria (70%) concorda que o aumento de eficiência e qualidade com a utilização do BIM.

Gráfico 7 - Perspectiva sobre o futuro do BIM



Fonte: Autor (2024)

### 2.3.5 Benefícios Observados na Pesquisa

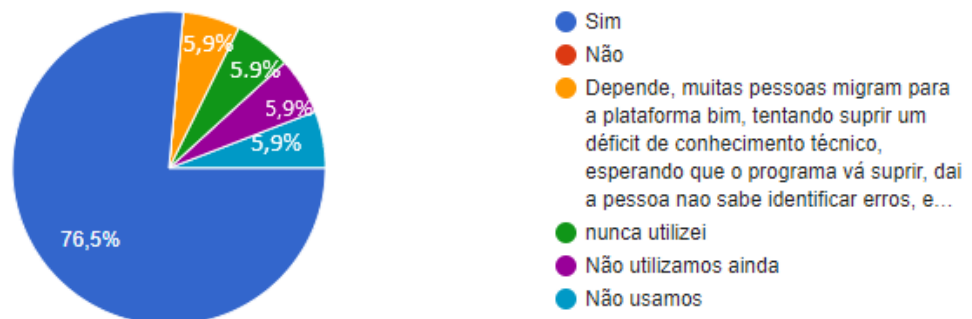
Dentre os profissionais que já utilizam a metodologia BIM, os benefícios destacados foram:

- **Redução de erros e retrabalhos:** Todos os participantes que utilizam o BIM relataram uma diminuição significativa de problemas relacionados a incompatibilidades de projeto.
- **Maior eficiência e controle:** O BIM tem permitido aos profissionais antecipar problemas e melhorar a integração entre diferentes disciplinas de projeto.
- **Otimização dos processos:** A metodologia foi apontada como uma solução que agiliza o desenvolvimento e execução de projetos, reduzindo o tempo necessário para sua conclusão.

Esses benefícios ressaltam o BIM como uma ferramenta estratégica para aumentar a competitividade no mercado da construção civil. Mais de 75% dos profissionais destacaram que essa ferramenta tem ajudado os escritórios, especialmente na redução de erros que poderiam passar despercebidos e chegar à obra. O Gráfico 8 retirada do formulário traz as informações comentadas acima.

Gráfico 8 - Resultados sobre Benefícios do BIM

O uso do BIM tem proporcionado redução de erros e retrabalhos nos projetos realizados?



FONTE: Autor (2024)

### 2.3.6 Desafios para a Implementação do BIM

Os principais desafios identificados para a adoção da metodologia BIM, evidenciados na Figura 9, foram:

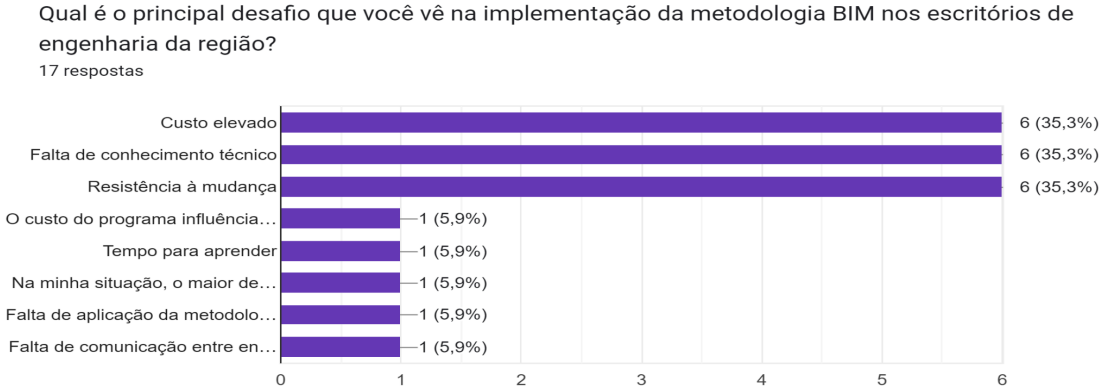
- **Custo elevado:** Citado por 45% dos entrevistados, o custo inicial para aquisição de licenças de software e treinamentos foi apontado como um dos maiores obstáculos.
- **Falta de conhecimento técnico:** 50% dos participantes indicaram que a ausência de capacitação específica dificulta a implementação do BIM.
- **Resistência à mudança:** 20% mencionaram que a mudança de paradigma na forma de projetar enfrenta barreiras culturais e organizacionais.

Profissionais que ainda não utilizam o BIM indicaram que a falta de conhecimento técnico e o custo elevado das ferramentas são as principais barreiras. Apesar disso, a maioria reconhece o potencial do BIM para transformar positivamente a gestão de projetos e a execução de obras.

