

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS

CHARLES GUIMARÃES LOPES

**IMPLEMENTAÇÃO DO BIM (BUILDING INFORMATION MODELLING) EM OBRAS
PÚBLICAS: ANÁLISE DE LICITAÇÕES NAS UNIVERSIDADES FEDERAIS
MINEIRAS**

VARGINHA/MG

2025

CHARLES GUIMARÃES LOPES

**IMPLEMENTAÇÃO DO BIM (BUILDING INFORMATION MODELLING) EM OBRAS
PÚBLICAS: ANÁLISE DE LICITAÇÕES NAS UNIVERSIDADES FEDERAIS
MINEIRAS**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Administração Pública pela Universidade Federal de Alfenas. Área de concentração: Administração Pública.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Carla Leila Oliveira Campos
Coorientador: Prof. Dr. João Paulo de Brito Nascimento

VARGINHA/MG

2025

Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal de Alfenas
Biblioteca Campus Varginha

Lopes, Charles Guimarães.

Implementação do BIM (Building Information Modelling) em obras públicas: análise de licitações nas universidades federais mineiras / Charles Guimarães Lopes. - Varginha, MG, 2025.

127 f. : il. -

Orientador(a): Carla Leila Oliveira Campos.

Dissertação (Mestrado em Administração Pública) - Universidade Federal de Alfenas, Varginha, MG, 2025.

Bibliografia.

1. BIM. 2. Licitação. 3. Gestão de Obras. 4. Universidades Públicas. I. Campos, Carla Leila Oliveira, orient. II. Título.

CHARLES GUIMARÃES LOPES

IMPLEMENTAÇÃO DO BIM (BUILDING INFORMATION MODELLING) EM OBRAS PÚBLICAS: ANÁLISE DE LICITAÇÕES NAS UNIVERSIDADES FEDERAIS MINEIRAS

O Presidente da banca examinadora abaixo assina a aprovação da Dissertação apresentada como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Administração Pública pela Universidade Federal de Alfenas. Área de concentração: Administração Pública.

Aprovada em: 31 de março de 2025.

Profa. Dra. Carla Leila Oliveira Campos
Presidente da Banca Examinadora
Instituição: Universidade Federal de Alfenas

Prof. Dr. Anderson de Oliveira Reis
Instituição: Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Dr. Eduardo Gomes Salgado
Instituição: Universidade Federal de Alfenas

Prof. Dr. João Paulo de Brito Nascimento
Instituição: Universidade Federal de Alfenas



Documento assinado eletronicamente por **Carla Leila Oliveira Campos, Professor do Magistério Superior**, em 31/03/2025, às 20:12, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.unifal-mg.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1473472** e o código CRC **0C1C1EE1**.

Dedico este trabalho a minha esposa Fernanda e minha filha Maria Fernanda, que me incentivaram e apoiaram nesta jornada.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus pelo dom da vida e por proporcionar força e sabedoria para cursar o mestrado em Administração Pública.

Pelo companheirismo, apoio e incentivo em cada etapa desta jornada agradeço minha esposa Fernanda e minha filha Maria Fernanda.

Aos meus pais, por todas as lições transmitidas ao longo da vida, que me orientaram a seguir caminhos corretos e éticos.

A minha orientadora, Profa. Dr^a. Carla Leila Oliveira Campos, e pelo meu coorientador, Prof. Dr. João Paulo de Brito Nascimento, pela dedicação, disponibilidade, mesmo durante suas férias e pela orientação valiosa nos momentos de maior desafio.

Aos professores Dr. Eduardo Gomes Salgado, Dr. Pablo Luiz Martins, que gentilmente aceitaram compor a banca de qualificação e defesa, oferecendo sugestões e críticas construtivas que contribuíram significativamente para o aprimoramento deste trabalho.

Aos docentes da UNIFAL-MG pelos ensinamentos e aos colegas de turma, pela convivência, viagens, risadas e conhecimento que engradeceram esse percurso.

Ao meu amigo e chefe, Lucas, que me ajudou no desenvolvimento desta jornada, que tem que conciliar os desafios da gestão da Proplan, com a atividades para o desenvolvimento profissional.

A todas as pessoas e colegas de trabalho que me impulsionaram nos momentos difíceis, com palavras de incentivo, apoiando-me ao longo desta caminhada.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Ainda que eu caminhe por vale tenebroso, não temerei mal nenhum, porque tu estás junto a mim; teu bastão e teu cajado me deixam tranquilo.

(Bíblia, 2014, Salmos 23:4, p. 676)

RESUMO

Com o avanço das tecnologias, os projetos para a construção civil se desenvolveram bastante e o sistema BIM (*Building Information Modeling*) contribui grandemente para a integração destes projetos, tornando-os compatíveis e precisos. O BIM permite a interação e o desenvolvimento dos projetos, desde a parte arquitetônica até os projetos complementares, pois estes se tornam confiáveis e mais assertivos. Desde 2021, o Brasil possui novas regras sobre como compras e contratações devem ser realizadas pelo Governo, trazendo junto com essas regras a utilização do BIM nas construções governamentais. Essa tecnologia economiza tempo e dinheiro, evitando erros e problemas que seriam vistos somente ao final da obra. A nova lei de licitação, somada ao BIM, faz com que o futuro das obras públicas no Brasil seja mais transparente e eficiente, permitindo um controle maior sobre o processo, desde o custo até a sustentabilidade das obras. Assim, os gestores públicos veem os detalhes, possibilitando um melhor planejamento, evitando despesas desagradáveis e garantindo que o planejado seja executado. Nesse sentido, esta pesquisa busca responder ao seguinte problema: Qual o estágio de implementação do BIM nas Universidades Federais mineiras, tendo em vista que ele tem ganhado cada vez mais relevância em licitações públicas? Sua aplicação no processo licitatório tornou-se um elemento crucial para melhorar a transparência, a eficiência, a sustentabilidade e a qualidade das obras e projetos públicos. Assim, o objetivo desta pesquisa foi avaliar como o BIM vem sendo incorporado aos processos de licitação e ao planejamento estratégico das universidades federais de Minas Gerais. Para isso, objetivos específicos foram propostos, como mapear o nível de adoção do BIM nas licitações de obras públicas das Universidades Federais de Minas Gerais; explorar a influência das regulamentações vigentes sobre a adoção do BIM nas licitações públicas universitárias; verificar o alinhamento entre o planejamento estratégico institucional e as ações voltadas para a implementação do BIM; estudar casos de sucesso e fracasso na implementação do BIM em Universidades de Minas Gerais e propor recomendações para melhorar a integração do BIM nos processos licitatórios e no planejamento estratégico das universidades. A metodologia utilizada foi de caráter exploratório-descritivo, com abordagem qualitativa. Demonstrando ainda incipiente o processo de implementação do BIM nas universidades estudadas. Para isso foi realizado um estudo utilizando os Planos de Desenvolvimento Institucionais das

universidades mineiras e o último edital de licitação de obra do ano de 2024 de cada instituição, para categorizar o nível implementação de cada instituição.

Palavras-chave: BIM; licitação; gestão de obras; universidades públicas.

ABSTRACT

With the advancement of technologies, civil construction projects have developed significantly and the BIM (Building Information Modeling) system contributes greatly to the integration of these projects, making them compatible and accurate. BIM allows interaction and development of projects, from the architectural part to complementary projects, as these become reliable and more assertive. Since 2021, Brazil has had new rules on how purchases and contracting must be carried out by the Government, bringing with these rules the use of BIM in government constructions. This technology saves time and money, avoiding errors and problems that would only be seen at the end of the work. The new bidding law, combined with BIM, makes the future of public works in Brazil more transparent and efficient, allowing greater control over the process, from the cost to the sustainability of the works. This way, public managers see the details, enabling better planning, avoiding unpleasant expenses and ensuring that the plan is executed. Therefore, this work aimed to evaluate how BIM has been incorporated into the bidding processes and strategic planning of Public Universities in Minas Gerais. What is the stage of BIM implementation in the Federal Universities of Minas Gerais, considering that it has been gaining increasing relevance in public tenders? If so, what is the stage of implementation? explore the influence of current regulations on the adoption of BIM in public university tenders; verify the alignment between institutional strategic planning and actions aimed at implementing BIM; study cases of success and failure in the implementation of BIM in Universities in Minas Gerais and propose recommendations to improve the integration of BIM in the bidding processes and strategic planning of universities. The methodology used was exploratory-descriptive in nature, with a qualitative approach. The BIM implementation process at the universities studied is still incipient. To this end, a study was carried out using the Institutional Development Plans of the universities in Minas Gerais and the latest bidding notice for the year 2024 for each institution, to categorize the level of implementation of each institution.

Keywords: BIM; bidding; construction management; public universities.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Três campos interligados da atividade BIM – Diagrama de Venn...	38
Figura 2 - As 8 dimensões do BIM	40
Figura 3 - Estágios de capacidade do BIM.	55
Figura 4 - Universidades federais mineiras.....	61
Figura 5 - Coleta de dados	64
Figura 6 - Diagrama de ações e metas categorizado	70
Figura 7 - Desafios	78

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Principais motivos para paralização de obras	31
Gráfico 2 - Obras paralisadas versus obras em execução	32
Gráfico 3 - Principais dificuldades na implantação do BIM	48
Gráfico 4 - Detalhamento por Estados no uso da tecnologia BIM	52
Gráfico 5 - Concentração da utilização do BIM.....	52
Gráfico 6 - Serviços Prestados	53

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Benefícios e Contribuições do BIM.....	47
Quadro 2 - Barreiras para Adoção do BIM.....	49
Quadro 3 - Normas, Decretos BIM federais.....	58
Quadro 4 - Critérios de classificação	65
Quadro 5 - Instituição de Ensino Superior e Vigência PDI.....	67
Quadro 6 - Ação 2 – Objetivo 1 – UFJF	68
Quadro 7 - Objetivos UFMG	69
Quadro 8 - Meta UFVJM relacionadas a dimensão 3D	71
Quadro 9 - Meta UFTM relacionadas a dimensão 3D.....	71
Quadro 10 - Meta UFMG relacionadas a dimensão 3D	71
Quadro 11 - Meta UFV relacionadas a dimensão 3D.....	71
Quadro 12 - Meta relacionada a dimensão 6D	73
Quadro 13 - Meta UFMG relacionadas a dimensão 7D	75
Quadro 14 - Meta UFOP relacionadas a dimensão 7D.....	75
Quadro 15 - Meta UFSJ relacionadas a dimensão 7D	75
Quadro 16 - Meta UFMG relacionadas a dimensão 8D	76
Quadro 17 - Meta UFOP relacionadas a dimensão 8D.....	76
Quadro 18 - Meta UFTM relacionadas a dimensão 8D.....	76
Quadro 19 - Meta Unifal-MG relacionadas a dimensão 8D	76
Quadro 20 - Meta UFJF relacionadas a dimensão 8D.....	77
Quadro 21 - Meta UFSJ relacionadas a dimensão 8D	77

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Fases de um projeto onde é utilizada a tecnologia BIM	51
Tabela 2 - Análise de editais de licitação	79

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ICC	Indústria da Construção Civil
AECO	Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação
BIM	<i>Building Information Modeling</i>
CBIC	Câmara Brasileira de Indústria e Construção
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
MEP	Engenharia Mecânica, Elétrica e Hidráulica
HVAC	Aquecimento, Ventilação e Ar-Condicionado
BID	Banco Interamericano de Desenvolvimento
IAI	<i>International Alliance of Interoperability</i>
NIBS	<i>National Institute of Building Sciences</i>
AGC	<i>Associated General Contractors of America</i>
COBIE	<i>Construction to Operations Building Information Exchange</i>
GSA	<i>General Service Administration</i>
CIB	<i>International Council for Research and Innovation in Building and Construction</i>
VTT	<i>Erabuild Funding Organizations</i>
VIRCON	<i>Eurostep, Rambøll, Virtual Construction</i>
FGV	Fundação Getúlio Vargas
ABDI	Associação Brasileira de Desenvolvimento Industrial
NBR	Norma Brasileira
IFC	<i>Industry Foundation Classes</i>
TCU	Tribunal de Contas da União
NPM	<i>New Public Management</i>
Unifal-MG	Universidade Federal de Alfenas
UNIFEI	Universidade Federal de Itajubá
UFJF	Universidade Federal de Juiz de Fora
UFLA	Universidade Federal de Lavras
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UFOP	Universidade Federal de Ouro Preto
UFSJ	Universidade Federal de São João del-Rei

UFU	Universidade Federal de Uberlândia
UFV	Universidade Federal de Viçosa
UFTM	Universidade Federal do Triângulo Mineiro
UFVJM	Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	PROBLEMA DE PESQUISA.....	20
1.2	HIPÓTESE DA PESQUISA	20
1.3	OBJETIVOS	20
1.3.1	Objetivo Geral	20
1.3.2	Objetivos Específicos	21
1.4	JUSTIFICATIVA.....	21
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	25
2.1	PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO E GESTÃO DAS UNIVERSIDADES.....	25
2.1.1	Gestão de obras públicas	30
2.2	A TECNOLOGIA BUILDING INFORMATION MODELING	36
2.2.1	Definições do BIM	36
2.2.2	Dimensões do BIM	40
2.2.3	Os Benefícios e Desafios da Implementação do BIM.....	46
2.2.4	O Processo de Implementação do BIM.....	50
2.3	LEGISLAÇÃO E NORMATIVAS SOBRE BIM NO BRASIL	56
3	METODOLOGIA	61
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	67
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	82
	REFERÊNCIAS	86
	APÊNDICE	97

1 INTRODUÇÃO

Os países em desenvolvimento, cada vez mais, exigem qualidade nas obras de infraestrutura. Associadas ao aumento da complexidade dos projetos, importantes desafios são criados para a gestão das obras públicas Iyer *et al.* (2008) enfatizam a importância de formas de contratação e de administração dos projetos para evitar aumentos de custos e de prazos, pois estes são bastante divergentes, principalmente nas grandes obras públicas Flyvbjerg *et al.* (2004) registraram nos últimos setenta anos uma superação no custo médio de obras em torno de 28%, com poucos avanços e incorporações tecnológicas.

Muitas vezes, a gestão de obras é um grande desafio no setor público, principalmente para os gestores do projeto, que precisam identificar claramente os objetivos a serem cumpridos (Kwak *et al.*, 2015), e os custos e benefícios que são difíceis de medir e justificar (Zwikael; Smyrk, 2015). Também, os governos atuais estão sob pressão para o atendimento das necessidades públicas com orçamentos restritos, tornando o gerenciamento da obra difícil de planejar, implementar e gerenciar (Chih; Zwikael, 2015).

A estrutura da Indústria da Construção Civil (ICC) é amplamente complexa, devido às diversas partes interessadas estarem envolvidas diante da cadeia de produção. A comunicação e a interação eficazes entre projetistas, construtores, fornecedores e clientes são de extrema importância para atingir e garantir os resultados previstos na fase de projeto e a satisfação de todas as partes envolvidas, sendo um processo de intercâmbio gradual, em que condições precisam ser promovidas para alcançá-lo (Mazione, 2013).

Cabe destacar que quando se trata de obras públicas, a construção é administrada por uma legislação própria, que determina as normas desde a fase da contratação do responsável pela obra até a conclusão desta. Desta forma, a gestão e a fiscalização destas obras devem ser eficientes e eficazes fazendo com que os resultados da contratação sejam os melhores (Santos, 2015).

Métodos tradicionais de projeto podem fragmentar e fragilizar o processo produtivo, ocasionando o distanciamento entre profissionais de áreas distintas, ausência de coordenação entre as equipes, dificultando a obtenção de resultados esperados; com destaques, a manutenção dos prazos e dos custos; ambos previstos durante o processo de projeto. De acordo com Mazione (2013) trabalhar de forma

colaborativa, permite aos profissionais e empresas obterem melhores resultados interna e externamente ao ambiente das empresas.

Sena (2021) afirma que a elaboração de projetos de edificações é uma prática complexa, envolvendo uma cadeia de atores que precisam trabalhar de forma mútua para produzir informações técnicas, possibilitando a construção do edifício. Nóbrega Junior e Melhado (2013) alega que, devido à característica fragmentada do setor de Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO), o conhecimento técnico para desenvolvimento de projetos encontra-se pulverizado em diversas disciplinas da engenharia civil. Sena (2021), novamente, avalia que, cada uma destas especialidades é responsável por desenvolver seu projeto que, somado com os demais, compõe o conjunto completo necessário para construção da edificação.

A fase avançada do projeto tem um impacto significativo na produtividade, refletindo diretamente na eficiência de todo o processo. De fato, o planejamento e a elaboração do projeto são cruciais para garantir o sucesso da obra. Isso ocorre porque, em projetos de longo prazo, a fase de projeto — quando os detalhes são definidos, as metodologias são estabelecidas e os profissionais são alinhados — tem um reflexo direto na execução e no controle das fases seguintes (ABDI, 2017a). As decisões tomadas nesse estágio determinam o grau de complexidade das atividades e a necessidade de colaboração entre diferentes equipes, o que impacta a produtividade, afetando a gestão da obra.

Quando há uma assertividade nas atividades durante a fase avançada do projeto, os profissionais conseguem trabalhar de forma mais eficiente, evitando retrabalho, erros e desperdícios. Além disso, uma colaboração eficaz entre as diversas especialidades envolvidas no projeto é essencial para assegurar a integração dos processos, garantindo que os prazos sejam cumpridos e os custos mantidos sob controle (Sena, 2021).

A qualidade heterogênea mencionada é um reflexo de uma falta de padronização ou de falhas no controle de qualidade durante o processo, o que pode ser mitigado com um projeto bem planejado e executado. Em última análise, a produtividade não depende apenas das fases de execução ou de controle da obra, mas principalmente da fase de projeto, que define os parâmetros para o sucesso do restante do processo (ABDI, 2017b).

Assim, com a metodologia BIM é necessário que toda a cadeia produtiva esteja envolvida no processo. Desta forma, a precisão na obtenção de informações, a

extração de quantidades, a colaboração, a viabilidade para a tomada de decisões diante da gestão do tempo e dos custos, a redução de erros e retrabalhos, são alguns exemplos para ampliar a produtividade no setor (Moreira; Ribeiro, 2015).

Mesmo com a grande evolução tecnológica e transformação digital, o setor da construção civil evoluiu pouco se comparado às outras indústrias. Desse modo, para que ele alcance a assertividade nas atividades da fase de projeto é necessário que exista uma adesão às culturas digitais (ABDI, 2017c) e assim, diversas empresas e governos vêm adotando a metodologia *Building Information Modelling* (BIM), na busca de maior eficiência nas atividades do setor (Sena, 2021).

Esta metodologia acrescenta consideráveis benefícios ao longo da gestão do ciclo de vida da edificação, como: redução de erros de projeto, minimização de desperdícios na obra, simulação antecipada do comportamento do edifício frente a diversos requisitos de desempenho, aumento da consistência do projeto desenvolvido, melhora na operação e gerenciamento pós-obra, entre outros (Eastman *et al.*, 2014).

A implementação do BIM pela Administração Pública constitui ação legalmente prevista, com respaldo no Decreto 9.983, de 22 de agosto de 2019, por meio do qual o Governo Federal instituiu a “Estratégia Nacional de Disseminação do *Building Information Modelling* – BIM BR” (Brasil, 2019). Tal estratégia tem por finalidade promover um ambiente adequado ao investimento na área, bem como a sua difusão no país (Brasil, 2019). Este dispositivo legal veio substituir o Decreto 9.377 de 2018 que já vislumbrava as mesmas ações.

Em 2021, a Lei de Licitações e Contratos Administrativos (Lei nº 14.133/2021), colocou o BIM em evidência, oferecendo uma série de benefícios que se alinham com os objetivos da nova legislação, principalmente no que tange ao incentivo da utilização desta metodologia na gestão de obras públicas (Brasil, 2021)

De acordo com a Lei, em breve, os órgãos públicos serão obrigados a exigir o uso de BIM em determinados tipos de empreendimentos. A utilização dessa tecnologia visa aumentar a transparência, reduzir custos e aprimorar a qualidade dos projetos e obras públicas (Brasil, 2021).

Considera-se que a utilização do BIM nas licitações de obras públicas se torna um instrumento indispensável para a gestão responsável e ética dos recursos públicos e sua condução correta beneficia não só o governo, mas também a sociedade, garantindo obras mais seguras, eficientes e que atendam aos interesses coletivos.

Por fim, este trabalho se justifica pela proposta de PTT¹ que poderá ser utilizado por gestores para promover melhorias na adoção do BIM, são essenciais para a formação de profissionais capacitados e preparados para os desafios do mercado enriquecendo o processo com múltiplas perspectivas.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

A pesquisa sobre a adoção do Building Information Modeling (BIM) no gerenciamento de obras públicas se torna cada vez mais relevante, especialmente ao considerar os desafios que o setor público brasileiro enfrenta nesse contexto. A implementação de metodologias inovadoras, como o BIM, oferece oportunidades significativas para melhorar a eficiência, a transparência e a eficácia na gestão de projetos de construção. Analisar essa questão, considerando os estudos acima, é crucial para compreender o estado atual e as perspectivas futuras da adoção do BIM nas universidades mineiras, questiona-se:

Qual o estágio de implementação do BIM nas Universidades Federais mineiras, tendo em vista que ele tem ganhado cada vez mais relevância em licitações públicas?

1.2 HIPÓTESE DA PESQUISA

Dada a recente exigência de utilização da Lei nº 14.133/2021, que passou a ser de adoção preferencialmente somente em abril de 2021, e sugere a utilização do BIM nas organizações públicas, este estudo possui como hipótese central que a adoção do BIM nas universidades mineiras encontra-se em estágio inicial.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Avaliar o estágio de implementação do BIM aos processos de licitação e sua

¹ Guia de Orientações a ser apresentado como Produto Técnico Tecnológico (PTT). Trata-se de requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Administração Pública pelo Mestrado Profissional em Administração Pública em rede (PROFIAP).

incorporação no planejamento estratégico das universidades públicas de Minas Gerais.