Esses desafios indicam a necessidade de investimentos em capacitação e em políticas que diminuam os custos de entrada para escritórios menores. o Gráfico 9 destaca todos os principais desafios, incluindo o alto custo, a falta de conhecimento e a resistência à mudança, algumas informações não foram passadas no gráficos, onde vou escrever por extenso, como era uma questão de multiplicada escolha a quantidade foi maior do que a de escritórios.

- 1. O custo do programa influencia, mas o principal é o tempo gasto para aprender algo novo.
- 2. Na minha situação, o maior desafio está relacionado à baixa demanda de projetos que tenho hoje.
- 3. Resistência à mudança, Falta de aplicação da metodologia por outros profissionais da construção civil.
- 4. Resistência à mudança, falta de comunicação entre engenheiros e arquitetos até mesmo por trabalharem em escritórios diferentes. Em projetos como elétrico nosso software ainda não tem uma evolução tão boa para BIM ainda.

Gráfico 9 - Desafios enfrentados para adoção de BIM na região de Manhuaçu/MG



Fonte: Autor (2024)

### 3. CONCLUSÃO

A pesquisa evidenciou um cenário promissor para a adoção da metodologia BIM na região de Manhuaçu/MG, com perspectivas positivas por parte dos profissionais da construção civil sobre seu impacto no setor. A tecnologia é amplamente vista como uma ferramenta transformadora, capaz de reestruturar a gestão e a execução de projetos ao proporcionar maior previsibilidade, controle e integração em todas as etapas do ciclo de vida das obras. O BIM se destaca como um fator de eficiência, reduzindo erros, retrabalhos e, conseqüentemente, otimizando prazos e custos.

Um dos principais benefícios apontados pelos participantes foi a capacidade do BIM de promover uma comunicação eficaz entre equipes multidisciplinares, integrando arquitetos, engenheiros e demais envolvidos nos projetos. Essa característica é vista como essencial para evitar falhas de coordenação, que tradicionalmente resultam em atrasos e desperdícios de recursos. Além disso, o uso de modelos digitais detalhados facilita a visualização antecipada de possíveis problemas e colisões, permitindo a adoção de soluções proativas ainda na fase de planejamento.

A pesquisa também evidenciou barreiras significativas à adoção plena do BIM, como o elevado custo inicial das ferramentas e a carência de capacitação técnica entre os profissionais. Escritórios de arquitetura que atuam exclusivamente em projetos arquitetônicos tendem a demonstrar maior resistência, especialmente pela dificuldade em integrar as soluções BIM com disciplinas técnicas. Em contrapartida, escritórios com maior volume de projetos estruturais, elétricos e hidráulicos tendem a adotar o BIM com mais agilidade, percebendo seus benefícios de forma mais imediata.

Outro ponto crítico identificado foi a carência de profissionais qualificados para operar as ferramentas BIM, evidenciando a necessidade de parcerias com instituições de ensino e a oferta de treinamentos especializados. A resistência à mudança, aliada à falta de conhecimento técnico, reforça a urgência de ações educacionais e políticas de incentivo que fomentem a qualificação e adaptação do setor.

Em conclusão, o BIM apresenta-se como uma solução estratégica de alta relevância para a melhoria da gestão de projetos e execução de obras, com potencial para elevar a eficiência, a integração das equipes e a qualidade dos resultados finais. Apesar dos desafios, as expectativas para a adoção da metodologia na região são positivas, e os profissionais acreditam que, com o tempo e o suporte necessário, o BIM poderá transformar o setor da construção civil de forma duradoura.

Embora a implementação ainda enfrente algumas barreiras, o BIM apresenta um grande potencial transformador. Com a superação dos desafios identificados, como a redução dos custos iniciais e a ampliação da capacitação técnica, a metodologia pode se consolidar como um padrão no setor da construção civil, contribuindo para o avanço tecnológico e a competitividade dos escritórios de engenharia e arquitetura na região.

Por fim, é importante destacar algumas limitações que impactaram a realização da pesquisa e que também são desafios enfrentados no uso do BIM na região de Manhuaçu/MG. Primeiramente, destaca-se a limitação na coleta de dados, uma vez que o número de escritórios de engenharia e arquitetura que utilizam efetivamente o BIM ainda é reduzido, o que restringe a abrangência dos resultados obtidos e limita a análise de casos variados. A adoção do BIM requer investimentos em softwares específicos e treinamentos especializados, aspectos que podem ser desafiadores para muitos profissionais e empresas locais, especialmente aquelas de pequeno e médio porte.