1.3.2 Objetivos Específicos

Para atender o objetivo geral, a pesquisa desmembra-se nos seguintes objetivos específicos:

- a) explorar a influência das regulamentações vigentes sobre a adoção do BIM nas licitações públicas universitárias;
- b) verificar o alinhamento entre o planejamento estratégico institucional e as ações voltadas para a implementação do BIM;
- c) mapear o nível de adoção do BIM nas licitações de obras públicas das universidades públicas de Minas Gerais;
- d) criar um guia de orientações do processo de implementação do BIM.

1.4 JUSTIFICATIVA

A investigação sobre a implementação e os impactos do BIM no setor da construção civil é crucial, considerando não apenas o volume de publicações, mas também a relevância da metodologia no contexto atual. O BIM representa uma evolução significativa nos métodos de projeto e gestão de obras, permitindo um melhor planejamento, projeto, execução e operação de construções.

Sobre o tema *Building Information Modeling* (BIM), com foco nas publicações disponíveis no Portal de Periódicos da CAPES, foi realizada uma busca no período de 2020 a 2025. Durante essa busca, um total de 4662 publicações relacionadas ao BIM. Esta quantidade de literatura científica reflete a crescente popularidade e relevância desta abordagem na construção civil, bem como o interesse contínuo por partes da academia e da indústria.

Ao longo do período de 2020 a 2025, as publicações sobre BIM abordaram uma variedade de subtemas que são fundamentais para a evolução do setor da construção. A seguir, estão os principais conceitos e áreas de pesquisa que emergiram das 4662 publicações:

- a) eficiência e segundo ciclo de vida: muitas publicações focaram na análise da eficiência fornecida pelo uso de BIM no ciclo de vida das edificações, incluindo operações e manutenção. Estudos como de Goretti e Kaming (2023) exploram como a modelagem pode auxiliar na redução de custos e desperdícios, promovendo a sustentabilidade;
- b) colaboração e integridade de dados: a colaboração em projetos é uma área amplamente discutida nas publicações mais recentes. Pesquisas demonstram como o BIM pode melhorar progressivamente entre equipes multidisciplinares, minimizando erros e retrabalho. Referências como os trabalhos de Praia *et al.* (2024) são essenciais para as vantagens proporcionadas pela plataforma BIM na troca de dados e informações;
- c) tecnologia e inovação: o uso de tecnologias emergentes em conjunto com BIM, como a inteligência artificial e a realidade aumentada, foi intensamente treinada. Artigos, como os de Leão e Serra (2019), discorre sobre inovações que conectam o BIM com outras tecnologias para demonstrar um processo geral de gestão obras;
- d) normas e regulamentações: Com a crescente adoção do BIM, a normativa brasileira e internacional em torno do uso dessa tecnologia no setor da construção também merece destaque. Publicações que discutem as diretrizes para a implementação do BIM, tanto em projetos públicos quanto privados, são cruciais para entender o papel das legislações na melhoria da adoção.

A pesquisa propõe uma avaliação nas universidades mineira do estágio de implementação do BIM, aliado ao planejamento estratégico das instituições. Esta abordagem complementa as pesquisas encontradas, incluído o fator de gerencial no processo de implementação do BIM, complementando a visão de processo do BIM.

A adoção de tecnologias inovadoras no setor público faz do BIM uma tendência crescente no setor da construção civil, com um potencial significativo para transformar a gestão e execução de obras públicas. A tecnologia pode melhorar a eficiência, a transparência e a qualidade nos projetos de infraestrutura pública, ajudando na modernização do setor e no cumprimento de metas governamentais (Mazione, 2013).

Essa tecnologia emerge como um vetor essencial para promover mudanças e quebrar paradigmas em um setor caracterizado pela alta intensidade de mão de obra e impacto social significativo. Entre os diversos benefícios do BIM, destacam-se: maior

precisão nos projetos, incluindo especificação, quantificação e orçamentação; simulação das etapas de construção, permitindo identificar e eliminar conflitos antes do início das obras, reduzindo retrabalhos e desperdícios; avaliação de desempenho de elementos, sistemas e do ambiente construído; gestão mais eficiente ao longo do ciclo da obra; redução de prazos e custos; e maior consistência de dados e controle de informações e processos. Esses fatores contribuem para uma maior transparência tanto em contratações públicas quanto privadas.

Em se tratando do Impacto nas Licitações Públicas, a partir de 2021, a Lei de Licitações e Contratos Administrativos (Lei nº 14.133/2021) passou a exigir o BIM, preferencialmente, no processo licitatório de obras e serviços de engenharia.

O BIM se apresenta como uma ferramenta fundamental para garantir que as obras públicas atendam às normas de segurança, qualidade e sustentabilidade, ajudando também na gestão sustentável das construções públicas, desde o uso eficiente dos recursos até a manutenção preditiva de infraestruturas, integrando o processo licitatório e promovendo práticas mais ecológicas e eficientes (Brasil, 2021).

Esta pesquisa se justifica pela crescente necessidade de modernização da construção pública no Brasil, abordando temas como transparência, eficiência, sustentabilidade e inovação. O estudo oferece uma análise no processo de implementação nas universidades federais mineira, além de uma ferramenta importante para o atendimento da missão institucional.

Esse tipo de pesquisa pode fornecer *insights* valiosos para gestores públicos e profissionais da área, ajudando a moldar o futuro da construção pública nas universidades.

Também, a pesquisa se faz importante, pois as licitações em obras públicas são um processo essencial para garantir transparência, eficiência e equidade na contratação de serviços e obras pelo setor público. A licitação garante melhor uso do recurso público, igualdade nas condições das empresas interessadas na licitação, qualidade nas obras, transparência e controle público e prevenção de irregularidades.

Com o lançamento do Novo Programa de Aceleração do Crescimento (Novo PAC) em 2023, ferramentas de gestão podem ser de grande importância para utilização dos recursos que serão recebidos.

O Novo PAC terá um impacto significativo nas obras públicas das universidades federais brasileiras, com um investimento total de R\$ 5,5 bilhões destinado à consolidação e expansão dessas instituições (Brasil, 2024).

Serão destinados R\$ 3,17 bilhões para 338 obras em todas as 69 universidades federais, incluindo a construção de novos blocos de salas de aula, laboratórios, bibliotecas, auditórios e complexos esportivos e culturais. Desse total, 223 são novas obras, 95 são retomadas e 20 estão em fase de conclusão. Mais de um milhão de estudantes universitários serão beneficiados por essas melhorias na infraestrutura acadêmica e de assistência estudantil, como refeitórios e moradias (Brasil, 2024).

O programa prevê ainda, R\$ 1,75 bilhão para os hospitais universitários, visando à melhoria das condições e do funcionamento dessas unidades de saúde, essenciais para a formação acadêmica e atendimento à população (Brasil, 2024).

Sendo assim, a utilização do BIM nas licitações de obras públicas se torna um instrumento indispensável para a gestão responsável e ética dos recursos públicos e sua condução correta beneficia não só o governo, mas também a sociedade, garantindo obras mais seguras, eficientes e que atendam aos interesses coletivos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO E GESTÃO DAS UNIVERSIDADES

O planejamento estratégico nas universidades públicas brasileiras é um instrumento essencial para alinhar as atividades acadêmicas, administrativas e sociais às demandas da sociedade e às políticas públicas estabelecidas pelo Estado.

Para acompanhar o rápido crescimento do setor educacional brasileiro, o Ministério da Educação (MEC) implementou, em 2004, o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (SINAES). Este sistema inclui uma diretriz específica para a criação do Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI), que funciona como uma ferramenta de planejamento estratégico para as Instituições de Ensino Superior (IES). O PDI define a missão da instituição, além de estabelecer ações, objetivos, metas, prazos e os resultados esperados. Quando bem aproveitadas, essas informações permitem que as IES mantenham um controle eficiente de seus recursos financeiros, possibilitando investimentos estratégicos em infraestrutura, capacitação de profissionais e adoção de novas tecnologias (Francisco *et al.*, 2011).

O planejamento nas universidades federais é um tema de crescente relevância, especialmente em um contexto de reformas de gestão pública, como a *New Public Management* (NPM). As universidades enfrentam pressões externas para se tornarem mais competitivas e eficientes em um ambiente global marcado por desafios financeiros e demandas sociais crescentes.

O planejamento nas universidades federais brasileiras assume uma relevância crescente, especialmente no contexto das reformas da gestão pública promovidas pela NPM. Essa abordagem de gestão busca introduzir práticas do setor privado no setor público, impulsionando as universidades a se tornarem mais competitivas e eficientes em um ambiente global marcado por crescentes restrições orçamentárias e demandas sociais planejadas (Delatorre *et al.*, 2015). Assim, a implementação de planos estratégicos robustos torna-se fundamental para orientar o desenvolvimento das unidades acadêmicas e para a alocação de recursos baseada em indicadores de produtividade e resultados (Silva; Crubellate, 2022).

A integração do planejamento estratégico com o orçamento é particularmente crucial, uma vez que garante que os recursos sejam alocados de acordo com as metas institucionais. A literatura defende que essa alocação deve ser fundamentada em

análises que consideram não apenas o desempenho acadêmico, mas também a capacidade das universidades em atender às demandas sociais e do mercado de trabalho (Silva; Crubellate, 2022). Além disso, o fortalecimento dos processos de auditoria e o uso de métricas claras são essenciais para garantir a responsabilidade e a transparência nas gestões universitárias, uma vez que a utilização eficaz dos recursos públicos necessita de uma prestação de contas robusta (Afonso; Teixeira, 2017).

O NPM também traz à tona questões relacionadas à autonomia das universidades, muitas vezes desafiadas pelas estruturas de governança impostas por políticas públicas que visam o controle dos gastos. Estudos mostram que o modelo de financiamento adotado pode impactar diretamente a autonomia das universidades, criando uma dependência excessiva de recursos externos e dificultando a implementação de inovações e melhorias nos processos educacionais (Silva; Crubellate, 2022). A autonomia acadêmica, portanto, é um tema central no debate sobre a qualidade e a relevância da educação superior, pois facilitar uma gestão mais livre pode levar a resultados mais eficazes e ao desenvolvimento de currículos que atendam às necessidades contemporâneas.

Por outro lado, a pressão por eficiência e a exigência de resultados mensuráveis podem, paradoxalmente, comprometer a missão educacional das instituições. Quando as universidades se concentram exclusivamente em indicadores de desempenho, há o risco de que a qualidade acadêmica seja prejudicada no prol dos resultados quantitativos, o que foi objeto de críticas por parte de vários estudiosos (Salgado, 2024).

Essa crítica sugere que deve haver um equilíbrio entre o foco na eficiência e a valorização da missão educacional, o que implica em pensar o planejamento estratégico de forma mais holística e menos restritiva.

Além disso, a adoção do BIM nos currículos de Arquitetura e Engenharia representa uma iniciativa inovadora que pode ser fortemente beneficiada por políticas de planejamento estratégico alinhadas à exigência do setor (Salgado, 2024). A implementação de “Células BIM” nas universidades, com participação ativa de professores, alunos e da indústria, pode criar um ambiente colaborativo de aprendizagem que prepare melhor os alunos para as demandas do mercado (Salgado, 2024).

O planejamento nas universidades federais, sob a perspectiva da NPM, ilustra uma transformação complexa e multifacetada. Enquanto as instituições são desafiadas a se adaptarem a um contexto de maior eficiência e responsabilidade, é crucial que mantenham o seu compromisso com a qualidade educacional e a responsabilidade social. A adoção de práticas de planejamento que integram a alocação de recursos com uma visão abrangente da missão educativa pode ajudar a promover a sustentabilidade e a relevância das universidades no Brasil contemporâneo, garantindo que estas se tornem não apenas instituições de ensino, mas também protagonistas no desenvolvimento social e econômico do país.

A integração do planejamento estratégico com o orçamento é essencial para garantir que os recursos sejam alocados de maneira a atender às metas institucionais, conforme planejado por (Fonseca *et al.*, 2023). A NPM, ao introduzir uma lógica de mercado na gestão das universidades, também traz à tona questões de transparência e responsabilidade.

A busca por maior transparência e a adoção de práticas de governança que promovam a responsabilização são fundamentais para a legitimidade das instituições de ensino superior (Castaño Collado, 2016; Gama; Rodrigues, 2016)

No entanto, essa abordagem não é isenta de críticas, pois pode levar a uma ênfase excessiva em métricas de desempenho, em detrimento de outros valores sociais e acadêmicos que as universidades devem promover (Dönmez; Duman, 2021).

A burocracia excessiva é frequentemente mencionada como um dos principais obstáculos à eficiência na gestão pública, dificultando a agilidade e a transparência nos processos licitatórios (Lopes; Jesus, 2024; Nery; Nunes; Barbuda, 2024). Além disso, a corrupção, que se manifesta de diversas formas nas licitações, compromete a integridade dos processos e a confiança da sociedade nas instituições públicas (Fortini; Motta, 2016; Reis; Almeida, 2021).

A necessidade de uma gestão mais eficiente e transparente é, portanto, um tema central nas discussões sobre a administração pública. A Lei nº 14.133/2021, também conhecida como Nova Lei de Licitações, surge como uma resposta a esses desafios, introduzindo inovações que visam promover maior eficácia e transparência nos processos administrativos.

Essa legislação estabelece novas diretrizes e boas práticas que buscam fortalecer o controle social e a fiscalização, além de incluir a participação de

advogados públicos e controladores internos como responsáveis pelo controle do procedimento licitatório (Vaccarezza, 2022; Vilande, 2023).

A nova lei também enfatiza a importância da eficiência como princípio constitucional, promovendo uma melhor organização e sistematização das ferramentas de governança (Remedio, 2021; Vilande, 2023). Além disso, essa legislação introduz mecanismos que visam combater a corrupção e garantir maior transparência nas contratações públicas.

A implementação de práticas de governança aberta e a adoção de instrumentos que promovam a concorrência leal são aspectos destacados como essenciais para a mitigação dos riscos de corrupção (Aguiar; Daher; Tabak, 2018; Boechat, 2022). A legislação também busca integrar critérios de sustentabilidade nas licitações, alinhando-se com as diretrizes internacionais e promovendo uma abordagem mais responsável nas contratações públicas (Ferreira Costa *et al.*, 2016; Nóbrega; Malta, 2022).

Portanto, a Nova Lei de Licitações não aborda apenas os problemas históricos de burocracia e corrupção, mas também estabelece um novo marco regulatório que visa promover a eficiência e a transparência, contribuindo para uma gestão pública mais eficaz e responsável.

A literatura aponta que a gestão de projetos públicos, quando associada a boas práticas, pode resultar em uma administração mais responsável e eficiente. Leal, Ceolin e Correia Neto (2023) destacam que a inserção da gestão de projetos no setor público é fundamental para garantir maior eficácia e eficiência, na gestão de projetos públicos.

A resistência à mudança persiste como um entrave, associada à falta de capacitação dos servidores, a uma cultura organizacional enraizada em processos burocráticos. Além disso, os desafios relacionados à corrupção e à complexidade da nova legislação, como a Lei nº 14.133/2021, podem gerar confusões e comprometer a eficácia e a transparência almejadas, especialmente em órgãos com menor capacidade de adaptação às exigências legais (Lopes; Granja; Picchi, 2020).

Nesse cenário, o *Building Information Modeling* (BIM) pode emergir como uma ferramenta eficiente para o planejamento estratégico nas universidades. O BIM, tradição utilizada na construção civil, oferece um modelo colaborativo que pode ser adaptado para o gerenciamento de projetos e processos dentro das instituições de ensino.

A mudança organizacional em instituições públicas enfatiza a necessidade de modernização da administração pública por meio da implementação de mudanças estratégicas e tecnológicas. Um argumento de apoio à adoção de mudanças organizacionais é que essas transformações podem levar a uma maior eficiência e eficácia na prestação de serviços públicos. A implementação de novas ferramentas tecnológicas, como o BIM, pode otimizar processos, reduzir custos e melhorar a transparência, resultando em um atendimento mais ágil e compacto para a população (Oliveira; Rodrigues, 2024).

Além disso, o uso de tecnologias digitais e modelos de informação pode contribuir para a gestão de riscos e a tomada de decisões informadas, alinhando-se às demandas da NPM por maior eficiência e eficácia (Silva; Crubellate, 2022).

O planejamento estratégico eficaz nas universidades públicas também requer uma análise crítica das estruturas de governança e da missão institucional. A missão das universidades deve refletir não apenas suas metas acadêmicas, mas também seu compromisso eficiência e eficácia da gestão administrativa.

Toda instituição federal de ensino superior pública (IFES), mantida por impostos federais e instrumento de investimento da cidadania brasileira, necessita considerar a responsabilidade sobre como gerar cursos de excelência, pesquisas referenciais, integração com o mundo à sua volta e a produção de inovação científica e tecnológica em todas as áreas. Ao lado dos recursos financeiros necessários para tal (e reafirme-se aqui a necessidade do compromisso da União Federal com tal financiamento), é mister estruturar um planejamento estratégico para a atuação cuidadosa e orientada com relação a macro objetivos e a preparação do terreno institucional para sua realização.

É possível considerar que o conceito de desenvolvimento institucional (DI) observa princípios e elementos geradores para o crescimento, o fortalecimento, o aperfeiçoamento e a mudança na organização, observando-se ainda seu olhar para o futuro e sua relação com os ambientes internos e externos que envolvem a instituição. Aproveite-se, para uma compreensão mais objetiva, o estabelecido no artigo 2º do decreto 7.423/20101 que aponta DI como:

[...] os programas, projetos, atividades e operações especiais, inclusive de natureza infraestrutural, material e laboratorial, que levem à melhoria mensurável das condições das IFES e demais ICTs, para o cumprimento eficiente e eficaz de sua missão [...].

E complementando esta análise com a visão da presente situação das universidades editais de obras públicas por trazerem documentos padronizados. Conforme estabelecido pelo artigo 19 da Lei nº 14.133/24, conhecida como a Nova Lei de Licitações e Contratos, o uso desses modelos é obrigatório para órgãos públicos da União. As entidades que optarem por não seguir os modelos padronizados devem apresentar justificativas adequadas para suas escolhas.

O planejamento estratégico nas universidades públicas é um processo complexo que deve ser moldado pelos critérios da NPM, utilizando ferramentas como o BIM para aprimorar a gestão e a alocação de recursos. A integração entre planejamento estratégico, gestão de riscos e inovação tecnológica é crucial para que as universidades possam atender às suas missões educacionais e sociais em um ambiente cada vez mais competitivo.

2.1.1 Gestão de obras públicas

Ao longo da história republicana do Brasil, diversos programas de obras e planos econômicos foram implementados para impulsionar o desenvolvimento da infraestrutura do país, como o Plano de Obras e Equipamentos, o Plano Nacional de Desenvolvimento (PND), o Plano de Metas e o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC). Contudo, essas iniciativas revelaram-se pontuais e insustentáveis, sendo frequentemente alteradas ou descontinuadas com a mudança de administrações.

A carteira de obras refletiu essa instabilidade, com diretrizes diversas e desafios significativos, desde a concentração de investimentos em projetos monumentais, como a construção de Brasília, até programas multifacetados de desenvolvimento, como o PAC (Brasil, 2019).

Problemas estruturais recorrentes foram identificados, incluindo falhas no planejamento, capacidade operacional limitada, projetos deficientes e inconsistências nas informações registradas nos sistemas oficiais, evidenciando uma fragilidade administrativa na governança das obras públicas.

Com o lançamento do Novo Programa de Aceleração do Crescimento (Novo PAC) em 2023, ferramentas de gestão podem ser de grande importância para utilização dos recursos que serão recebidos.

O Novo PAC terá um impacto significativo nas obras públicas das universidades

federais brasileiras, com um investimento total de R\$ 5,5 bilhões destinado à consolidação e expansão dessas instituições (Brasil, 2024).

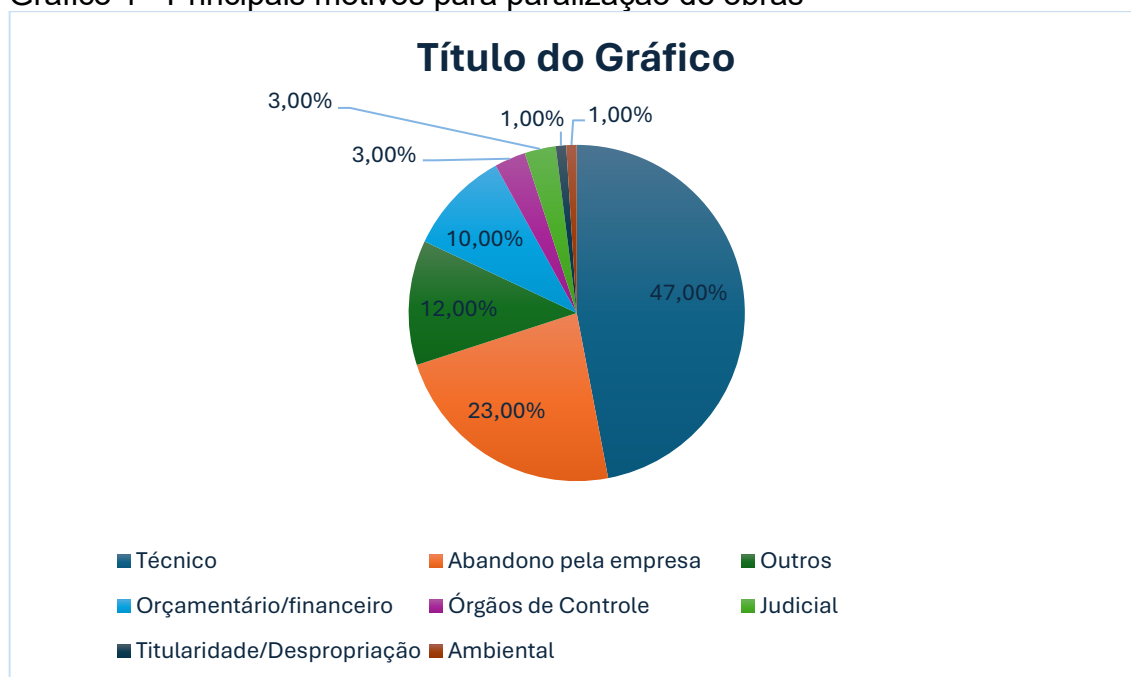
Serão destinados R\$ 3,17 bilhões para 338 obras em todas as 69 universidades federais, incluindo a construção de novos blocos de salas de aula, laboratórios, bibliotecas, auditórios e complexos esportivos e culturais. Desse total, 223 são novas obras, 95 são retomadas e 20 estão em fase de conclusão. Mais de um milhão de estudantes universitários serão beneficiados por essas melhorias na infraestrutura acadêmica e de assistência estudantil, como refeitórios e moradias.

Em auditoria operacional realizada pelo Tribunal de Contas da União (TCU), identificada no Acórdão nº 1.079/2019 – Plenário, foram analisadas mais de 30 mil obras públicas financiadas com recursos federais. Destas, mais de 30% foram consideradas como paralisadas ou inacabadas. O que corresponde a quase 20% do investimento previsto.

As principais causas apontadas foram: contratação com base em projeto básico deficiente, insuficiência de recursos financeiros de contrapartida e dificuldade de gestão dos recursos recebidos.

O Gráfico 1 representa os principais motivos para a paralisação das obras:

Gráfico 1 - Principais motivos para paralisação de obras



Fonte: TCU (2019).

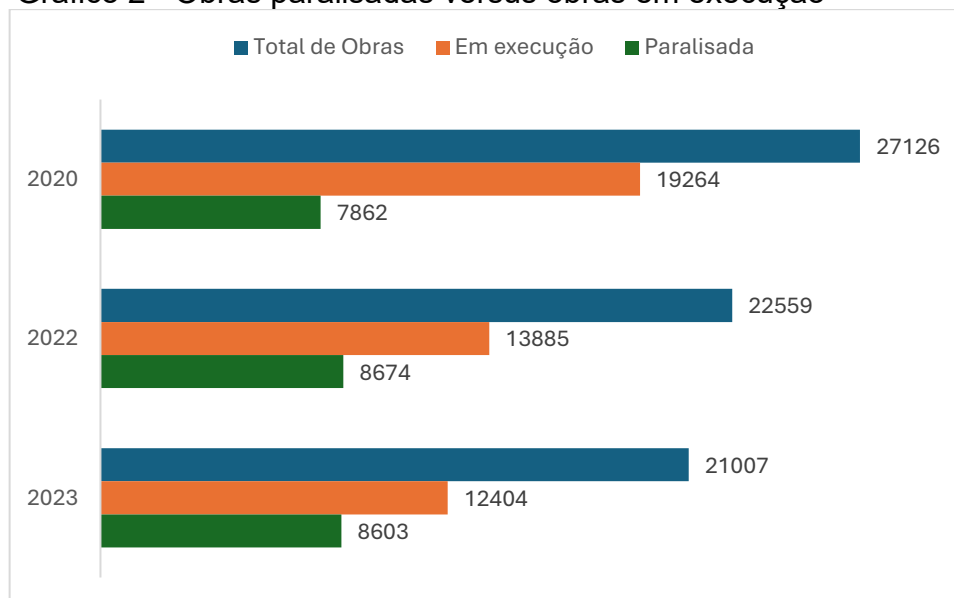
Já a auditoria resultante do Acórdão nº 2.134/2023 – Plenário, que teve como objeto a carteira de obras financiadas com recursos do Orçamento Geral da União

(OGU), identificou, entre 2020 e 2023, obras paralisadas ou inacabadas. Atualmente, em um universo de cerca de 21 mil obras vigentes, 8.603 estão classificadas como paralisada, 741 obras a mais que as registradas em 2020 conforme demonstrado no Gráfico 1.

No estudo, foram analisadas as ações adotadas para a retomada e conclusão desses empreendimentos, buscando compreender os desafios e soluções aplicadas. Diante desse cenário, tornou-se essencial a implementação de plataformas centralizadas para a gestão da carteira de obras, permitindo maior controle e transparência.

O TCU tem desempenhado um papel relevante nesse processo, especialmente com a criação do painel de obras, em 2018, que monitora a execução dos projetos e evidencia falhas na gestão pública. Os dados, conforme Gráfico 2, indicam um aumento no número de obras paralisadas, que atingiu 8.603 em um universo de cerca de 21 mil obras ativas em 2023, enquanto o investimento total previsto saltou de R\$ 75,95 bilhões, em 2020, para R\$ 113,65 bilhões, em 2023 (Brasil, 2023).

Gráfico 2 - Obras paralisadas versus obras em execução



Fonte: TCU (2023).

No que se refere às informações organizadas por massa setorial, o painel indica que 58,1% das obras relacionadas à educação encontram-se paralisadas (TCU, 2023). Essa situação pode sinalizar a existência de problemas específicos relacionados aos programas e contratos desse setor. Diante disso, torna-se imperativa a realização de uma análise mais aprofundada dos ajustes necessários, a fim de

fundamentar uma intervenção direcionada na gestão dessa área (TCU, 2023).

Essa elevada taxa de paralisação das obras na área educacional não apenas levanta preocupações sobre a eficiência e a eficácia dos investimentos realizados, mas também sugere a necessidade de um diagnóstico minucioso das causas subjacentes a essa inatividade.

A interrupção nos projetos do setor pode resultar em um déficit na infraestrutura necessária para atender às demandas educacionais, comprometendo, assim, o desenvolvimento social e econômico da região afetada. Portanto, a necessidade de uma intervenção específica na gestão dessa carteira de obras é evidente.

Tal intervenção deve ser baseada em dados concretos e numa compreensão abrangente dos desafios enfrentados, permitindo que as políticas públicas sejam ajustadas de forma a garantir a continuidade e a efetividade das iniciativas específicas para a educação.

Apesar da diversidade de desafios enfrentados ao longo da história da carteira de obras, a análise de sua performance, incluindo as obras do PAC no contexto do Acórdão nº 1.079/2019 – Plenário, revelou problemas crônicos.

Dentre eles, destacam-se a falta de planejamento e capacidade operacional dos entes responsáveis, a existência de projetos deficientes e a ausência de integridade e completude das informações nos repositórios oficiais. Esses fatores evidenciam uma lacuna administrativa significativa na governança dos processos de acompanhamento das obras públicas no país. Esse crescimento nos recursos alocados em obras paralisadas sugere o agravamento dos problemas administrativos identificados pelo TCU.

Nas universidades federais não é diferente, a gestão de obras é um tema complexo que envolve diversas dimensões, incluindo a eficiência no uso de recursos, a manutenção das infraestruturas e a implementação de práticas sustentáveis. Primeiramente, a eficiência na gestão de recursos públicos é um fator crítico.

Estudos indicam que a disparidade nas despesas com obras públicas e manutenção nas universidades federais brasileiras é significativa, o que sugere a necessidade de uma gestão mais rigorosa e baseada em indicadores de eficiência (Hammes Junior; Flach; Mattos, 2020).

A adoção de práticas de planejamento de longo prazo é essencial para garantir que os recursos disponíveis sejam utilizados de maneira otimizada, permitindo que os gestores públicos implementem medidas que assegurem o uso eficaz dos recursos

(Hammes Junior; Flach; Mattos, 2020).

Além disso, uma análise da eficiência dos gastos públicos na educação superior revela que, apesar do aumento contínuo dos investimentos, as universidades ainda enfrentam desafios significativos em termos de gestão e alocação de recursos (Gralka, 2018).

Outro aspecto importante é a qualidade das infraestruturas físicas das universidades, que têm um impacto direto no desempenho acadêmico dos alunos. A falta de manutenção adequada e a construção de espaços físicos de baixa qualidade podem comprometer a experiência educacional (Ferreira; Souza, 2021).

Além disso, a implementação de práticas sustentáveis na gestão das universidades é uma tendência crescente. A falta de mecanismos legais para promover a gestão ambiental nas universidades federais é um desafio que precisa ser superado. Pesquisa realizada por Moura-Leite, Lopes e Yamazaki (2023) indica que a falta de interesse organizacional e a conscientização sobre a importância da sustentabilidade são barreiras significativas.

Portanto, é fundamental que o governo federal atue de forma mais proativa para promover práticas sustentáveis nas universidades, que possam resultar em melhorias significativas na gestão de obras públicas e na eficiência operacional (Moura-Leite; Lopes; Yamazaki, 2023).

A adoção de novos modelos de gestão que sejam mais ágeis e adaptáveis às mudanças do ambiente pode contribuir para uma gestão mais eficaz das obras públicas e, conseqüentemente, para a melhoria da qualidade da educação oferecida (Santos *et al.*, 2024).

A adoção de tecnologias inovadoras, como o *Building Information Modeling* (BIM), é sugerida, pelo TCU, como uma solução para os problemas recorrentes enfrentados em projetos de infraestrutura pública.

A implementação do BIM no setor público pode contribuir para a redução de desperdícios e a melhoria da qualidade das obras. Estudos mostram que a utilização de modelos digitais permite uma melhor visualização e planejamento, o que pode resultar em uma execução mais eficiente e menos propensa a erros, podendo ser um aliado significativo na melhoria da gestão e controle das obras públicas (Castro; Cabral Neto; Paz, 2023; Quintella; Hanna, 2024).

O TCU, ao acompanhar a execução de obras, pode se beneficiar do uso do BIM para realizar auditorias mais precisas e fundamentadas, uma vez que a tecnologia

fornece dados em tempo real sobre o andamento das obras, facilitando a identificação de problemas antes que se tornem críticos (Cabral, 2021).

Além disso, a integração do BIM com as práticas de governança pública promovidas pelo TCU pode fortalecer a responsabilização e a transparência nas obras públicas. O TCU tem se esforçado para alinhar suas práticas de controle com as melhores diretrizes de governança, buscando garantir que os recursos públicos sejam utilizados de forma eficaz e eficiente (Medeiros *et al.*, 2023; Sundfeld; Rosilho, 2023).

A adoção do BIM pode ser vista como uma extensão desse esforço, permitindo que o TCU não apenas audite, mas também colabore na melhoria contínua dos processos de construção e gestão de obras. A utilização do BIM também pode ajudar a mitigar os riscos associados à corrupção e à má gestão em projetos de infraestrutura. A transparência fornecida pelos modelos digitais permite que diferentes partes interessadas, incluindo a sociedade civil, acompanhem o progresso das obras e verifiquem a conformidade com os padrões específicos (Garcia; Garcia Cabral, 2023; Garcia, 2024).

Isso é particularmente relevante num contexto em que a confiança nas instituições públicas é frequentemente abalada por escândalos de corrupção e má gestão. O TCU, ao promover a adoção do BIM, pode não apenas melhorar a eficiência das auditorias, mas também restaurar a confiança pública na gestão de obras públicas.

Além disso, a formação e capacitação dos profissionais envolvidos na gestão de obras públicas em relação ao uso do BIM são fundamentais para o sucesso dessa iniciativa. O TCU pode exercer um papel ativo na promoção de treinamentos e workshops que capacitam os gestores públicos a utilizarem essa tecnologia de forma eficaz (Cabral, 2020; Weber; Bispo, 2024).

A educação e a formação contínua são essenciais para garantir que as inovações tecnológicas sejam inovadoras de maneira a maximizar seus benefícios e minimizar os riscos associados à sua adoção. Por fim, a colaboração entre o TCU, as entidades governamentais e o setor privado é crucial para a implementação bem-sucedida do BIM nas obras públicas. A criação de parcerias estratégicas pode facilitar a troca de conhecimentos e experiências, além de promover a inovação no setor (Garcia, 2024; Marques Neto *et al.*, 2019).

A adoção do BIM nas obras é uma proposta que visa não apenas a melhoria da eficiência e da transparência, mas também a promoção de uma cultura de inovação

e responsabilidade na gestão pública. A integração dessa tecnologia com as práticas de controle e auditoria podem resultar em um impacto positivo significativo na qualidade das obras públicas no Brasil, contribuindo para um uso mais responsável e eficaz dos recursos públicos.

2.2 A TECNOLOGIA BUILDING INFORMATION MODELING

2.2.1 Definições do BIM

O *Building Information Modeling* - BIM, que em português significa Modelagem de Informação da Construção, é um processo que permite gerir informações de um projeto de construção em todas as suas fases.

A tecnologia BIM surgiu trazendo avanços e reduzindo os problemas de comunicação entre os projetos, fazendo com que as interferências que antes prejudicavam as obras, fossem amenizadas, desde que quem executa a obra siga os mesmos critérios (Soares Júnior, 2021).

O BIM traz uma abordagem que tem revolucionado a indústria da construção, oferecendo uma nova forma de conceber, projetar, construir e operar edificações. Portanto, critérios de rotinas de controle, acompanhamento e execução da obra, devem estar integrados para que sejam seguidos pelo canteiro e escritório, os fluxos de informações que constam no projeto, garantindo que a obra seja concluída conforme o cronograma de execução e sem gastos extras (CBIC, 2016).

Com esta ferramenta, o cliente também pode acompanhar o andamento da obra e entender os planos de execução e gestão dos serviços prestados pelos seus contratados.

A utilização do BIM, ajuda na melhora do processo e na qualidade de construção, integrando os participantes do projeto para que ao final da obra tudo saia dentro do cronograma e conforme o planejado. Desta maneira, estudos são realizados para identificar as informações que não eram ligadas, de forma a vinculá-las, para melhorar a eficiência durante a execução da obra, gerando documentos com informações de indicadores de qualidade que incluem o produto, o processo e a organização (Lu; Korman, 2010).

No Brasil, a tecnologia BIM foi traduzida livremente como Modelagem da Informação da Construção e com ela é possível criar virtual ou digitalmente modelos

reais de uma obra (Eastman *et al.*, 2014).

Com a tecnologia BIM (*Building Information Modeling* – Modelagem de Informações da Construção), é possível criar digitalmente um ou mais modelos virtuais precisos de uma construção. Eles oferecem suporte ao projeto ao longo de suas fases, permitindo melhor análise e controle do que os processos manuais. Quando concluídos, esses modelos gerados por computador contêm geometria e dados precisos necessários para o apoio às atividades de construção, fabricação e aquisição por meio das quais a construção é realizada (Eastman *et al.*, 2014, p. 52).

Os primeiros conceitos da tecnologia BIM foram publicados em 1975, por Charles M. Eastman, no AIA Journal e trazia informações isoladas sobre a conectividade dos elementos dos projetos, uniformizando as informações, os custos, atualizando as alterações de forma automática, melhorando todas as informações sobre o planejamento do projeto.

As definições de BIM variam entre os autores, mas todos reconhecem sua importância como um processo colaborativo que integra informações em um modelo digital. Succar (2009) define BIM como um conjunto de políticas, processos e tecnologias, que conduzem ao estabelecimento de uma metodologia de geração, atualização e manutenção, num formato digital, de toda a informação pertinente ao ciclo de vida de um empreendimento. O campo das políticas se refere à educação, pesquisa, legislação e regulamentação, enquanto o campo dos processos envolve a construção, operação, uso e manutenção de estruturas.

Por fim, o campo das tecnologias diz respeito ao desenvolvimento de *software*, *hardware*, equipamentos e sistemas de rede necessários para aumentar a eficiência, produtividade e rentabilidade dos setores da indústria da AECO. A Figura 1 apresenta os três campos de atividade BIM, interligados, chamado de Diagrama de Venn.

Figura 1 - Três campos interligados da atividade BIM – Diagrama de Venn



Fonte: Succar (2009), tradução nossa.

Deutsch, por exemplo, define BIM como um processo que não envolve apenas a modelagem de informações, mas também a colaboração entre diferentes disciplinas ao longo do ciclo de vida do projeto (Succar; Sher; Williams, 2013a). Essa visão é compartilhada por Bosch-Sijtsema, Gluch e Sezer, (2019) que enfatizam que o BIM é uma representação digital das características físicas e funcionais de um edifício, permitindo uma melhor gestão de informações e a tomada de decisões informadas (Bosch-Sijtsema; Gluch; Sezer, 2019). Succar, Sher e Williams, (2013a) ampliam essa definição ao afirmar que o BIM é um conjunto de tecnologias e processos que suportam a criação e o gerenciamento de informações sobre um edifício durante todo o seu ciclo de vida (Greenhough *et al.*, 2010).

Eles destacam que a adoção do BIM requer uma mudança cultural significativa na indústria da construção, onde a colaboração e a comunicação entre as partes interessadas são fundamentais para o sucesso do projeto. Succar, Sher e Williams, (2013a) também abordam a necessidade de uma formação adequada para os profissionais que trabalham com BIM, enfatizando que a capacitação em habilidades específicas de BIM é crucial para maximizar os benefícios dessa abordagem (Ying;

Kamal, 2021).

O BIM não se trata de um *software* específico e sim, de um conceito de método de trabalho, informações, modelagem e gerenciamento das atividades referentes ao projeto/construção de obras de engenharia. Portanto, o projeto neste novo nível, se torna muito mais próximo da obra real como um todo, facilitando a observação de possíveis inconformidades e incompatibilidades antes mesmo da construção, proporcionando soluções de projetos mais integradas e otimizadas (Eastman *et al.*, 2014).

Esta metodologia oferece uma abordagem inovadora que pode ser integrada às melhores práticas. A pesquisa de Brito e Ferreira revela que a utilização de modelos BIM 4D no planejamento e controle de obras pode aumentar a eficiência e a eficácia dos processos construtivos, promovendo uma gestão mais responsável (Brito; Ferreira, 2015). Além disso, uma análise de Chahrour *et al.*, sobre a detecção e resolução de conflitos em projetos BIM destaca a importância do controle de custos e a eficiência que essa tecnologia pode trazer para a gestão de projetos (Chahrour *et al.*, 2021).

A integração do BIM com metodologias inovadoras, como *Design Thinking* e *Lean*, também é discutida por Silva, Carvalho (2022) que sugerem que essa combinação pode levar a resultados significativos em áreas específicas da construção civil. A confiança da sociedade nas instituições é fortemente influenciada pela transparência e pela eficiência na gestão pública.

A implementação de processos de auditoria de modelos BIM, como sugerido por Joko, pode garantir a precisão e a confiabilidade das informações, promovendo um controle de qualidade que é essencial para a proteção das instituições (Joko *et al.*, 2024).

Além disso, uma pesquisa de Mattana, Librelotto (2017) sobre a contribuição do BIM para a sustentabilidade econômica das edificações ressalta que a adoção de práticas sustentáveis não apenas atende às expectativas do mercado, mas também reforça a responsabilidade social das instituições.

Com base nas definições de acima podemos instituir o *Building Information Modeling - BIM* como um conjunto de políticas e processos, que associa uma tecnologia de modelagem ao trabalho colaborativo possibilitando a execução e a gestão de obras durante seu ciclo de vida.

2.2.2 Dimensões do BIM

No escopo da metodologia BIM, são definidas as seguintes classificações em termos de dimensões de abrangência: 1D – Protocolos, 2D – Colaboração, 3D – Modelagem Paramétrica, 4D – Planejamento Temporal, 5D – Custos, 6D – Sustentabilidade, 7D – Gestão e Manutenção e 8D – Segurança (Leão e Serra, 2019).

A Figura 2 apresenta as dimensões do BIM.

Figura 2 - As 8 dimensões do BIM



Fonte: Adaptada de Arnal (2018).

Modelos BIM podem representar diversas dimensões (nD) de informações de uma edificação. Os modelos nD são uma extensão do modelo de informação da construção, o qual incorpora multiaspectos de informação de projeto requerida em cada estágio do ciclo de vida de uma edificação. Os softwares de modelagem nD apresentam uma série de informações multidisciplinares baseadas no projeto da edificação e da aplicação de análises que acessam um modelo nD por meio de dados padronizados e interoperáveis (Arnal, 2018).

A terceira dimensão – 3D – é indubitavelmente a forma mais familiar associada ao uso da modelagem da informação da construção (BIM). Este processo consiste na integração de informações gráficas e não gráficas para a criação de modelos tridimensionais, que são essenciais na visualização e planejamento de projetos na construção civil. O 3D fornece uma representação espacial que amplia a compreensão das relações espaciais e dos elementos que compõem o edifício.

Neste ambiente BIM 3D, as informações são distribuídas em uma plataforma de compartilhamento de dados que é acessível, rastreável, transparente e segura. Essa infraestrutura de compartilhamento foi projetada para facilitar a comunicação e a colaboração entre todas as partes interessadas envolvidas no projeto, incluindo arquitetos, engenheiros, empresários e clientes. Ao reunir todos os dados em um sistema centralizado, é possível garantir que as informações sejam compartilhadas de

acordo com regras pré-estabelecidas, garantindo que cada parte interessada tenha acesso apenas aos dados que necessitam para suas funções específicas (Eastman *et al.*, 2014).

Além disso, a natureza digital do gerenciamento das informações do projeto, possibilitada pelo BIM 3D, não apenas melhora a eficiência na troca de informações, mas também promove a rastreabilidade dos dados. Cada alteração no modelo pode ser documentada, permitindo que a equipe monitore o histórico das mudanças ao longo do processo de desenvolvimento do projeto. Isso é fundamental para a minimização de erros e para a prevenção de desentendimentos que podem ocorrer em processos de trabalho mais tradicionais, onde as informações podem ser dispersas ou mal interpretadas (Azhar, 2011).

Além disso, a abordagem colaborativa fornecida pelo BIM 3D possibilita a realização de revisões e simulações em tempo real, permitindo que as partes interessadas analisem e ajustem o modelo conforme necessário. Essa interatividade não só acelera o processo de tomada de decisão, como também aumenta a capacidade da equipe em resolver problemas e soluções construtivas antes da execução física da obra (Almeida; Bonaldo, 2023).

Em resumo, a dimensão 3D no BIM representa uma transformação significativa na forma como as informações são gerenciadas na construção civil. Sua capacidade de fornecer um ambiente seguro e colaborativo para o compartilhamento de dados é fundamental para melhorar a eficiência, a transparência e a qualidade dos projetos de construção.