Outra limitação importante é o nível de maturidade da utilização do BIM na região. Ainda que alguns escritórios tenham adotado a metodologia, a utilização integral de suas funcionalidades e a interoperabilidade entre diferentes sistemas são práticas que estão em fase inicial, o que dificulta uma análise profunda dos benefícios plenos que o BIM pode oferecer. Além disso, a ausência de uma cultura colaborativa consolidada e a falta de integração entre os diversos agentes envolvidos no processo construtivo (arquitetos, engenheiros, fornecedores) representam desafios adicionais na implementação eficaz do BIM.

Essas limitações evidenciam que, embora o BIM ofereça grandes vantagens na compatibilização de projetos, sua adoção e pleno aproveitamento na região de Manhuaçu ainda dependem de investimentos contínuos em capacitação profissional, mudanças culturais e uma maior compreensão dos benefícios de longo prazo dessa tecnologia.

#### 4. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15410: Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5626: Sistemas prediais de água fria e quente – Projeto, execução, operação e manutenção. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8160: Sistemas prediais de esgoto sanitário – Projeto e execução. Rio de Janeiro: ABNT, 1999.

ALISON, R.; WALTIER, Y.; PIEROTTO, G. **Estudo de compatibilização de projetos de uma edificação pública com auxílio da plataforma BIM**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2019.

ALVES, Heverton. A metodologia BIM aplicada a um projeto residencial unifamiliar. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2022. Trabalho de Conclusão de Curso.

AUGUSTO, Daniel P. Santos *et al.* A tecnologia BIM e sua aplicabilidade na modelagem e compatibilização de projetos para uma edificação de pequeno porte. Rio Paranaíba: Universidade Federal de Viçosa, 2020. Trabalho de Conclusão de Curso.

AZEVEDO, Orlando J. M. de. Metodologia BIM – Building Information Modeling na direção técnica de obras. Braga: Universidade do Minho, 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil, Reabilitação, Sustentabilidade e Materiais de Construção).

BARISON, M. Introdução de Modelagem da Informação da Construção (BIM) no currículo: uma contribuição para a formação do projetista. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2015. Tese.

BUSS, A. G.; CARNEIRO, D. D. A.; LÉDO, B. C. Aplicação do BIM na compatibilização de projetos complementares / *Bim application in compatibilization of additional projects. Brazilian Applied Science Review*, v. 4, n. 1, p. 319–332, 14 fev. 2020.

DIAS, P. P. F. A plataforma BIM na compatibilização de projetos de arquitetura e estrutura: estudos de caso. 2019. 126 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília, Brasília, 2019.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors*. 2nd ed. Wiley, 2011.

GALIANO, L.; MAHDJOUBI, L.; BREBBIA, C. A. Building information systems in the construction industry. Southampton, 2018.

GONÇALVES, Ugo Rafael. A importância da compatibilização de projetos das edificações para minimizar as falhas na execução, reduzir custos e garantir um maior controle de qualidade. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba, 2017. Trabalho de Conclusão de Curso.

MACHADO, F. A.; RUSCHEL, R. C.; SCHEER, S. Análise da produção científica brasileira sobre a Modelagem da Informação da Construção. *Ambiente Construído*, v. 17, n. 4, p. 359–384, dez. 2017.

MARTINS, Gleidson. Compatibilização de projeto com auxílio do BIM: análise da redução de custos em uma obra de habitação de interesse social. In: RESEARCH, SOCIETY AND DEVELOPMENT, v. 11, n. 1, 2022.

MELHADO, S. B. Gestão, cooperação e integração para um novo modelo voltado à qualidade do processo de projeto na construção de edifícios. São Paulo: Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2001. Tese (Doutorado em Engenharia).

MENEZES, Roberta A. L. Modelagem da Informação da Construção (BIM): publicações científicas no Brasil e no mundo, Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2018. Trabalho de Conclusão de Curso.

NEVES, J. P. BIM evolucionário: aplicabilidade de algoritmos de inteligência artificial no desenvolvimento de projetos de edificações. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2021. Dissertação (Mestrado).

SILVA, Thiago. A aplicação da metodologia BIM para a compatibilização de projetos. Salvador: Universidade Federal da Bahia, Escola Politécnica, 2012. Trabalho de Conclusão de Curso.

VALÉRIA, D.; BAIA, S. BIM aplicado na gestão e avaliação de edificações sustentáveis. 2017. Trabalho apresentado no ENSUS – Encontro de Sustentabilidade em Projeto, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

TAVARES JUNIOR, W. Desenvolvimento de um modelo para compatibilização das interfaces do projeto de edificações em empresas construtoras de pequeno porte. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2001. Dissertação de Mestrado.

VANNI, Cláudia. Análise de falhas aplicada à compatibilidade de projetos na construção de edifícios. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 1999. Dissertação de Mestrado.