Chen *et al.* (2013) e Lee, Kim e Yu (2014) mencionam que as informações para o gerenciamento de projetos de construção podem ser automaticamente obtidas a partir de um modelo BIM. Ao se associar o modelo 3D com etapas de construção tem-se o modelo 4D, utilizado principalmente para planejamento e gerenciamento da construção. A quarta dimensão BIM adicionada ao modelo 3D é o “tempo”. Isso permite que a montagem das partes do projeto seja combinada com um cronograma de construção (Santos, 2018). O modelo 4D resultante, é capaz de criar simulações virtuais da construção do modelo BIM. Esta modelagem consiste em combinar modelos geométricos 3D com dados do cronograma da obra, possibilitando a visualização espacial em detalhes da construção ao longo de sua execução e de suas atividades de fluxo (Corrêa; Marchiori, 2017).

A quinta dimensão BIM adicionada ao modelo 4D é o “custo”. Ao anexar um

banco de dados de custos ao modelo 4D e atribuir custos reais aos materiais, às equipes de mão de obra e aos equipamentos, um modelo 5D-BIM pode ser gerado, para fornecer à equipe de construção uma ferramenta útil, devido ao grau de confiabilidade e de assertividade nos resultados obtidos, para tomada de decisões. Assim, integrando a dimensão de custo de material, equipamento e pessoal, tem-se o modelo 5D, o qual pode ser utilizado para dar aos projetistas um retorno mais ágil e preciso de informações sobre o custo de um projeto (Sattineni; Macdonald, 2014).

A criação de base de dados permite a modelagem da geometria de projetos, necessários para prover suporte à construção, à fabricação e ao fornecimento de insumos crucial para a realização da construção (Eastman *et al.*, 2014).

Mas, mesmo com a chegada do BIM, as construtoras ainda continuavam fazendo a gestão das obras do modo tradicional. Somente anos depois, as grandes empresas começaram a utilizar o BIM desde o projeto até o canteiro de obras, facilitando o entendimento da construção, assim como as mudanças em tempo quase que real (Bolpagni *et al.*, 2016). A maior vantagem do sistema BIM é poder alterar parâmetros, inserir informações detalhadas com a obra em andamento e de acordo com a necessidade de quem realizou o projeto (Luiz; Souza; Luiz, 2017). Todas as alterações ficam salvas durante o tempo de realização da obra, podendo ser alterada/melhorada durante o desenvolvimento e a execução, com trocas de informações facilitada, de forma confiável e simultânea, contribuindo para a tomada de decisões em cada etapa da obra ou de forma integral (Succar, 2009).

O BIM ocupa espaço na cadeia de construção civil, como instrumento de inovação para todo o ciclo de vida da edificação: projeto, construção, manutenção e demolição. Não é uma tecnologia associada estritamente a modelos gráficos tridimensionais, mas uma tecnologia baseada em informação dos ativos que constituem um empreendimento incorporado aos modelos gráficos.

Ao minimizar conflitos, otimizar o planejamento e a execução, e reduzir retrabalhos, o BIM contribui significativamente para a redução de atrasos em obras, inclusive as públicas. Além disso, o BIM proporciona outros benefícios, como:

- a) maior qualidade na construção: o modelo digital permite identificar e corrigir falhas antes da execução, resultando em uma obra com menos problemas e maior durabilidade;

- b) melhoria na comunicação e colaboração: o BIM facilita a troca de informações entre diferentes equipes, evitando erros e garantindo um processo mais eficiente;
- c) redução de custos: o planejamento otimizado e a redução de retrabalhos geram economia de tempo e recursos, diminuindo os custos da obra;
- d) modelagem de prazo: o modelo permite visualizar imagens na fase de construção, ainda na fase de projeto, possibilitando entender as etapas de construção ao longo do ciclo de vida do projeto;
- e) modelagem de custo: o modelo permite extrair quantidades para alimentar o orçamento, objetivando custo preciso e assertivo.

Leão e Serra (2019), utilizaram o BIM para demonstrar um processo geral de gestão obras. A primeira parte, o plano de controle de qualidade é desenvolvido baseado em um plano de trabalho, plano de inspeção e as características do projeto. Na segunda parte, uma lista de verificação de qualidade é feita correspondente e retirada do modelo 5D baseado em BIM, de acordo com classificações de trabalho e o processo de atividades de construção, quando solicitado por um contratado. Em terceiro lugar, é feita a inspeção e registradas as informações de campo e os resultados do teste exigidos na lista de verificação. Em quarto lugar, o objetivo é fazer a comparação entre os requisitos de projeto e os resultados da construção que deve ser gerado automaticamente. Na etapa seguinte, as decisões são tomadas para aceitação dos serviços e proceder ao próximo processo ou rejeitar o lote averiguado e emitir uma falta de conformidade no relatório com requisitos específicos do BIM resulta em um *feedback*, que está refletido no modelo.

A plataforma BIM está diretamente relacionada a conceitos e programas informacionais e suas qualidades no que diz respeito à interface, usabilidade, troca de informações e modo operacional (Praia *et al.*, 2024).

Ainda, Praia *et al.* (2024) aborda que além das vantagens proporcionadas pela plataforma BIM na troca de dados e informações entre as diferentes especialidades, ela permite também a troca rápida e precisa de informações entre diferentes programas informáticos relativos à disciplina de projeto de estruturas, como por exemplo, programas de cálculo e dimensionamento, de detalhamento e modelagem de estruturas.

Plataformas BIM são núcleos de geração de informação, baseados em

modelagem paramétrica orientada a objetos. São responsáveis por fornecer modelos de dados primários que abrigam informações de vários aplicativos BIM, exigindo um alto nível de interoperabilidade. As plataformas BIM geralmente incorporam várias funcionalidades, como produção de modelos de informação e documentação associada e análises com detecção de conflitos. Além do mais, podem reunir conjuntos de interfaces e recursos específicos para diferentes domínios, como projetos de sistemas estruturais, MEP, HVAC, entre outros (Biller *et al.*, 2021).

A maturidade da utilização do BIM nos projetos pode ser realizada através de suas dimensões, que incluem processos, políticas e tecnologia. A atualização do BIM é um conceito que se refere ao nível de desenvolvimento e integração dessa metodologia em projetos de construção, e sua avaliação é crucial para a eficácia na gestão de obras públicas.

A adoção do BIM em obras públicas no Brasil foi incentivada por legislações recentes, como o Decreto 10.306, que promove a utilização dessa metodologia em projetos de maior complexidade (Gysel; Van; Fiss; Bortolini, 2023).

A atualização do BIM é frequentemente avaliada em níveis, que considera a melhoria contínua em qualidade, repetibilidade e previsibilidade dos processos (Dunel, 2023). Essa avaliação pode ser realizada através de matrizes de tecnologias de maturidade que analisam fatores como a integração de processos, a política de adoção e as utilizadas (Viana; Carvalho, 2020). Além disso, a utilização do BIM permite uma gestão mais eficiente dos custos e orçamentos, como demonstrado em estudos que mostram a aplicação do BIM 5D para a remoção de quantitativos e orçamentação (Andrade; Biotto; Serra, 2020).

Em suma, a classificação de projetos de obras públicas em relação à modernidade do BIM deve considerar as dimensões de processos, políticas e tecnologia, com foco na melhoria contínua e na integração das práticas de gestão. A adoção do BIM não apenas melhora a eficiência e a qualidade dos projetos, mas também contribui para a sustentabilidade e a transparência na gestão pública.

A compreensão das dimensões 6D, 7D e 8D na metodologia BIM (Building Information Modeling) é essencial para a gestão eficaz de obras públicas, especialmente em um contexto pós-obras, estas análises influenciam no funcionamento, na segurança e no tempo de vida útil da edificação.

A dimensão 6D refere-se à sustentabilidade, que envolve uma análise do desempenho energético e ambiental de um edifício ao longo do seu ciclo de vida. A

dimensão 7D, por sua vez, está relacionada à gestão de instalações, abrangendo a manutenção e operação eficiente dos ativos construídos. Finalmente, a dimensão 8D, embora menos discutida, pode ser interpretada como a segurança nas obras públicas, integrando práticas que garantam a segurança dos trabalhadores e a integridade das estruturas.

A sustentabilidade, como abordada na dimensão 6D, é uma preocupação crescente na indústria da construção. O uso do BIM permite uma análise detalhada do desempenho energético e dos impactos ambientais de um edifício, facilitando a tomada de decisões informadas que promovem a eficiência energética e a redução de resíduos (Goretti; Kaming, 2023; Wijekoon, Manewa; Ross, 2020) .

A integração de informações sobre o ciclo de vida do edifício, desde o projeto até a operação, é crucial para garantir que as práticas de construção sejam sustentáveis e que os edifícios atendam às normas ambientais (Goretti; Kaming, 2023). Além disso, a implementação do BIM pode ajudar na identificação de oportunidades para a utilização de materiais sustentáveis e na otimização do uso de recursos durante a construção e operação (McArthur, 2015) .

Na dimensão 7D, a gestão de instalações é melhorada através da utilização de BIM, que fornece uma plataforma integrada para a recolha e análise de dados relacionados com a operação e manutenção de edifícios. A capacidade de visualizar informações em tempo real e de acessar dados históricos sobre o desempenho dos ativos é fundamental para a tomada de decisões eficazes na gestão de instalações (Kapogiannis *et al.*, 2023; Mehedi; Shochchho, 2021).

A adoção de BIM na gestão de instalações permite que os gerentes de instalações planejem e executem atividades de manutenção de maneira mais eficiente, redução de custos e melhoria da confiabilidade dos sistemas (Mehedi; Shochchho, 2021) . Além disso, a utilização do BIM facilita a comunicação entre as partes interessadas, promovendo uma colaboração mais eficaz durante todo o ciclo de vida do edifício (Mehedi; Shochchho, 2021).

A dimensão 8D, que pode ser vista como a segurança nas obras, é uma extensão das práticas de gestão de instalações e sustentabilidade. A segurança no local de trabalho é uma prioridade em projetos de construção, e a implementação do BIM pode contribuir significativamente para a mitigação de riscos (Gheisari *et al.*, 2014) . A modelagem de informações de construção permite a visualização de perigos potenciais e a simulação de cenários de segurança, ajudando a identificar e resolver

problemas antes que eles se tornem críticos (Leão; Serra, 2019). Além disso, a integração de dados de sensores IoT com modelos BIM pode fornecer informações em tempo real sobre as condições de segurança no local de trabalho, permitindo uma resposta rápida a incidentes (Leão; Serra, 2019).

A interconexão entre as dimensões 6D, 7D e 8D é evidente, pois a sustentabilidade e a gestão de instalações não podem ser efetivamente abordadas sem considerar a segurança. A implementação de práticas sustentáveis e eficientes na gestão de instalações deve ser acompanhada de medidas rigorosas de segurança para proteger os trabalhadores e garantir a integridade das estruturas (Leão; Serra, 2019).

A utilização do BIM, portanto, não apenas melhora a eficiência operacional e a sustentabilidade, mas também promove um ambiente de trabalho mais seguro, alinhando-se às melhores práticas da indústria (McArthur, 2015). Além disso, a adoção do BIM em projetos de construção pública pode ser impulsionada por políticas governamentais que incentivam a sustentabilidade e a segurança. A regulamentação que exige a utilização de tecnologias avançadas para a gestão de instalações e a implementação de práticas de construção sustentável pode acelerar a adoção de BIM na indústria (Gysel; Van; Fiss; Bortolini, 2023)

A integração dessas dimensões não apenas melhora a eficiência e a eficácia das operações de construção, mas também contribui para a criação de ambientes construídos mais seguros e sustentáveis. O futuro da construção pública dependerá da capacidade da indústria de adotar e implementar essas práticas de forma coesa e integrada, utilizando a tecnologia BIM como uma ferramenta fundamental para atingir esses objetivos.

2.2.3 Os Benefícios e Desafios da Implementação do BIM

A implementação do BIM em projetos públicos também é associada à redução de resíduos na construção, evidenciando sua contribuição para a sustentabilidade (Gnecco; Mattana; Fossati, 2021).

A análise da macroatualidade do BIM no Brasil revela que, apesar dos avanços, ainda existem barreiras a serem superadas, como a necessidade de capacitação e a adaptação das práticas existentes (Magalhães, 2024). A pesquisa sobre a implementação do BIM em contextos regionais, como em Recife, destaca a

importância de compreender as características locais para uma adoção mais eficaz (Saruhashi *et al.*, 2024).

Os benefícios do BIM aparecem na conexão dos envolvidos no projeto, fluxos de trabalho e dados utilizados em todo o ciclo de vida do mesmo, auxiliando diretamente na melhor tomada de decisões, soluções com opções mais sustentáveis e economia de custos em toda a vida útil do projeto. Assim, as equipes de projeto e construção podem trabalhar com mais eficiência e fluidez, melhorando a interoperabilidade e proporcionando melhores formas de trabalho e resultados (Autodesk, 2025).

Mas, o BIM também enfrenta alguns desafios para ser implementado, e o principal diz respeito a problemas técnicos, fragmentação de equipes de projeto, resistência a mudanças, falta de treinamento, questões relativas aos processos empresariais, aspectos contratuais, legais e questões referentes à propriedade intelectual e definição de responsabilidades sobre os modelos gerados (Alreshidi; Mourshed; Rezgui, 2017).

O Quadro 1 apresenta respostas às questões sobre o papel do BIM na integração do planejamento e orçamento de obras e quais as suas funções.

Quadro 1 - Benefícios e Contribuições do BIM

(continua)

Principais benefícios e contribuições com o uso do BIM na integração do planejamento e orçamento de obra		
	Item	Benefícios/Contribuições
BIM 3D Projetos	1	Identificação de possíveis conflitos e interferências de espaço e tempo.
	2	Integração e comunicação entre todos os envolvidos no projeto
	3	Redução do esforço na visualização e interpretação mental
	4	Redução da duração geral do projeto.
	5	Redução das interferências de espaço e tempo durante a construção
BIM 4D Planejamento	1	Redução de erros e omissões.
	2	Colaboração entre proprietários e firmas de projeto
	3	Melhora da imagem organizacional.
	4	Redução do retrabalho.
	5	Redução e melhor controle de custos.
	6	Redução da duração geral do projeto.

Quadro 1 - Benefícios e Contribuições do BIM

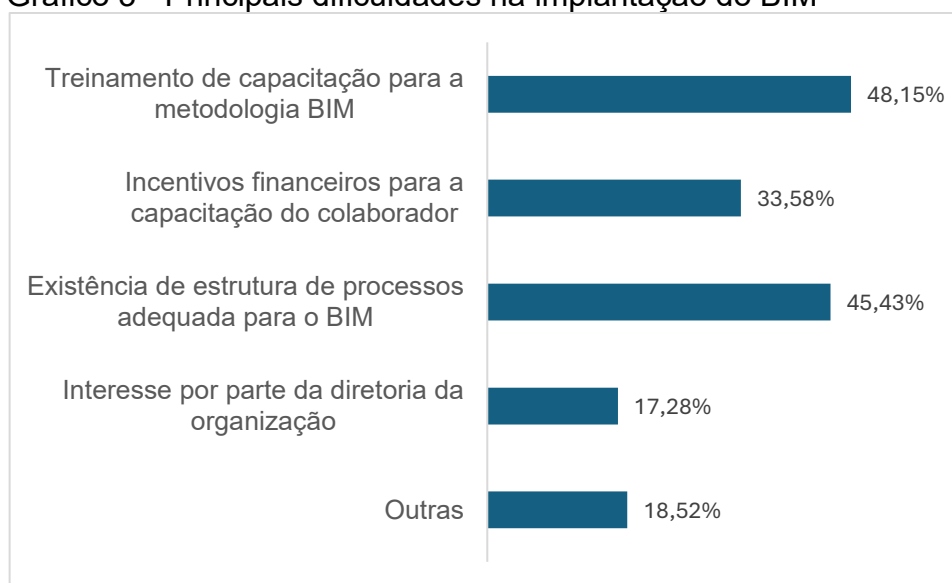
(conclusão)

	Item	Benefícios/Contribuições
BIM 5D Custos e Orçamentos	1	Fase de modelagem, passando pela extração de dados do modelo, a indexação dos dados quantitativos aos custos fornecidos.
	2	Automação dos processos de levantamento de quantidades.
	3	Ao alterar-se um elemento no modelo, automaticamente alterar-se as quantidades vinculadas a este elemento, atualizando o orçamento.

Fonte: Oliveira e Zaidan (2022) adaptado pelo autor (2024).

Miranda e Salvi, (2019) afirmam que outra barreira para a implementação do BIM no Brasil, tem sido o alto custo de treinamento dos profissionais, além do gasto com a aquisição de *softwares* por parte das empresas. Entretanto, em um estudo inicial, 55% das empresas que adotaram o BIM afirmam que a sua implantação gerou lucros, sendo que 47% destas apontam que o retorno financeiro foi obtido entre 6 meses e 1 ano de uso (Barreto *et al.*, 2016). Estes relatos demonstram que, em geral, a plataforma BIM pode não apenas ser financeiramente viável, como também pode gerar retornos sobre o investimento rapidamente (Barreto *et al.*, 2016; Miranda; Salvi, 2019) afirmam que em todos os casos de empresas que utilizaram o BIM, o retorno ocorreu após 3 anos de utilização. O Gráfico 3 apresenta as principais dificuldades na implantação do BIM.

Gráfico 3 - Principais dificuldades na implantação do BIM



Fonte: Giovannetti; Quandt; Santana (2022).

Sena, (2021) aborda barreiras que interferem na adoção do BIM e na condução de um projeto colaborativo, desde aspectos sociais e técnicos até legais e financeiros.

O autor também relata que grande parte dos custos de implantação, principalmente os relativos à infraestrutura técnica e programas de informática, tende a se dissipar com o tempo ou se diluir entre diversos contratos estabelecidos. O processo de mudança de tecnologia e de processos, invariavelmente pressupõe custos adicionais até que se torne o padrão mais difundido. No momento de transição entre a elaboração de projetos com desenhos manuais na prancheta para a elaboração de projetos em CAD, diversos custos também tiveram que ser incorporados, mas eventualmente se tornaram normas de mercado (Sena, 2021).

O Quadro 2 apresenta estas barreiras.

Quadro 2 - Barreiras para Adoção do BIM

(continua)

CATEGORIAS	BARREIRAS
Sócio-organizacionais	Resistência à mudança
	Falta de confiança em relação a novas tecnologias
	Falta de entendimento do BIM
	Variação de habilidade dos profissionais
	Falta de treinamento em BIM
	Falta de Motivação
	Conscientização dos clientes
	Adoção de práticas e padrões tradicionais
	Evitar ou esconder potenciais riscos e responsabilidades por erros
Financeiras	Custo da adoção do BIM
	Falta cobertura de determinados seguros
	Custo de treinamento em BIM
	Verba limitada
	Altos custos com recursos humanos e serviços terceirizados
Técnicas	Maturidade de tecnologias BIM
	Questões relativas à interoperabilidade
	Questões relativas a ferramentas de modelagem e colaboração existentes
	Entradas e saídas massivas de dados
	Espaço limitado de armazenamento e quantidade de dados
	Acessibilidade limitada e direitos de acesso
	Falta de mecanismos para compartilhamento de dados
	Falta de mecanismos para validação, rastreamento e controle de versão dos dados gerado
	Dificuldades em coordenar grandes modelos BIM
	Falta de mecanismos para notificação
Contratuais	Em determinados casos, empreiteiros e construtores se beneficiam de falta de transparência ou confusão nos projetos
	Contratos BIM ainda não estão maduros
	Falta de aspectos relacionados ao BIM nos contratos atuais
	Contratos precisam acomodar mudanças nos ambientes colaborativos BIM
Legais	Preocupações relativas à propriedade dos modelos

Quadro 2 - Barreiras para Adoção do BIM

(conclusão)

CATEGORIAS	BARREIRAS
Legais	Responsabilidade por dados incorretos ou incompletos
	Falta de considerações legais em contratos BIM existentes
	Falta de base legal para adotar BIM colaborativo
	Seguros pessoais não cobrem aspectos legais de trabalho colaborativo

Fonte: Sena (2021).

Ao assumir que o BIM se tornará o padrão no desenvolvimento de projetos, tais custos iniciais de implantação se tornarão menores com a evolução na adoção da metodologia.

Portanto, é fundamental que os órgãos públicos invistam em treinamento e em políticas que incentivem a adoção do BIM, garantindo que os benefícios dessa metodologia sejam plenamente aproveitados. Em resumo, a integração do BIM nas obras públicas representa uma oportunidade significativa para melhorar a eficiência, a qualidade e a transparência na gestão de projetos. Com a legislação e um compromisso com a capacitação profissional, o Brasil pode avançar na implementação do BIM, alinhando-se às melhores práticas internacionais.

2.2.4 O Processo de Implementação do BIM

Uma pesquisa envolvendo 18 países, realizada pela Federação Interamericana da Indústria da Construção (FIIC) e pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), entre novembro de 2019 e fevereiro de 2020, indicou que 79% deles trabalham com BIM e que o Brasil, focou em três segmentos, projetistas, incorporadoras e construtoras (CBIC, 2016).

Os mesmos institutos apontaram que no Japão, o BIM é utilizado em cerca de 80% das obras, nos Estados Unidos 71%, na Europa 41%, na Austrália 50% e no Brasil 40% (Carezzato, 2018). Organizações internacionais também investiram no BIM: *International Alliance of Interoperability (IAI)*; *National Institute of Building Sciences (NIBS)*; *Associated General Contractors of America (AGC)*; *Construction to Operations Building Information Exchange (COBIE)*; *General Service Administration (GSA)*; *International Council for Research and Innovation in Building and Construction (CIB)*; *Erabuild Funding Organizations, (VTT)*; *Eurostep, Rambøll, Virtual Construction (VIRCON)* (Carezzato, 2018).

No Brasil, o BIM surgiu há aproximadamente 15 anos, com poucos escritórios de arquitetura implementando esta tecnologia. Mas, observou-se que não adiantava somente o projeto arquitetônico ser desenvolvido no BIM, todos os projetos complementares também deveriam ser desenvolvidos com esta tecnologia. Assim, projetos hidráulicos, elétricos, de incêndio dentre outros começaram a ser desenvolvidos pelo BIM (CBIC, 2016).

No Brasil as pesquisas sobre BIM são muito recentes, trabalhos que abordam objetos paramétricos, IFC, interoperabilidade e colaboração digital estão presentes em diversos congressos e eventos nacionais a mais de uma década. Porém, publicações com pesquisas que abordam a terminologia BIM são bem recentes. (Machado; Ruschel; Scheer, 2017).

Em 2024, a Fundação Getúlio Vargas publicou um informe mostrando que a utilização do BIM pelas empresas de construção no Brasil atingiu um patamar de 20,6% em março de 2024, diferente do que foi apresentado em 2018, que era de apenas 9,2% (Castelo *et al.*, 2024).

Também, foi constatada pela FGV que a análise do projeto é a fase de maior utilização do BIM, seguida pelo orçamento e planejamento. O Quadro 3 apresenta estes dados.

Ainda, em uma avaliação realizada pelo Sienge, ABDI (Associação Brasileira de Desenvolvimento Industrial) e a Grant Thornton, em 2022, ocorreu de 17 de maio a 08 de julho de 2022 e contou com 478 respostas válidas para a pesquisa sobre a maturidade na utilização do BIM no Brasil, identificou que 73,2% dos entrevistados estão localizados nas regiões Sul e Sudeste do país, sendo a maioria concentrada no Estado de São Paulo (Giovannetti; Quandt; Santana, 2022).

Tabela 1 - Fases de um projeto onde é utilizada a tecnologia BIM

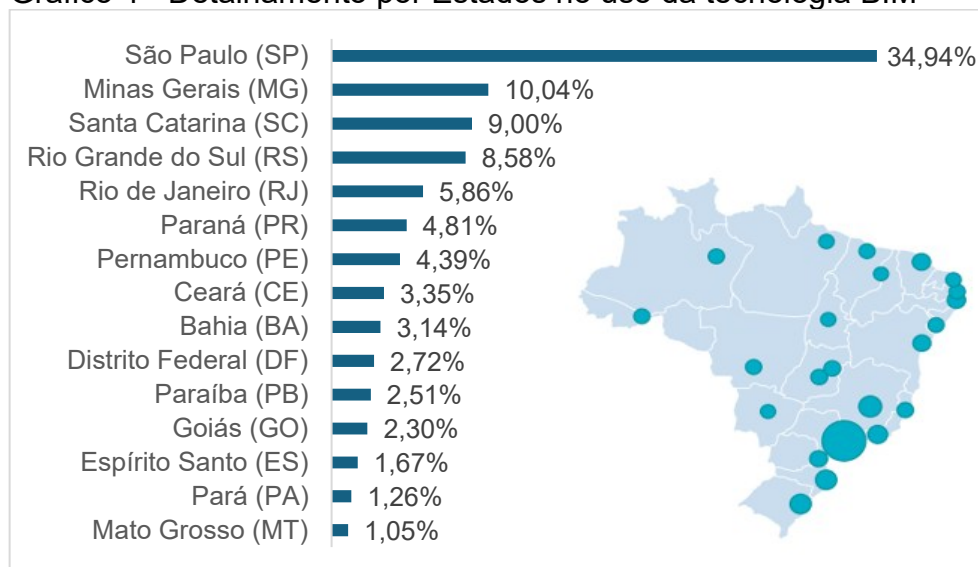
Fases do empreendimento	Análise de projetos	Orçamento	Planejamento	Outros
Setor da Construção	81,4%	63,0%	59,4%	16,8%
Edificações Residenciais	87,1%	55,4%	45,9%	11,1%
Edificações não residenciais	86,2%	54,8%	72,2%	2,9%
Obras viárias	85,4%	93,0%	85,4%	35,2%
Obras de Arte Especiais	91,1%	77,9%	70,8%	11,2%
Obras de Montagem	68,1%	40,4%	90,4%	0,0%
Obras de Instalações	67,2%	83,0%	38,2%	37,2%

Fonte: FGV IBRE (2024).

A mesma pesquisa também apontou uma grande concentração da utilização

do BIM na construção civil, principalmente nas empresas que possuem ou prestam serviços de engenharia, arquitetura, construção e gerenciamento. A Gráfico 4 detalha os Estados onde a tecnologia BIM é mais utilizada.

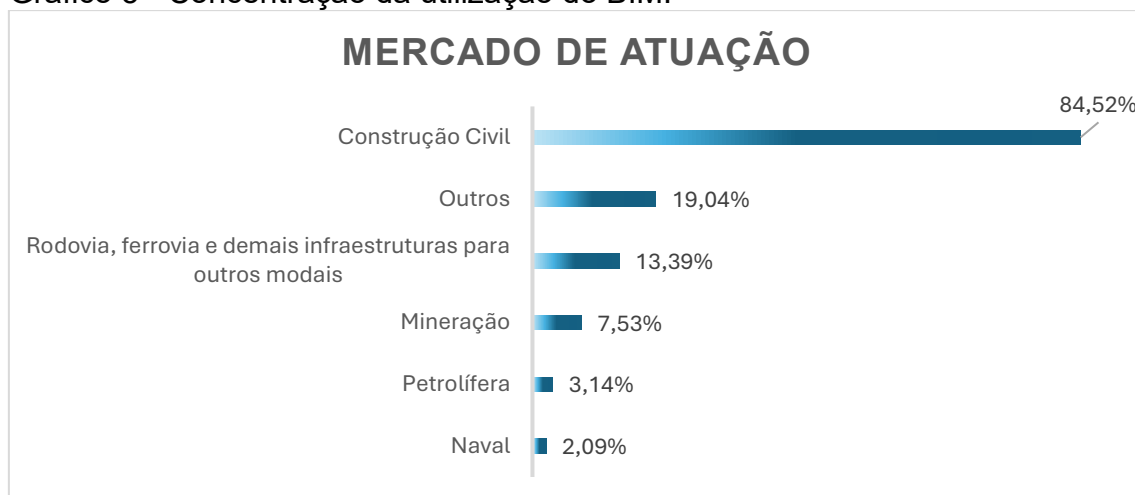
Gráfico 4 - Detalhamento por Estados no uso da tecnologia BIM



Fonte: Giovannetti; Quandt; Santana (2022).

A concentração da utilização é trazida na Gráfico 5, que apresenta os dados do mercado de atuação que utiliza a tecnologia BIM.

Gráfico 5 - Concentração da utilização do BIM.



Fonte: Giovannetti; Quandt; Santana (2022).

Os serviços prestados que fazem uso desta tecnologia apresentado pela pesquisa, estão no Gráfico 6.

Gráfico 6 - Serviços Prestados



Fonte: Giovannetti; Quandt; Santana (2022).

A alegação da não implementação do BIM pela totalidade das empresas, esbarra na barreira financeira, pois os custos de *softwares* e outros equipamentos necessários são bastante altos, impedindo a implantação da tecnologia, prejudicando assim, os próximos passos. Também, esbarrando no financeiro, está o treinamento dos profissionais que irão fazer uso da tecnologia BIM (Sena, 2021).

Deutsch (2011) e Smith *et al.* (2009) apontam a necessidade de mudanças nos processos gerenciais e ao fator humano como estratégias de implementação do BIM. Assim, discute-se como deve ser a abordagem da implementação: *top-down*, *bottom-up*, com um time focado ou a partir de um piloto.

Arayici, Coates e Koskela, (2011) e Hartman, (2012) mostram a importância de envolver o time operacional no processo de mudança (*bottom-up*) a fim de compreender o seu impacto em tempo e custo e minimizar a resistência das pessoas.

Por outro lado, Wong (2009) observa que o apoio governamental para implementação BIM direciona o setor para uma maior utilização de BIM e, se esse apoio for forte, pode criar um ambiente ativo e uniforme para uma ampla aceitação e desenvolvimento do BIM.

Entretanto, se esse apoio for fraco, o setor tende a não adicionar o fator interorganizacional de colaboração e manter-se fragmentado.

Os principais autores sobre o processo BIM trazem diferentes sequencias no processo de implementação:

- a) Eastman *et al.* (2014): definir objetivos claros para o negócio, estabelecer métricas para avaliar o progresso da implementação, fazer um exercício

teste, realizar um projeto piloto, participar ativamente dos esforços de implementação;

- b) Smith e Tardif (2009): alinhar a estratégia de implementação com as tendências tecnológicas, avaliar os riscos envolvidos, delimitar uma abordagem sistemática para a implementação, promover uma mudança cultural a partir da gestão da informação colaborativa, avaliar a capacidade da equipe, usar a tecnologia para aumentar a confiabilidade e reduzir o risco na troca de informações e gerenciar expectativas;
- c) Deutsch (2011): estabelecer o comprometimento com a diretoria, desenvolver um plano de implementação, selecionar um projeto piloto e um time para iniciar a implementação, contratar uma consultoria BIM, configurar um treinamento inicial, mudar o vocabulário e a percepção, avaliar o plano de implementação, criar um manual BIM e replicar o processo para novas equipes e iniciar novos projetos com o processo BIM.
- d) Uthman (2011): identificar os objetivos da organização, selecionar e treinar o time, testar e realizar um teste piloto;
- e) Codinhoto *et al.* (2011): identificar e entender quais são os atuais problemas que a organização possui, quanto eles custam (em termos de tempo, pessoal e recursos), o quanto estes problemas poderiam ser melhorados com BIM, qual o valor do investimento para implementar o BIM (treinamento do pessoal, aquisição de software, mudança nos processos necessários), além de, avaliar os níveis de capacidade e de maturidade da empresa em relação ao BIM.

Este estudo propõe verificar se o processo de implementação do BIM tem sido incorporado aos processos de licitação e ao planejamento estratégico das universidades públicas de Minas Gerais corroborando com a literatura sobre o tema.

O modelo de Capacidade BIM, que abrange níveis que vão de 0 a 3, serve como uma ferramenta de avaliação da proficiência em *software* das partes interessadas. Tal modelo é destinado ao uso por indivíduos ou entidades que atuam no âmbito do BIM. As três fases que compõem a capacidade BIM são as seguintes: 1. Modelagem baseada em objetos em BIM — Estágio 1; 2. Colaboração baseada em modelos — Estágio 2; 3. Integração baseada em redes — Estágio 3 (Succar; Sher; Williams, 2012).

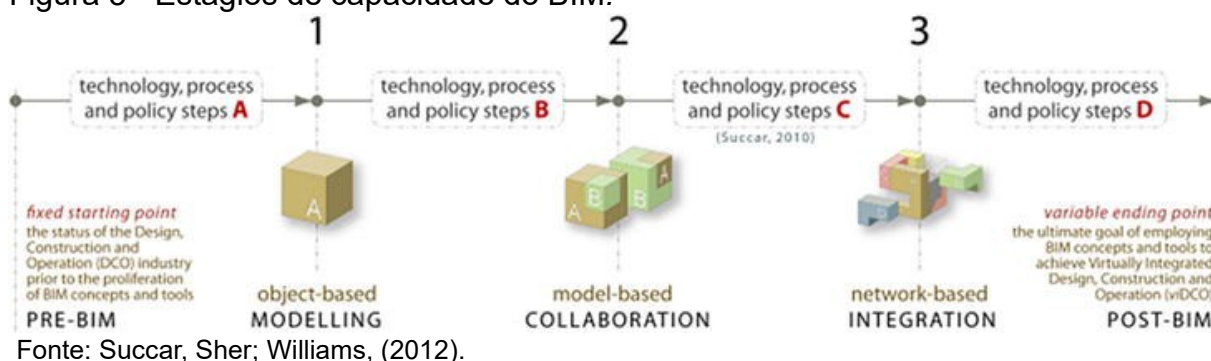
Os critérios mínimos de cada estágio BIM delineiam suas características. Por

exemplo, para que uma organização seja avaliada no Estágio de Capacidade BIM 1, é necessário que tenha implementado um software de modelagem baseado em objetos, como ArchiCAD, Revit, Tekla ou Constructor.

De maneira análoga, para alcançar o Estágio de Capacidade BIM 2, a organização deve estar envolvida em um projeto colaborativo interdisciplinar que utiliza uma abordagem "baseada em modelo". Para ser avaliada no Estágio de Capacidade BIM 3, uma organização deve compartilhar modelos baseados em objetos com, no mínimo, duas outras disciplinas, utilizando uma solução de rede, como servidores de modelo. Os Passos de Competência são subdivididos em cada um dos três Estágios de Capacidade. Embora esses passos representem mudanças progressivas, os avanços em si são considerados transformadores ou drásticos (Taylor; Levitt, 2005).

As três fases de capacidade BIM estão ilustradas na Figura 3.

Figura 3 - Estágios de capacidade do BIM.



Essa distinção é fundamental para entender a diferença entre os avanços e os passos. O conjunto de ações necessárias para transitar de um Estágio BIM para outro, desde o pré-BIM até o pós-BIM, é determinado pelos requisitos, desafios e entregas específicas associadas a cada estágio.

Os principais autores discutidos no tópico do processo de implementação do BIM enfatizam que objetivos claros da organização, mudanças culturais da gestão, e comprometimento das diretorias, são requisitos para o sucesso no processo de implementação do BIM nas organizações.

2.3 LEGISLAÇÃO E NORMATIVAS SOBRE BIM NO BRASIL

A legislação e normativas sobre a Modelagem da Informação da Construção (BIM) no Brasil tornaram-se um tema de crescente relevância, especialmente no contexto da modernização do setor de construção civil.

A adoção do BIM no Brasil, embora ainda incipiente, está em ascensão, e sua orientação é fundamental para garantir a eficiência e a integração dos processos de projeto e construção.

A legislação atual e as iniciativas normativas visam criar um ambiente propício para a implementação do BIM, promovendo a colaboração entre o setor público, privado e acadêmico. Um dos principais desafios enfrentados na adoção do BIM no Brasil é a falta de marcos regulatórios claros e abrangentes.

De acordo com Nardelli, a implementação do BIM no setor público requer a definição de diretrizes que sejam objetivas e universais, uma vez que lacunas e informações contraditórias frequentemente dificultam o processo de adoção (Nardelli *et al.*, 2024).

A pesquisa apoiada pelo Sindicato Nacional das Empresas de Arquitetura e Engenharia Consultiva - SINAENCO, em parceria com a Universidade Presbiteriana Mackenzie, busca desenvolver um "Guia de Boas Práticas de Contratação em BIM", que pode servir como um referencial para a gestão pública (Nardelli *et al.*, 2024).

Além disso, a integração de normativas locais, como as propostas pelo projeto Liga BIM em Santa Catarina, é essencial para que cada município possa adaptar as diretrizes do BIM às suas necessidades específicas (Lino; Silva; Lima, 2024).

A legislação brasileira também está se adaptando para incluir o BIM em suas diretrizes. O Programa Nacional de Eficiência Energética em Edificações, por exemplo, promove a avaliação da eficiência energética das edificações, e a atualização das instruções normativas do INMETRO para a Classe de Eficiência Energética de Edificações Comerciais e Públicas é um passo importante nesse sentido (Pimentel; Barbosa; Reis, 2020).

Essa atualização apenas não reflete a necessidade de incorporar novas tecnologias, mas também estabelece um padrão que pode ser seguido por projetos que utilizam BIM, garantindo que as edificações atendam a critérios de eficiência energética.

A discussão sobre a obrigatoriedade do uso do BIM em obras públicas também

está ganhando destaque. Gysel, Van, Fiss e Bortolini (2023) apontam que, embora a adoção do BIM esteja crescendo, sua implementação ainda é predominante nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, e a criação de uma estrutura normativa que define claramente a obrigatoriedade do uso do BIM em projetos públicos é crucial para sua expansão.

A normatização não apenas facilita a adoção da tecnologia, mas também garante que todos os envolvidos no processo de construção sejam alinhados em relação às expectativas e requisitos do projeto.

Além das diretrizes governamentais, a formação acadêmica também desempenha um papel vital na disseminação do BIM. Barison e Santos discutem a importância de preparar os futuros profissionais de arquitetura e engenharia para o uso do BIM, enfatizando que as competências relacionadas a essa tecnologia deve ser incorporada nos currículos das universidades (Barison; Santos, 2016).

A análise das teses e dissertações sobre BIM realizadas no Brasil entre 2013 e 2018, conforme apresentada por Checcucci (2019), revela um panorama das pesquisas acadêmicas que podem contribuir para a formação de profissionais capacitados e para a evolução das práticas de construção.

A educação é, portanto, um pilar fundamental para a implementação bem-sucedida do BIM no Brasil. A colaboração entre os setores público e privado é outra dimensão importante na regulamentação do BIM.

A interação entre as empresas de construção e as instituições governamentais pode facilitar a criação de normas que atendam às necessidades de ambos os lados.

Uma pesquisa de Gonçalves *et al.* sobre as políticas públicas no Brasil destaca a importância de um diálogo contínuo entre os diferentes atores envolvidos na construção civil para que as legislações sejam efetivas e aplicáveis (Gonçalves *et al.*, 2021).

A criação de um ambiente colaborativo pode acelerar a adoção do BIM, promovendo a inovação e a eficiência no setor. Outro aspecto relevante é a necessidade de uma abordagem integrada para a avaliação das competências relacionadas ao BIM.

Succar, Sher e Williams (2013a) sugerem que a identificação e a classificação das competências BIM são essenciais para o desenvolvimento de sistemas de gestão de competências que podem ser aplicados em diferentes contextos. Essa abordagem pode ser particularmente útil na formação de profissionais e na definição de requisitos

para a contratação de serviços que utilizam BIM, garantindo que as equipes envolvidas possuam as habilidades para operar dentro desse novo paradigma.

A normatização do BIM também deve considerar as especificidades regionais e setoriais. Uma análise de documentos BIM na América Latina, conforme proposta por Dunel,, revela que o Brasil possui uma série de diretrizes que podem servir como referência para a implementação da metodologia no setor da Arquitetura, Engenharia e Construção – (AEC) (Dunel, 2023).

A diversidade de contextos e necessidades em diferentes regiões do Brasil exige que as normativas sejam flexíveis o suficiente para permitir adaptações locais, ao mesmo tempo em que mantenham um padrão de qualidade e eficiência.

Por fim, a implementação do BIM no Brasil é um processo que envolve múltiplas camadas de regulamentação e normatização. Desde a criação de diretrizes governamentais até a formação acadêmica e a colaboração entre setores, cada aspecto desempenha um papel crucial na construção de um ambiente propício para a adoção do BIM.

A continuidade desse processo dependerá da capacidade dos envolvidos em dialogar e adaptar as práticas às necessidades emergentes do setor, garantindo que o Brasil possa se beneficiar plenamente das vantagens oferecidas pela Modelagem da Informação da Construção.

O Quadro 3 apresenta as principais normas e legislações federais que mencionam o BIM, seguidas da sua descrição.

Quadro 3 - Normas, Decretos BIM federais.

(continua)

Lei, Decreto ou Norma	Ementa
NBR 15965-1:2011	Sistema de classificação da informação da construção - Parte 1: Terminologia e Estrutura
NBR 15965-2:2012	Sistema de classificação da informação da construção - Parte 2: Características dos objetos da construção.
NBR 15965-3:2014	Sistema de classificação da informação da construção. Parte 3: Processos da construção.
NBR 15965-7:2015	Sistema de classificação da informação da construção. Parte 7: Informação da construção.
NBR ISO12006-2:2018	Construção de edificação - Organização de informação da construção.
NBR ISO 16739-1:2023	<i>Industry Foundation Classes (IFC)</i> - Compartilhamento de dados nos setores de construção e gerenciamento de instalações.
Decreto nº 9.377, de 17 de maio de 2018 (REVOGADO)	Institui a Estratégia Nacional de Disseminação do <i>Building Information Modelling</i> .

Quadro 3 - Normas, Decretos BIM federais.

(conclusão)

Lei, Decreto ou Norma	Ementa
NBR ISO 16739-1:2023	<i>Industry Foundation Classes (IFC)</i> - Compartilhamento de dados nos setores de construção e gerenciamento de instalações.
Decreto nº 9.377, de 17 de maio de 2018 (REVOGADO)	Institui a Estratégia Nacional de Disseminação do <i>Building Information Modelling</i> .
Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019 (REVOGADO)	Dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do <i>Building Information Modelling</i> e institui o Comitê Gestor da Estratégia do <i>Building Information Modelling</i> .
Decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020	Estabelece a utilização do <i>Building Information Modelling</i> na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, no âmbito da Estratégia Nacional de Disseminação do <i>Building Information Modelling</i> - Estratégia BIM BR
Lei nº 14.133, de 1º de abril de 2021	Lei de Licitações e Contratos Administrativos.
Decreto nº 11.888, de 22 de janeiro de 2024	Dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do <i>Building Information Modelling</i> no Brasil - Estratégia BIM BR e institui o Comitê Gestor da Estratégia do <i>Building Information Modelling</i> - BIM BR.

Fonte: Autor (2024).

Atualmente, a legislação fala na utilização de BIM para obras e serviços de engenharia e arquitetura quando o assunto é licitação de obras públicas. Isto está previsto na Lei nº 14.133 – Lei de Licitação e Construção (CBIC, 2016).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT também criou, em 2009, uma comissão permanente para estudo, a BIM-ABNT/CEE/137, para desenvolvimento e atualização das normas relacionadas à construção civil.

Importante também é o Decreto nº 10.306/2020 que preconiza *BIM Mandate*, quando se trata de Administração Pública Federal, os projetos a serem executados devem contemplar o uso de BIM, como modelos de engenharia, documentação gráfica, extração de quantitativos e detecção de interferências.

BIM Mandate é um conjunto de requisitos de troca e entrega de informações estipulado por uma autoridade reconhecida de um país, como o próprio governo.

O Decreto nº 11.888/2024 também atualiza o Comitê Gestor (CG) da Estratégia BIM BR, incluindo o Ministério da Educação. Cabe ao CG implementar a Estratégia BIM BR e gerenciar as suas ações, além de acompanhar e avaliar periodicamente os avanços para uma eventual atualização da estratégia.

Estratégia Nacional de Disseminação do *Building Information Modelling* no Brasil - Estratégia BIM BR tem o objetivo de promover um ambiente adequado ao

investimento em BIM e a sua difusão no País. Vale dizer, que se considera BIM o conjunto integrado de processos e tecnologias que permite criar, utilizar, atualizar e compartilhar, colaborativamente, modelos digitais de uma construção, de forma a servir potencialmente a todos os participantes do empreendimento durante o ciclo de vida da construção.

A partir de 2024, a legislação exige que os modelos deverão possuir todas as etapas envolvidas na obra, como o planejamento da execução, no orçamento e na utilização dos modelos e suas informações como construído (*as built*), para Ministério da Defesa, por meio das atividades executadas nos imóveis jurisdicionados ao Exército Brasileiro, à Marinha do Brasil e à Força Aérea Brasileira, e para Ministério da Infraestrutura, por meio das atividades coordenadas e executadas pela Secretaria Nacional de Aviação Civil, para investimentos em aeroportos regionais e pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), para reforço e reabilitação estrutural de obras de arte especiais.

Neste tópico de legislação e normativas sobre o BIM no Brasil, as normativas recente tentam criar um ambiente propício para a implementação do BIM, promovendo a colaboração entre o setor público, privado e acadêmico.

3 METODOLOGIA

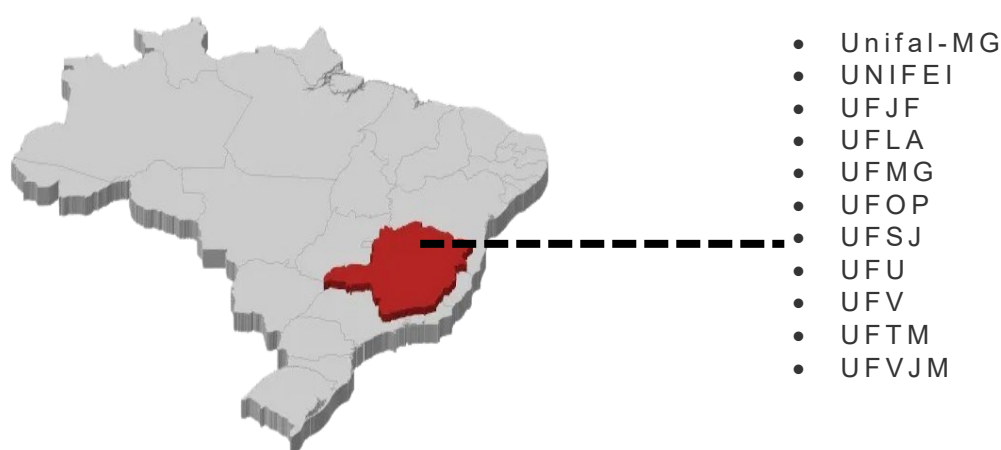
A metodologia deste estudo foi elaborada com o intuito de orientar a análise do estágio de implementação da metodologia BIM nas universidades federais de Minas Gerais. Para isso, a pesquisa se fundamenta em uma abordagem qualitativa.

Estudos trazidos pelo Acórdão nº 2.134/2023 – Plenário, no que se refere às informações organizadas por massa setorial, o painel indica que 58,1% das obras relacionadas à educação encontram-se paralisadas de um total de 8.603 com a mesma situação (TCU, 2023). Essa situação pode sinalizar a existência de problemas específicos relacionados aos programas e contratos desse setor.

Essa elevada taxa de paralisação das obras na área educacional não apenas levanta preocupações sobre a eficiência e a eficácia dos investimentos realizados, mas também sugere a necessidade de um diagnóstico minucioso das causas subjacentes a essa inatividade.

Para realização de um recorte para estudo foram selecionadas as universidades federais mineira é o estado que possui o maior número de universidades federais do país, contando com 11 dessas instituições.

Figura 4 - Universidades federais mineiras



Fonte: Autor com base em mapa ilustrado pelo Governo de Minas Gerais (2024)

Além disso, é o 2º estado com mais obras apoiadas pelo Novo PAC, totalizando 49 obras (Brasil, 2024).

A adoção de tecnologias inovadoras no setor público faz do BIM uma tendência crescente no setor da construção civil, com um potencial significativo para transformar

a gestão e execução de obras públicas. A tecnologia pode melhorar a eficiência, a transparência e a qualidade nos projetos de infraestrutura pública, ajudando na modernização do setor e no cumprimento de metas governamentais (Mazione, 2013).

Uma análise documental dos editais de licitação de obras públicas e dos Planos de Desenvolvimento Institucional (PDI) das instituições de ensino superior revela a intersecção entre práticas de compras públicas e a promoção do desenvolvimento sustentável com uma perspectiva de futuro na contratação de obras públicas.

Para a realização desta análise de visão de futuro foram escolhidos os Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI), documento no qual a universidade olha para seu presente e projeta seu futuro. Ainda que uma exigência legal, o mais relevante, e para além de qualquer formalismo, deve ser a consideração sobre a elaboração do PDI como aquelas propostas e condições para o desenvolvimento institucional e como ferramenta de planejamento acadêmico e de gestão.

A legislação brasileira, especialmente a Lei nº 14.133/2021, trouxe mudanças tecnológicas inovadoras que visam aprimorar a transparência e a eficiência nos processos licitatórios, além de criar a adoção de critérios sustentáveis nas aquisições públicas (Castro; Cabral Neto; Paz, 2023).

Para atingir o objetivo proposto, a análise documental do último edital de licitação de obras do ano de 2024 trará a visão da atual situação no processo de implementação do BIM na instituição, visto que o art. 19, § 3º, da lei nº 14.133/2021, regulamentou que o BIM ou tecnologia similar seja preferencialmente adotado nas licitações de obras e serviços de engenharia e arquitetura.

Os editais de licitação de obras e serviços de engenharia são compostos de termo de referência, estudo técnico preliminar, memorial descritivo, especificações técnicas, planilha orçamentária, cronograma físico-financeiro, plantas e projetos de cada disciplina da engenharia relevante a licitação etc. Esses documentos trazem informações para caracterizar conformes as 8 dimensões do BIM.

De acordo com Marconi e Lakatos, (2003), os documentos podem ser classificados em dois grupos principais: documentos escritos e documentos iconográficos. Os documentos escritos incluem uma variedade de materiais, como documentos parlamentares, jurídicos, fontes estatísticas, publicações administrativas e documentos de natureza particular. Por outro lado, os documentos iconográficos são aqueles que contêm imagens, desenhos ou pinturas. Para esta análise, usaremos estes dois tipos, já que em anexo aos editais de obras públicas também serão

categorizados os projetos executivos.

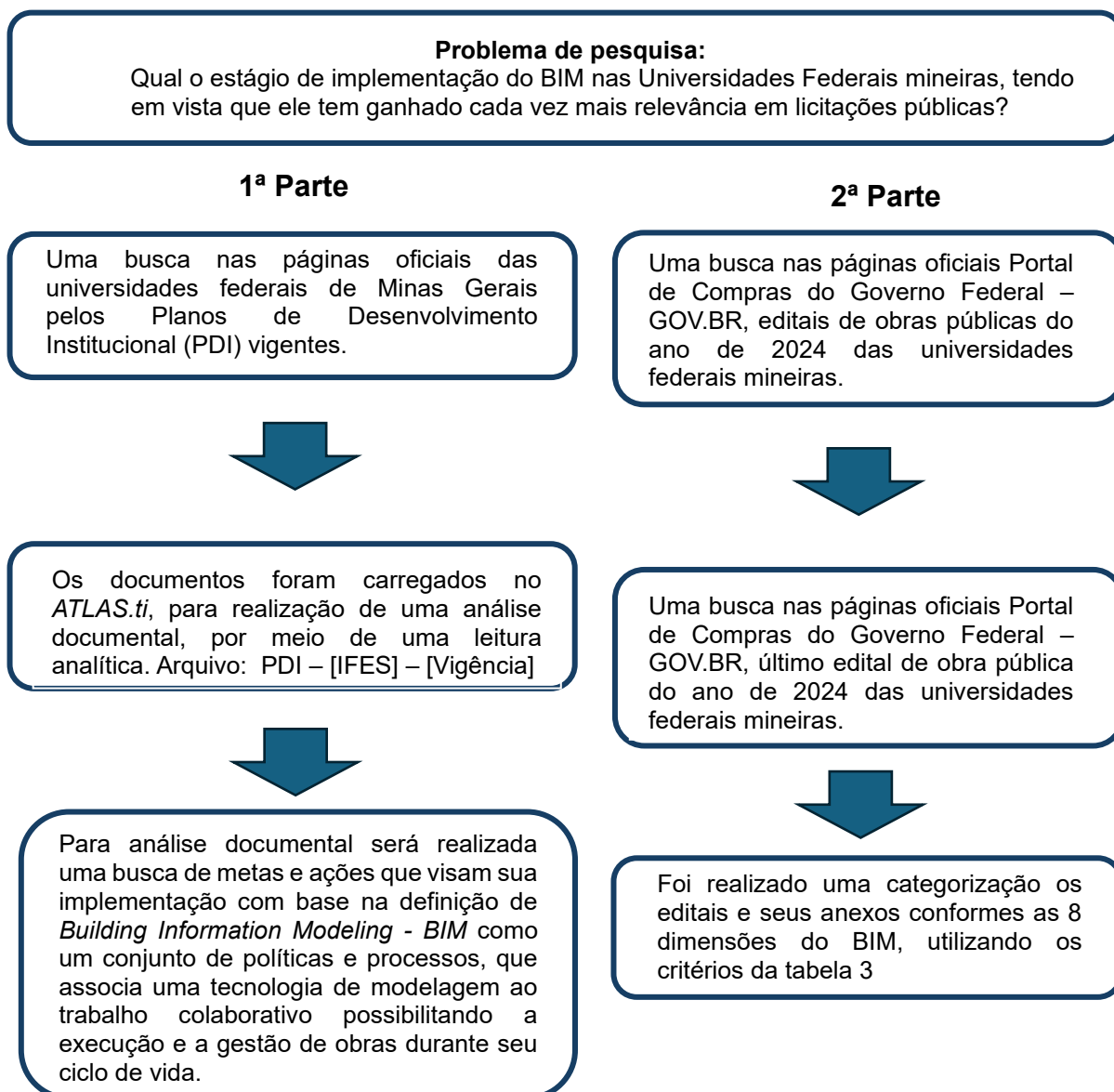
Gil (2010) argumenta que as fontes impressas frequentemente oferecem ao pesquisador informações suficientemente detalhadas para evitar a necessidade de realizar levantamentos de campo. Ele classifica as fontes documentais mais relevantes como: registros estatísticos, registros institucionais escritos, documentos pessoais e comunicações em massa.

Como qualquer abordagem metodológica, a pesquisa documental apresenta tanto vantagens quanto desvantagens. Entre as vantagens, destaca-se a estabilidade e a riqueza dos documentos como fontes de evidência, permitindo que o pesquisador consulte as informações diversas vezes. Além disso, o custo financeiro é relativamente baixo, uma vez que o principal investimento é o tempo, e proporciona maior acessibilidade ao pesquisador. A pesquisa documental também pode servir para ratificar, validar ou complementar informações obtidas por meio de outras técnicas de coleta de dados, conforme apontado por Guba e Lincoln (1981).

Por outro lado, Guba e Lincoln, (1981) também discutem as desvantagens da pesquisa documental, ressaltando que os documentos podem ser amostras não representativas dos fenômenos em estudo. Isso significa que, em algumas situações, os documentos podem não refletir com precisão as informações reais, uma vez que foram produzidos sem a intenção de fornecer dados para investigações futuras. Além disso, a quantidade limitada de documentos disponíveis pode restringir a capacidade de fazer inferências significativas.

Em síntese, a análise documental, sob uma perspectiva qualitativa, é um procedimento que utiliza técnicas específicas para a apreensão e compreensão de diversos tipos de documentos. Este processo exige uma cuidadosa seleção, coleta, análise e interpretação dos dados, assegurando que a pesquisa seja conduzida de maneira rigorosa e fundamentada. A coleta de dados para análise da hipótese de pesquisa seguirá as etapas conforme Figura 5 abaixo:

Figura 5 - Coleta de dados



Fonte: Autor (2025).

Após a coleta, os documentos selecionados passaram por uma análise detalhada utilizando o software *ATLAS.ti*, conforme descrito por Silva Junior e Leão (2018). Este software é uma ferramenta eficiente para a análise de conteúdo, permitindo que o pesquisador organize, codifique e interprete os dados de maneira eficiente. A escolha do *ATLAS.ti* como ferramenta de análise se justifica pela capacidade do *software* de lidar com grandes volumes de dados qualitativos, permitindo uma análise mais rigorosa e sistemática. O *ATLAS.ti* oferece recursos que facilitam a visualização de dados, como gráficos e redes de resolução, que auxiliam na interpretação dos resultados.

Na análise desta 1ª Etapa serão selecionados trechos visam o realizar o processo de implementação do BIM. Nesta etapa também será levantado ações e metas relacionadas as principais dificuldade na implantação BIM: treinamento de capacitação; incentivos financeiros para a capacitação do colaborador; existência de processos adequados; e interesse por parte da diretoria da organização no processo de implementação (Giovannetti; Quandt; Santana, 2022).

Ainda nesta etapa também serão selecionadas a ações e metas que estariam ligadas a rotinas de funcionamento da metodologia BIM, caso a esta já fizesse parte do funcionamento da instituição. Para uma melhor compreensão estão ações e metas foram classificadas em dimensões adaptadas de Arnal, (2018) tratadas no referencial teórico: 1D – Protocolos, 2D – Colaboração, 3D – Modelagem Paramétrica, 4D – Planejamento Temporal, 5D – Custos, 6D – Sustentabilidade, 7D – Gestão e Manutenção e 8D – Segurança.

Já na 2ª etapa, foram analisados os editais das licitações das universidades ocorridas no ano de 2024 e selecionado o último edital publicados e homologados deste ano, os quais foram categorizados com dimensões de abrangência: 1D – Protocolos, 2D – Colaboração, 3D – Modelagem Paramétrica, 4D – Planejamento Temporal, 5D – Custos, 6D – Sustentabilidade, 7D – Gestão e Manutenção e 8D – Segurança (Arnal, 2018). Para realizar esta classificação na análise dos documentos e projetos foram analisados elementos que respondam as questões da Quadro 4.

Quadro 4 - Critérios de classificação

(continua)

Dimensões	Critérios de Avaliação
1D - Protocolos	Os arquivos de projetos possuem extensão de software BIM, padrões de projeto e níveis de detalhamento?
2D - Colaboração	Os projetos passaram por compatibilização / interoperabilidade compartilhando informações?
3D - Modelagem Paramétrica	Os projetos possuem modelagem 3D e informações paramétricas?
4D - Planejamento Temporal	O cronograma possui planejamento temporal?
5D – Custos	A planilha de custo possui levantamento associado aos elementos dos projetos?
6D - Sustentabilidade	Possui informações ou dados de avaliação utilizando critérios de sustentabilidade? (exigência de informações sobre o fabricante, cronogramas de manutenção, detalhes de como o item deve ser configurado e operado para se obter um desempenho ideal, vida útil esperada e critérios de qualidade)

Quadro 4 - Critérios de classificação

(conclusão)

Dimensões	Critérios de Avaliação
7D - Gestão das Instalações	Possui projeto/elementos que possibilitem a gestão da edificação? (como <i>as built</i> em BIM, a exigência de manuais de manutenção ou de operação, informações sobre garantia e especificações técnicas, para serem utilizados em um estágio futuro)
8D - Segurança	Possui um sistema de segurança que possibilita seu monitoramento / controle?

Fonte: Autor (2025).

Esta etapa da pesquisa tem como objetivo analisar os editais e seus anexos, respondendo afirmativamente às questões específicas, que aborda os principais conceitos relacionados com a elaboração e análise de editais. Quando o critério não for cumprido será respondido negativamente. A dimensão 3D - Modelagem Paramétrica serão analisados 8 tipos de projetos: arquitetura, cabeamento estruturado, elétrico, hidrossanitário, estrutural, hidrossanitário, sistema de combate a incêndio e pânico, climatização e rede de gases. Para os projetos que não fazem parte do escopo da licitação serão respondidos com N/A – Não se aplica.

Para avaliar o nível de implementação do BIM nesta dimensão será feita uma proporção contando a quantidades de projetos que atenderam ao critério dividido pelo número de projetos disponíveis no edital.

Esta análise será realizada de forma sistemática, considerando os principais aspectos que devem ser incluídos nos editais, objetivamente em adequação às normas vigentes.

A tabulação de dados pode ser feita utilizando softwares especializados em análise de dados, como o Excel, para ranquear o nível de implementação do BIM nas já implementado na instituição. Para isso será realizado uma relação entre a quantidade de projetos que utilizaram a metodologia BIM, pelo número disponível de projeto no edital.

A análise dos dados permitiu a elaboração de orientações para a implementação do BIM, contribuindo para uma gestão mais eficiente nas obras públicas das universidades mineiras.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Considerando o objetivo geral desta pesquisa que é “avaliar como o BIM tem sido incorporado aos processos de licitação e ao planejamento estratégico das universidades públicas de Minas Gerais”, a presente análise será dividida em 2 etapas definidas na metodologia.

Os Planos de Desenvolvimento Institucional (PDI) disponíveis no site oficial de cada instituição das 11 universidades federais mineiras analisados possuem as suas seguintes vigências, conforme Quadro 5:

Quadro 5 - Instituição de Ensino Superior e Vigência PDI

Instituição de Ensino Superior	Vigência PDI
Universidade Federal de Alfenas - UNIFAL-MG	2021 a 2025
Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI	2024 a 2028
Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF	2022 a 2027
Universidade Federal de Lavras - UFLA	2021 a 2025
Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG	2024 a 2029
Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP	2016 a 2025
Universidade Federal de São João del-Rei - UFSJ	2019 a 2024
Universidade Federal de Uberlândia - UFU	2022 a 2027
Universidade Federal de Viçosa - UFV	2024 a 2029
Universidade Federal do Triângulo Mineiro - UFTM	2020 a 2024
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM	2024 a 2028

Fonte: Autor (2025).

Comparando essas datas de vigência com as principais legislações sobre a utilização do BIM no governo federal, o Decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020, que estabeleceu a utilização do *Building Information Modelling* na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, no âmbito da Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling - Estratégia BIM BR, e a Lei nº 14.133, de 1º de abril de 2021 – Lei de Licitações e Contratos Administrativos, com a data de início dos PDI vigentes das universidades, podemos notar que apenas 5 dos 11 PDIs foram elaborados após a promulgação das principais legislações sobre o tema.

Nesta 1ª etapa foram encontrados 4 objetivos ligados efetivamente à implementação do BIM nas instituições, sendo 3 na UFJF e 1 na UFMG.

Quadro 6 - Ação 2 – Objetivo 1 – UFJF

AÇÃO 2: CONTINUAR A IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA BIM PARA PROJETOS DE ARQUITETURA E ENGENHARIA, NA PROINFRA.	
OBJETIVO 1	
O1	Manutenção e ampliação de contratos de licença e atualização de softwares BIM, softwares de transição baseados em CAD e softwares correlatos.
METAS DO OBJETIVO 1	
M1.1	Renovar contratos de licença de softwares.
M1.2	Adquirir novos softwares e plugins.
INDICADORES DA META 1.1	
I1.1.1	Renovação de licenças dos atuais softwares BIM e CAD.
INDICADORES DA META 1.2	
I1.2.1	Elaborar termo de referência para novos softwares e plugins.
I1.2.2	Licitatar softwares e plugins.
OBJETIVO 2	
O2	Treinamento das equipes de projeto, fiscalização e manutenção para uso de ferramentas BIM.
METAS DO OBJETIVO 2	
M2.1	Contratar consultoria para implantação de gestão de projetos, gestão de obras e manutenção baseadas em BIM.
M2.2	Oferecer cursos de treinamento em BIM.
M2.3	Garantir bolsas de Treinamento Profissional em Gestão, para alunos das faculdades de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia, voltadas à implantação e utilização do BIM.
M2.4	Ofertar disciplinas extensionista voltada para o BIM, nas Faculdades de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia em parceria com a PROGRAD e PROINFRA.
OBJETIVO 3	
O3	Aquisição de equipamentos, hardwares, para uso BIM em alta performance.
METAS DO OBJETIVO 3	
M3.1	Adquirir equipamentos, hardwares, robustos de alta performance visando agilidade na utilização do BIM e produção de Nuvem de Pontos.
M3.2	Adquirir softwares para geração e tratamento da informação de nuvem de pontos.

Fonte: UFJF (2021).

Para o cumprimento destes objetivos, a equipe da UFJF propôs a criação de disciplinas extensionistas visto que o sistema BIM demanda contínuo aprendizado e possibilita inúmeras atividades que podem ser realizadas com maior economicidade agregando a equipe de projetos, manutenção e fiscalização de obras acadêmicos de arquitetura e engenharia por meio de projetos de Treinamento Profissional em Gestão (TPG). A equipe de projetos e manutenção civil da Proinfra já conta com uma cultura exitosa de abrir editais para bolsistas e voluntários em TPG, desde 2017, e instituir grupo de trabalho para coordenação e acompanhamento das ações a serem desenvolvidas. Complementando seu processo de implementação ainda será contratada consultoria para implantação de gestão de projetos, gestão de obras e manutenção baseadas em BIM, além da aquisição de software e hardware compatíveis com a demanda.

Ações de criação de disciplinas extensionistas e de um grupo de trabalho estão alinhadas com os processos de implementação defendidos por Smith e Tardif (2009), que propõem alinhar a estratégia de implementação com as tendências tecnológicas, avaliando os riscos envolvidos, delimitando uma abordagem sistemática para a implementação, promovendo uma mudança cultural a partir da gestão da informação colaborativa. Esta visão coaduna a proposta de Deutsch (2011) para contratar uma consultoria BIM e configurar um treinamento inicial.

Na UFMG, o objetivo apresentado é mais amplo, visado a modernização na gestão e execução de obras reformas e serviços de engenharia, sem os detalhes das ações com foi definido pela UFJF. A metodologia utilizada para atendimento das ações propostas, não foi definida nos objetivos e nas ações.

Quadro 7 - Objetivos UFMG

Objetivos específicos (Metas)
<ul style="list-style-type: none"> • Aprimorar o planejamento físico, territorial e urbanístico dos <i>campi</i> da UFMG • Modernizar a gestão e a execução de obras, reformas e serviços de manutenção da UFMG. • Produzir estratégias para melhores gestão e intercomunicação das rotinas e experiências relativamente aos processos e procedimentos administrativos. • Tratar a questão da Gestão Ambiental como parte de uma pauta ambiental diária da Universidade, de forma visível e permeando todas as ações: uso racional dos recursos naturais, logística, gestão adequada de resíduos, atendimento e legislação, compras sustentáveis etc., em articulação com as dimensões acadêmicas do ensino, da pesquisa e da extensão. • Estabelecer uma Política de Segurança para a UFMG que preveja ações de curto, médio e longo prazos.

Fonte: UFMG (2023).

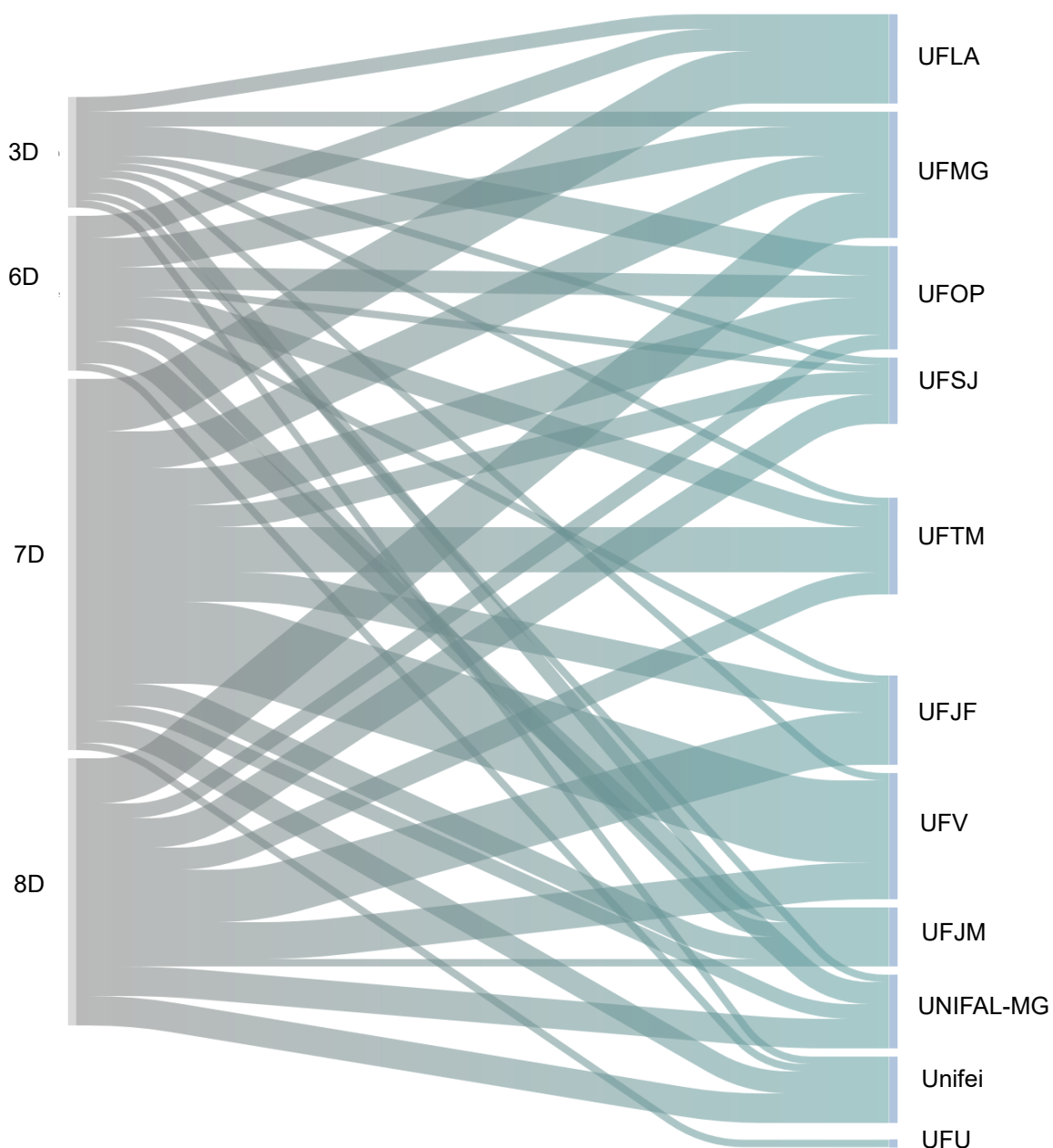
Apesar do alinhamento com o conceito de um conjunto de políticas e processos, que associa uma tecnologia de modelagem ao trabalho colaborativo possibilitando a execução e a gestão de obras durante seu ciclo de vida, não podemos afirmar que a metodologia BIM será a escolhida pela UFMG.

Apesar de a legislação de obras públicas ter convergido para a implementação e uso no BIM, nas outras universidades não foram encontradas metas e ações especificamente direcionados para o processo de implementação do modelo nos processos de execução e gestão de obras públicas.

Aprofundando mais a análise, buscamos nos PDIs por metas e ações,

para verificarmos se há a necessidade de implementação de uma metodologia que melhoraria o processo de execução e gestão das obras. Essas ações e metas foram classificadas em dimensões adaptadas de Arnal, (2018) tratadas no referencial teórico: 1D – Protocolos, 2D – Colaboração, 3D – Modelagem Paramétrica, 4D – Planejamento Temporal, 5D – Custos, 6D – Sustentabilidade, 7D – Gestão e Manutenção e 8D – Segurança.

Figura 6 - Diagrama de ações e metas categorizado



Fonte: Autor (2025).

Para demonstrar as informações, foi utilizado o diagrama de Sankey, que é uma

ferramenta visual que permite a representação de fluxos de dados, recursos ou informações de maneira clara e intuitiva. Na avaliação de códigos, o diagrama ilustra a distribuição e a relação entre diferentes categorias de códigos, facilitando a análise e a interpretação dos dados coletados. Podemos notar que acerca as dimensões 1D, 2D, 4D e 5D não foram encontradas informações. As ações 4D e 5D só podem ser implementadas depois da finalização do processo de 3D, e as dimensões 1D são protocolos/processos e a 2D o trabalho colaborativo entre disciplinas no processo de construção dos projetos. Foram encontradas 122 ações e metas, sendo que 12,30% relacionadas à dimensão 3D, 17,21% a 6D, 40,98% a 7D e 29,51% a 8D. Abaixo algumas ações relacionadas no estudo.

Quadro 8 - Meta UFVJM relacionadas a dimensão 3D

I3	Número de projetos as built elaborados	M1	Elaborar os projetos "as built" de todas as edificações da UFVJM durante a vigência do PDI	28 edificações de um total de 119/2022	DSENG
----	--	----	--	--	-------

Fonte: UFVJM (2023).

Quadro 9 - Meta UFTM relacionadas a dimensão 3D

Desenvolver os projetos executivos de engenharia	Em andamento	Trata-se da ação continuada que ocorre mediante demanda.
---	---------------------	---

Fonte: UFTM (2019).

Quadro 10 - Meta UFMG relacionadas a dimensão 3D

Implantar um sistema de inventário da área construída que permita conhecer a cada momento a conformação física e o uso atuais das instalações da UFMG.

Fonte: UFMG (2023).

Quadro 11 - Meta UFV relacionadas a dimensão 3D

M10	Realizar o inventário de 60.000m ² de área dos bens imóveis da UFV	2022: 5300m ²	10000	20000	30000	40000	50000	60000	I10	Somatório de áreas físicas dos bens imóveis.
-----	---	--------------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-----	--

Fonte: UFV (2023).

O BIM, em sua dimensão tridimensional (3D), representa uma das manifestações mais reconhecíveis do uso dessa metodologia. Esse processo consiste na integração de informações gráficas e não gráficas para a criação de modelos tridimensionais, que são posteriormente divulgados em um ambiente de compartilhamento de dados que se caracteriza por ser acessível, rastreável,

transparente, confidencial e seguro.

A dimensão 3D da modelagem da informação da construção (BIM) surge como a representação mais reconhecida dentro deste âmbito, desempenhando um papel vital na integração de informações gráficas e não gráficas. Esse processo resulta na criação de modelos tridimensionais, que são essenciais para a visualização e o planejamento de projetos no setor da construção civil. A abordagem 3D permite uma representação espacial que enriquece a compreensão das interações entre os diversos elementos que compõem o edifício.

Dentro do ambiente BIM 3D, as informações são organizadas em uma plataforma de compartilhamento de dados que se caracteriza por sua acessibilidade, rastreabilidade, transparência e segurança. Essa infraestrutura foi cuidadosamente desenvolvida para facilitar a comunicação e a colaboração entre todas as partes interessadas no projeto, incluindo arquitetos, engenheiros, empresários e clientes. A centralização dos dados garante que as informações sejam compartilhadas de acordo com as regras definidas anteriormente, garantindo que cada parte interessada tenha acesso apenas aos dados necessários para desempenhar suas funções específicas (Eastman *et al.*, 2014).

Além disso, a gestão digital das informações fornecidas pelo BIM 3D não só aumenta a eficiência na troca de dados, mas também fortalece a rastreabilidade das informações. A capacidade de documentar cada alteração no modelo permite que a equipe acompanhe o histórico das modificações ao longo do desenvolvimento do projeto, sendo este um fator crítico para reduzir erros e prevenir desentendimentos que costumam ocorrer em processos de trabalho mais tradicionais, onde a dispersão das informações pode ser um problema (Azhar, 2011).

Nesse contexto, todos os participantes autorizados têm a capacidade de compartilhar as informações geradas, respeitando diretrizes previamente estabelecidas, com o intuito de promover uma gestão digital eficiente das informações relacionadas ao projeto.

Outra contribuição significativa da abordagem colaborativa do BIM 3D é a possibilidade de realizar revisões e simulações em tempo real. Essa funcionalidade permite que as partes interessadas analisem e ajustem o modelo conforme necessário, acelerando o processo de tomada de decisão e aumentando a capacidade da equipe para resolver problemas e desenvolver soluções construtivas antes da execução física da obra (Almeida; Bonaldo, 2023).

O BIM facilita a colaboração entre equipes multidisciplinares, permitindo que trabalhem de forma mais coesa a partir de um modelo federado. Os benefícios associados à utilização da dimensão 3D do BIM incluem: uma visualização otimizada do projeto em três dimensões, simplificação na comunicação e no compartilhamento das expectativas e etapas do projeto, suporte à logística, facilidade na colaboração entre equipes de diferentes disciplinas, além da redução de retrabalho e revisões, em virtude da transparência que permite o projeto desde sua concepção inicial. Com um modelo 3D construído e parametrizado temos as informações da edificação de forma virtual.

Na dimensão 6D trabalhamos o critério de sustentabilidade como descrito na meta abaixo:

Quadro 12 - Meta relacionada a dimensão 6D

Meta 20: Implementar ações de promoção da sustentabilidade nas construções e no gerenciamento do ambiente construído.	Número de ações implementadas no ano/NASC	NASC (não há)	PREUNI/AC	PREUNI
---	---	---------------	-----------	--------

Fonte: UFTM (2019).

A integração da sustentabilidade no design apresenta desafios importantes, especialmente no que diz respeito à inovação. O desenvolvimento de soluções sustentáveis pode influenciar de maneira substancial os aspectos de qualidade e os custos associados. Para mitigar essas dificuldades, é fundamental a implementação de uma metodologia que priorize o planejamento de processos e o gerenciamento de obras. Essa abordagem permite que os processos analíticos utilizados na avaliação da sustentabilidade de um edifício operem de forma mais eficiente e eficaz.

A incorporação de detalhes relevantes no modelo de informações permite que decisões informadas sejam tomadas ao longo de todo o processo de modelagem. Contudo, é crucial que as informações integradas ao modelo realmente proporcionem valor ao usuário final, garantindo que as decisões tomadas não atendam apenas às exigências de sustentabilidade, mas também melhorem a experiência e a satisfação do usuário.

A dimensão 6D, que se refere à sustentabilidade, destaca-se cada vez mais como uma preocupação fundamental na indústria da construção. Nesse contexto, a aplicação da modelagem da informação da construção (BIM) surge como uma

ferramenta essencial, pois possibilita uma análise minuciosa do desempenho energético e dos impactos ambientais dos edifícios. Esta análise detalhada não só auxilia na tomada de decisões informadas que promovem a eficiência energética, como também contribui para a redução significativa de resíduos gerados durante as diversas fases do ciclo de vida do edifício (Goretti; Kaming, 2023; Wijekoon; Manewa; Ross, 2020).

Adicionalmente, a integração de informações relacionadas ao ciclo de vida do edifício – desde a fase de projeto até a operação – é considerada crucial para garantir que as práticas construtivas sejam realmente sustentáveis e que os edifícios estejam em conformidade com as normas ambientais previstas (Goretti; Kaming, 2023). Esta abordagem holística não só permite uma visão clara das repercussões ambientais ao longo do ciclo de vida, mas também garante que as decisões tomadas nas etapas iniciais do projeto reflitam uma consideração cuidadosa dos fatores sustentáveis.

Outra vantagem significativa da implementação do BIM é sua capacidade de identificar oportunidades para o uso de materiais sustentáveis e para a otimização de recursos durante a construção e a operação (Mcarthur, 2015). Essa otimização é essencial para reduzir o desperdício e aumentar a eficácia do uso de recursos, alinhando-se assim aos objetivos de sustentabilidade no setor.

Portanto, a análise aprofundada das práticas de sustentabilidade, aliada ao uso do BIM, não apenas reflete uma tendência crescente na construção civil, mas também demonstra um compromisso firmemente estabelecido com o desenvolvimento de edificações que atendem de maneira eficaz às exigências ambientais contemporâneas e futuras. As implicações desta integração oferecem um fundamento valioso para pesquisas futuras e para a formulação de políticas que incentivam a adoção de práticas construtivas sustentáveis no setor.

Essa abordagem holística não apenas promove a sustentabilidade, mas também contribui para as previsões econômicas e a qualidade do design, criando um ciclo virtuoso que beneficia todos os envolvidos no processo. Portanto, a atenção cuidadosa de cada elemento do design sustentável é essencial para alcançar um equilíbrio entre inovação, custo e qualidade, garantindo que a sustentabilidade não seja apenas um conceito teórico, mas uma prática eficaz e poderosa no campo do design.

Quadro 13 - Meta UFMG relacionadas a dimensão 7D

13. Implantar um sistema de planejamento e controle de manutenção predial e de equipamentos, incluindo ações preditivas, preventivas e corretivas.
--

Fonte: UFMG (2023).

Quadro 14 - Meta UFOP relacionadas a dimensão 7D

• Criação de um programa de manutenção preventiva nos campi.
--

Fonte: UFOP (2016).

Quadro 15 - Meta UFSJ relacionadas a dimensão 7D

Aprimoramento dos processos de solicitação de serviços de manutenção predial e de controle e acompanhamento dos serviços prestados.	Número de requisições operacionalizadas no sistema oficial.
---	---

Fonte: UFSJ (2018).

A gestão e manutenção em 7D representa uma abordagem inovadora que centraliza todos os aspectos relacionados ao gerenciamento de instalações em um único repositório dentro do modelo de informações da construção (BIM). Esta estratégia visa melhorar a qualidade dos serviços prestados ao longo de todo o ciclo de vida de um projeto.

A implementação do 7D BIM garante que todos os elementos de um projeto sejam mantidos nas condições ideais desde o início da construção até uma eventual demolição da estrutura. Um dos principais objetivos da metodologia BIM é a criação de um modelo virtual tridimensional que reflita com precisão o que foi eficaz realizado.

Tradicionalmente, o que é concebido durante a fase de projeto é sujeito a revisões e modificações no canteiro de obras, a fim de lidar com variações imprevistas que possam surgir ou para resolver conflitos geométricos ou operacionais que não foram considerados nas etapas iniciais do processo construtivo. Ao abordar o conceito de “ciclo de vida da construção”, é imprescindível considerar os aspectos relacionados com a manutenção, desmontagem e renovação das obras.

Na dimensão 7D, a aplicação do *Building Information Modeling* (BIM) aprimora significativamente a gestão de instalações ao oferecer uma plataforma integrada para a coleta e análise de dados relacionados à operação e manutenção dos edifícios. Essa ferramenta possibilita a visualização de informações em tempo real, assim como o acesso a dados históricos sobre o desempenho dos ativos, o que se revela crucial para a fundamentação de decisões gerenciais eficazes (Kapogiannis *et al.*, 2023; Mehedi; Shochcho, 2021).

A incorporação do BIM na gestão de instalações possibilita que os gestores planejem e executem atividades de manutenção de maneira mais eficiente, contribuindo para a redução de custos e aumentando a confiabilidade dos sistemas. Adicionalmente, a utilização desta tecnologia facilita a comunicação entre os diversos stakeholders, promovendo uma colaboração mais estreita e efetiva durante todo o ciclo de vida do edifício (Mehedi; Shochcho, 2021).

O 7D BIM está intrinsecamente ligado às operações e ao gerenciamento de instalações, sendo utilizado para monitorar dados cruciais dos ativos, como status, manuais de manutenção e operação, informações sobre garantias e especificações técnicas, que serão úteis nas fases futuras do projeto.

Os principais benefícios da ampliação dessa dimensão incluem a facilitação da substituição e reparação de componentes ao longo de toda a vida útil do edifício, além de um processo de manutenção mais eficiente para empresários e subcontratados. A utilização do 7D BIM, portanto, não otimiza apenas a gestão de ativos, mas também contribui para a sustentabilidade e longevidade das construções.

Quadro 16 - Meta UFMG relacionadas a dimensão 8D

17. Priorizar as ações que garantam a segurança nas edificações e das pessoas, dando continuidade à elaboração dos projetos legais e projetos executivos, à manutenção e treinamento das brigadas, possibilitando a obtenção dos AVCBs, com regularização integral das unidades e cumprimento fiel à legislação.

Fonte: UFMG (2023).

Quadro 17 - Meta UFOP relacionadas a dimensão 8D

• Criação de uma política de regularização das edificações junto ao Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais (CBMMG).

Fonte: UFOP (2015).

Quadro 18 - Meta UFTM relacionadas a dimensão 8D

META7: Elaborar e implementar Plano de Combate a incêndios na Univerdecidade	Percentual de elaboração e implementação do Plano de combate a incêndios na Univerdecidade/PPCI	PPCI (Não há)	Preuni/AC	PREUNI
--	---	---------------	-----------	--------

Fonte: UFTM (2019).

Quadro 19 - Meta Unifal-MG relacionadas a dimensão 8D

I1	Número de Sistema de Combate a incêndio e pânico aprovados pelos órgãos competentes	M1	AVCB dos três campi e Unidade Santa Clara (meta 4 campi), no período do PDI.	Não há nenhum AVCB definitivo institucional	CPO PROPLAN
----	---	----	--	---	------------------------------

Fonte: Unifal-MG (2020).

Quadro 20 - Meta UFJF relacionadas a dimensão 8D

O2	Promover maior segurança na preservação do patrimônio arquitetônico, assim como dos bens culturais que estão abrigados nos espaços culturais vinculados à UFJF.
O3	Aprimorar a segurança interna e externa desses espaços e acervos públicos e, sobretudo, a segurança de seus trabalhadores e frequentadores.
O4	Dar segurança aos prédios ocupados pelos equipamentos de cultura da UFJF, muitos deles tombados pelo Patrimônio Histórico da Prefeitura de Juiz de Fora e/ou IPHAN.
O5	Dar segurança aos valiosos acervos salvaguardados nesses espaços, e, sobretudo, proporcionar segurança às pessoas que os frequentam.

Fonte: UFJF (2022).

Quadro 21 - Meta UFSJ relacionadas a dimensão 8D

Ações		Indicadores
Contenção das erosões nas unidades da UFSJ		Número de estudos e diagnósticos dos espaços realizados
Adequação das instalações dos restaurantes universitários no CAP, CCO, CDB, CSL e CTAN		Orçamento disponibilizado
Promoção da acessibilidade arquitetônica		Projetos complementares realizados
Adequação das instalações de combate à incêndios à legislação vigente nas edificações e áreas externas em todas as unidades educacionais		Projeto básico executivo realizado
Revitalização e construção de espaços para práticas esportivas e de convivência em todas as unidades educacionais		Licitações realizadas Obras concluídas
Instalação de usinas fotovoltaicas de microprodução de energia elétrica visando a utilização de fonte alternativa de energia nas unidades educacionais e outras ações de eficiência energética		Consumo de energia elétrica Volume de recursos externos captados de parceiros

Fonte: UFSJ (2018).

A análise do uso da dimensão 8D de segurança no contexto do BIM na gestão de edificações revela um potencial significativo para aprimorar a segurança e a eficiência operacional. O conceito de 8D, que se refere a um método estruturado de resolução de problemas, é frequentemente aplicado em ambientes industriais e pode ser adaptado para o gerenciamento de segurança em projetos de construção. A integração do BIM com a metodologia 8D permite uma abordagem mais holística e proativa na identificação e mitigação de riscos de segurança durante todo o ciclo de vida de uma edificação.

O BIM, por sua natureza multidimensional, oferece uma plataforma robusta para a modelagem e visualização de dados relacionados à segurança. A dimensão 8D do BIM não considera apenas a segurança física dos edifícios, mas também a segurança dos processos de construção e operação. Estudos demonstram que o uso do BIM pode melhorar a gestão de segurança ao permitir a simulação de cenários de risco e a análise de dados históricos de incidentes, facilitando a identificação de

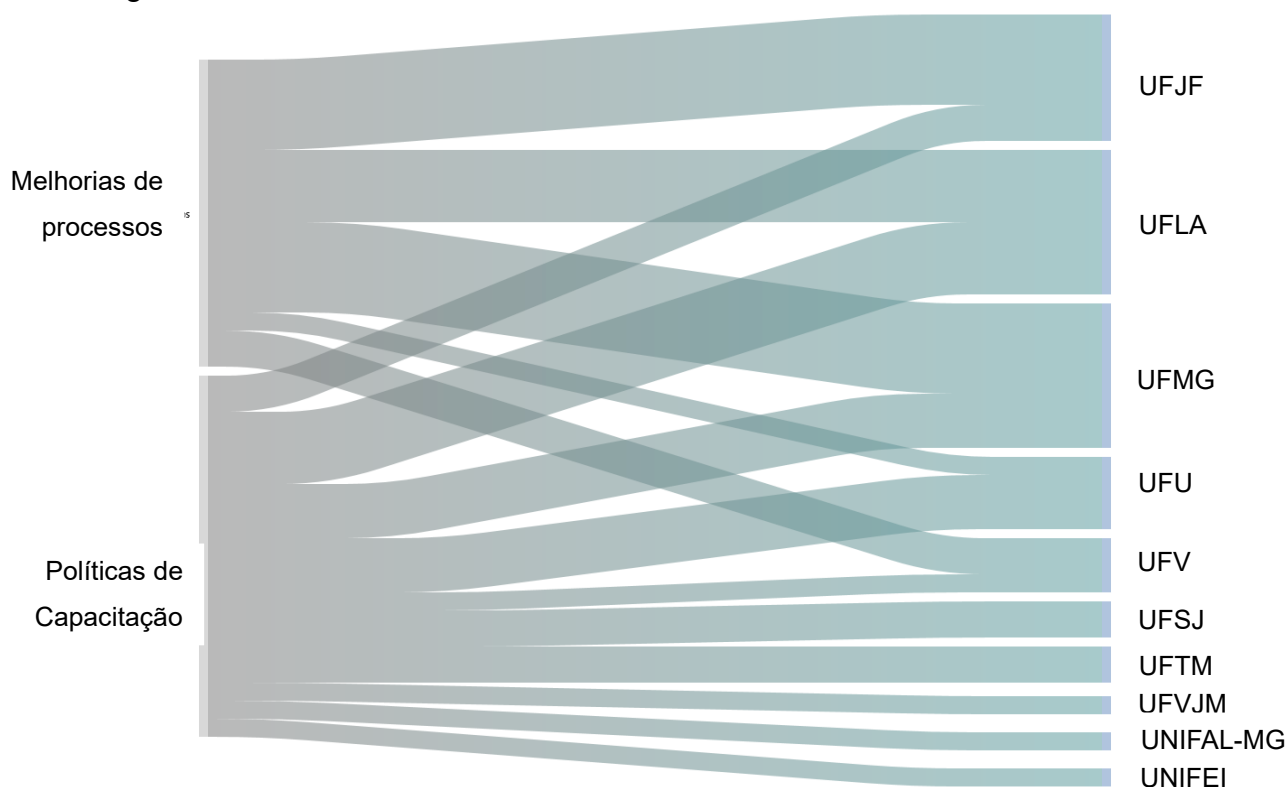
padrões e a implementação de medidas preventivas (Gheisari *et al.*, 2014).

Além disso, a capacidade do BIM de integrar informações de diferentes disciplinas permite uma colaboração mais eficaz entre as partes interessadas, o que é crucial para a gestão de segurança (Leão; Serra, 2019).

A aplicação da metodologia 8D no contexto do BIM envolve um ciclo de oito etapas que inclui a definição do problema, a formação de uma equipe, a análise de causas, o desenvolvimento de soluções, a implementação e a verificação dos resultados. Essa abordagem sistemática é especialmente útil na construção, onde os riscos podem ser complexos e multifacetados. A utilização do BIM para mapear e monitorar esses riscos em tempo real pode resultar em uma resposta mais rápida e eficaz a incidentes de segurança (Gheisari *et al.*, 2014).

Completando a análise destas primeiras etapas, selecionamos alguns desafios que as universidades podem enfrentar para implementação do BIM, já que fazem parte de suas rotinas. O diagrama de Sankey elaborado utilizou os dados nos quais as ações buscam melhorias nos quesitos de treinamento de capacitação, incentivos financeiros para a capacitação do colaborador, existência de processos adequados e interesse por parte da diretoria da organização no processo de implementação.

Figura 7 – Desafios



Fonte: Autor (2025).

Porém, com exceção da UFJF que possui metas específicas para

implementação do BIM, podemos verificar que as universidades buscam por ações para melhorias de seus processos. Mas com políticas já institucionalizadas o processo de definição do BIM como uma ação estratégica para implementação nas universidades e torna mais assertiva.

A segunda etapa da pesquisa buscou avaliar o nível de maturidade de implementação do BIM nas universidades. Essa é uma questão importante, pois está ligada diretamente à produtividade e melhor aproveitamento dos recursos que o BIM pode oferecer.

Para isso foi realizada uma busca nas páginas oficiais Portal de Compras do Governo Federal – GOV.BR, por editais de obras públicas do ano de 2024 das universidades federais mineiras. No levantamento de dados não foi encontrado publicado nenhum edital no sítio das compras governamentais da UFSJ e da UFU dentro do recorte temporal proposto na pesquisa. Por este motivo, essas instituições não tiveram os editais avaliados.

Na análise dos editais foram encontrados os seguintes resultados:

Tabela 2 - Análise de editais de licitação

(continua)

Edital	Instituição	1D	2D	3D				4D	5D	6D	7D	8D				
		Protocolos	Colaboração	Projeto de Arquitetura	Projeto de cabeamento estruturado	Projeto elétrico	Projeto Estrutural	Projeto hidrossanitário	Projeto de combate a incêndio e pânico	Projeto de climatização	Projeto de rede de gases	Planejamento temporal	Custos	Sustentabilidade	Gestão das instalações	Segurança
90003/2024	UFJF	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	N/A	N/A	N/A	Não	Não	Não	Não	Não
90001/2024	UFMG	Não	Sim	Sim	N/A	Sim	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Não	Não	Não	Não	Não
90004/2024	UFLA	Não	Não	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Não	N/A	N/A	Não	Não	Não	Não	Não
90001/2024	UFOP	Não	Não	Não	Não	Não	N/A	Sim	Não	Sim	N/A	Não	Não	Não	Não	Não

Tabela 3 - Análise de editais de licitação

		(conclusão)															
Edital	Instituição	1D	2D	3D					4D	5D	6D	7D	8D				
		Protocolos	Colaboração	Projeto de Arquitetura	Projeto de cabeamento estruturado	Projeto elétrico	Projeto Estrutural	Projeto hidrossanitário	Projeto de combate a incêndio e pânico	Projeto de climatização	Projeto de rede de gases	Planejamento temporal	Custos	Sustentabilidade	Gestão das instalações	Segurança	
	UFSJ	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A		
90001/2024	UFTM	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Não	N/A	N/A	Não	Não	Não	Não	Não
	UFU	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A		
90002/2024	UFV	Não	Não	N/A	N/A	Não	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Não	Não	Não	Não	Não
90002/2024	UFVJM	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	N/A	N/A	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não
90003/2024	Unifal-MG	Não	Não	Não	N/A	Sim	Sim	Sim	N/A	Sim	N/A	Não	Não	Não	Não	Não	Não
90001/2024	Unifei	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Fonte: Autor (2025).

Em relação às demais universidades mineiras foram encontrado os editais conforme Tabela 2, verificamos que nenhuma delas atingiu uma implementação que atendesse os níveis 1D, 2D, 4D, 5D, 6D, 7D e 8D. Isso demonstra que, nas universidades, o processo de implementação do BIM ainda está incipiente, já que o processo de implementação somente avançou da dimensão 3D – Modelagem paramétrica.

Tabela 3 - Nível de implementação da dimensão 3D

Instituição	3D - Modelagem paramétrica
UFJF	100%
UFMG	100%
Unifal-MG	80%
UFLA	50%
UFVJM	50%
UFV	50%
UFOP	33,33%
UFTM	33,33%
Unifei	0%

Fonte: Autor (2025).

A capacidade essencial para a realização de um trabalho ou para a oferta de um serviço ou produto relacionado ao *Building Information Modeling* é a referida capacidade BIM. Os critérios mínimos definidos para o modelo BIM, são marcos específicos determinados pela teoria das dimensões do BIM, que equipes ou organizações devem alcançar para implementação de tecnologias e conceitos associados ao BIM (Succar; Sher; Williams, 2012).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo geral desta pesquisa consistiu em avaliar como o BIM tem sido incorporado aos processos de licitação e ao planejamento estratégico das universidades públicas de Minas Gerais. Como hipótese, consideramos que, com a promulgação da Lei nº14.133/2021, as universidades mineiras, foco deste estudo, já tivessem iniciado a implementação do modelo, haja vista que se trata de uma ferramenta poderosa nas obras públicas.

Para a realização da pesquisa, foram propostos quatro objetivos específicos visando atingir o objetivo geral que são eles: explorar a influência das regulamentações vigentes sobre a adoção do BIM nas licitações públicas universitárias; verificar o alinhamento entre o planejamento estratégico institucional e as ações voltadas para a implementação do BIM; mapear o nível de adoção do BIM nas licitações de obras públicas das universidades públicas de Minas Gerais; e criar um guia de orientações do processo de implementação do BIM.

No primeiro objetivo, verificamos as legislações vigentes, que estão convergindo para adoção do BIM nas contratações de obras públicas, como a Lei nº 14.133/2021, de Licitações e Contratos Administrativos, e o Decreto nº 11.888/2024, que estabelece a Estratégia Nacional de Disseminação do *Building Information Modelling* no Brasil - Estratégia BIM. Esse movimento do governo federal é uma reação aos desafios que as obras públicas no Brasil vêm apresentando, como demonstra os Acórdãos nº 1.079/2019 – Plenário e Acórdão nº 2.134/2023 – Plenário, do TCU. Foram analisados nesses acórdãos os principais motivos pela paralização de obras, sendo constatado que 47% estão relacionados a problemas técnicos e que, em 2023, tínhamos no Brasil 8.603 obras classificadas como paralisada, em torno de 10% a mais que em 2020. Além disso 58,1% estão relacionadas a educação.

Para aprofundar melhor o estudo, o segundo objetivo visava verificar o alinhamento entre o planejamento estratégico institucional e as ações voltadas para a implementação do BIM, com o intuito de entender se o movimento de melhorias no processo de gestão das obras públicas direcionadas pelas legislações tem influenciado no planejamento estratégicos das universidades mineiras.

Dos PDIs analisados, apenas 5 dos 11 foram elaborados após a promulgação das principais legislações sobre o tema, os iniciados após o ano de 2022. Desses, apenas 2, os da UFJF e UFMG, tinham ações ligados à implementação da

metodologia BIM nos seus planejamentos. Desse modo, podemos verificar que as ações realizadas pelo Governo Federal ainda não foram suficientes para a promoção de uma mudança.

Aprofundando mais a análise, mapeamos o nível de adoção do BIM nas obras públicas da universidade, por meio da análise dos últimos editais de licitação, já que poderíamos ter ações de implementação mais localizadas nos departamentos que gerenciam as contratações de obras, mesmo que elas estivessem direcionadas pelo planejamento estratégico das universidades.

Para mapear o nível de adoção do BIM nas licitações de obras públicas, foram utilizados os últimos editais publicados no ano de 2024 das 11 universidades federais mineiras, o que demonstrou que o processo de implantação ainda é incipiente. Apenas 2 universidades, UFJF e UFMG, atingiram a 1ª etapa, baseada no uso de *software* de modelagens. O restante das instituições, Unifal-MG, UFLA, UFVJM, UFV, UFOP e UFTM, está em processo de implantação desta etapa, sendo que a Unifei nem iniciou. Estas instituições que iniciaram, porém ainda não ultrapassaram a dimensão 3D estão em uma fase denominada pré-BIM.

Também foram verificados nas análises se existem ações e metas que as universidades se propuseram a atingir em que a implementação de uma metodologia como o BIM poderia ser ferramenta importante para promoção do cumprimento desses objetivos. Foram encontradas 122 ações e metas, sendo que 12,3% estão relacionadas à dimensão 3D, 17,21% à 6D, 40,98% à 7D e 29,51% à 8D.

Para contribuir com o processo de implementação das universidades, o quarto objetivo propôs a criação de um guia de orientações para a incentivar e orientar os gestores no processo de implementação da metodologia BIM na gestão das universidades públicas. Esse guia será apresentado como o Produto Técnico Tecnológico (PTT), requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Administração Pública pelo Mestrado Profissional em Administração Pública em rede (PROFIAP).

Entretanto, é importante ressaltar que a adoção do *Building Information Modeling* (BIM) não está isenta de desafios. A dispersão das equipes de projeto, a resistência às mudanças e a carência de treinamento adequada a obstáculos específicos que devem ser enfrentados para que a tecnologia seja completamente renovada. Além disso, os altos custos associados aos softwares e equipamentos necessários para a utilização do BIM podem restringir a capacidade das universidades

em adotarem essa metodologia. Diante disso, é fundamental que as instituições se dediquem a superar essas barreiras e a promover a integração do BIM em projetos de infraestrutura nas instituições pública.

Na elaboração dos Planos de Desenvolvimento Institucional (PDIs) das universidades, a limitação orçamentária enfrentada devido a cortes e contingenciamento em seus orçamentos pode representar um obstáculo específico no processo de implementação do BIM. Assim, medidas e metas específicas no planejamento estratégico da instituição são cruciais para facilitar esse processo, uma vez que a implementação do BIM requer um esforço colaborativo entre diversos setores da universidade, abrangendo desde o planejamento da obra, passando por ações de sustentabilidade e segurança, até a execução e, posteriormente, a manutenção e o monitoramento.

Este estudo avaliou o estágio de implementação do BIM nas universidades federais mineiras. Conseqüentemente, não foi possível estender os resultados obtidos para todas as universidades do Brasil, e para outro tipo de instituições públicas. Sob o ponto de vista estatístico, quando uma amostra formada por procedimentos de seleção não aleatórios não se pode garantir a representatividade dos resultados, já que foi utilizado apenas a última licitação de 2024. Entretanto, a não representatividade da amostra não significa necessariamente que os resultados sejam inválidos, mas sim que não se pode afirmar isto estatisticamente. Outra limitação do estudo é a defasagem entre a elaboração dos PDIs em relação as normativas vigentes, visto que algumas normativas foram promulgadas após a elaboração de alguns PDIs.

Como sugestões para pesquisas futuras, recomenda-se a realização de testes com as equipes envolvidas nesse trabalho, a fim de compreender quais desafios elas apresentam na implementação dessa metodologia. Também seria relevante a ampliação do escopo da pesquisa para incluir todas as universidades federais brasileiras e os institutos federais, possibilitando ações direcionadas específicas para cada instituição, considerando a diversidade de estruturas e departamentos presentes em cada uma delas.

Em resumo, o BIM se configura como uma ferramenta poderosa para a modernização da construção civil, oferecendo vantagens substanciais em termos de eficiência, transparência e sustentabilidade. Contudo, a sua implementação bem-sucedida depende da superação de obstáculos técnicos e culturais, da promoção de

políticas públicas que incentivam a sua adoção e a formação adequada de profissionais específicos. Outro aspecto relevante na implementação diz respeito ao alto custo de treinamento de profissionais, além dos gastos com a aquisição de softwares por parte das instituições.

Assim, espera-se que esta pesquisa possa contribuir para um debate sobre a temática na administração das universidades públicas federais, promovendo a melhoria e a evolução dos processos de obras. Essa busca iniciativa fortalecer a missão das universidades, que é proporcionar ensino, pesquisa e extensão de qualidade para as novas gerações.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **Classificação da informação no BIM**. Brasília, DF: ABDI, 2017a. v. 2.
- AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **A implantação de processos BIM**. Brasília, DF: ABDI, 2017b. v. 6.
- AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **O processo de projeto BIM**. Brasília, DF: ABDI, 2017c. v. 1.
- AGUIAR, J. C.; DAHER, L.; TABAK, B. M. Cartéis em licitações públicas sob o enfoque da análise econômica do direito: os incentivos legais à livre concorrência são suficientes para tornar o custo de um cartel superior ao seu benefício? **Revista de Direito Econômico e Socioambiental**, [s. l.], v. 9, n. 3, p. 185, 2018.
- AFONSO, C. O. A.; TEIXEIRA, M. G. C. Modelos organizacionais na administração pública em choque com a realidade brasileira: novas perspectivas de análise a partir da auditoria de gestão do Inmetro. **Estudos de Administração e Sociedade**, Niterói, v. 2, n. 1, p. 98, 2017.
- ALMEIDA, M. A. F.; BONALDO, E. **Building Information Modeling (BIM): princípios e tendências**. Belo Horizonte: Poisson, 2023.
- ALRESHIDI, E.; MOURSHED, M.; REZGUI, Y. Factors for effective BIM governance. **Journal of Building Engineering**, [s. l.], v. 10, p. 89–101, 2017.
- ANDRADE, F. M. R.; BIOTTO, C. N.; SERRA, S. M. B. Estudo do bim 5d para orçamentação de um projeto público com uso do sinapi. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., Porto Alegre. **Anais** [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2020.
- ARAYICI, Y. *et al.* Technology adoption in the BIM implementation for lean architectural practice. **Automation in Construction**, [s. l.], v. 20, n. 2, p. 189-195, 2011.
- ARNAL, IGNASI PÉREZ. **Why don't we start at the beginning?** The Basics of a Project: Lean Planning and Pre-Construction, BIM News Last trends of the AECO sector, BIM Community, 2018.
- AUTODESK, I. **Quais são os benefícios da bim? 2025**. Disponível em: <https://www.autodesk.com/br/solutions/bim/benefits-of-bim>. Acesso em: 9 fev. 2025.
- AZHAR, S. Building Information Modeling (BIM): Trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry. **Leadership and Management in Engineering**, [s. l.], v. 11, n. 3, p. 241–252, 2011.
- BARISON, M. B.; SANTOS, E. T. O papel do arquiteto em empreendimentos desenvolvidos com a tecnologia BIM e as habilidades que devem ser ensinadas na

universidade. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, [s. l.], v. 11, n. 1, p. 103, 2016.
BARRETO, B. V. *et al.* O BIM no cenário de arquitetura e construção civil brasileiro. **Revista Construindo**, Belo Horizonte, v. 8, 2016.

BILLER, R. R. DO N. *et al.* Classificação de plataformas computacionais quanto aos usos do BIM. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 3.1, 2021. **Anais** [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2021.

BOECHAT, G. Contratações abertas: uma análise da nova lei de licitações e contratos administrativos (nº 14.133/2021) à luz dos princípios de Governo Aberto. **Revista da CGU**, Brasília, v. 14, n. 25, p. 63–79, 31, 2022.

BOLPAGNI, M. (2016). The information modeling and the progression of data-driven projects. Volume III. **Building up Business Operations and Their Logic**. Shaping Materials and Technologies. Tampere, 2016.

BOSCH-SIJTSEMA, P. M.; GLUCH, P.; SEZER, A. A. Professional development of the BIM actor role. **Automation in Construction**, [s. l.], v. 97, p. 44–51, 2019.

BRASIL. Decreto n. 9.983, de 22 de agosto de 2019. Dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling e institui o Comitê Gestor da Estratégia do Building Information Modelling. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 22 ago. 2019.

BRASIL. Lei n. 14.133, de 01 de abril de 2021. Lei de licitações e contratos administrativos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 01 abr. 2021.

BRASIL. Tribunal de Contas da União. **Acórdão nº 1.079/2019 - Plenário**. Auditoria operacional com o objetivo de elaborar um diagnóstico sobre as obras paralisadas no país financiadas com recursos da União. Relator Ministro Vital do Rêgo. Brasília, DF, 15 out. 2019. Disponível em: www.tcu.gov.br. Acesso em: 9 fev. 2025.

BRASIL. Tribunal de Contas da União (TCU). **Acórdão n. 2134/2023 - Plenário**. Auditoria operacional com vistas a conhecer as iniciativas implementadas e em andamento, nas três esferas federativas, para a retomada e conclusão das obras públicas paralisadas custeadas com recursos federais. Relator Ministro Vital do Rêgo. Brasília, DF, 18 out. 2023. Disponível em: www.tcu.gov.br. Acesso em: 9 fev. 2025.

BRASIL. **Governo Federal garante R\$ 5,5 bilhões em investimentos para universidades no Novo PAC**. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/casacivil/pt-br/assuntos/noticias/2024/junho/governo-federal-garante-r-5-5-bilhoes-em-investimentos-para-universidades-no-novo-pac>. Acesso em: 9 fev. 2025.

BRITO, D. M.; FERREIRA, E. A. M. Avaliação de estratégias para representação e análise do planejamento e controle de obras utilizando modelos BIM 4D. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 15, n. 4, p. 203–223, 2015.

CABRAL, F. G. O Tribunal de Contas da União é um órgão político? **Revista de**

Investigações Constitucionais, Curitiba, v. 7, n. 1, p. 237, 2020.

CABRAL, F. G. O ativismo de contas do Tribunal de Contas da União (TCU). **Revista de Direito Administrativo e Infraestrutura - RDAI**, São Paulo, v. 5, n. 16, p. 215–257, 2021.

CAREZZATO, G. G. **Protocolo de gerenciamento BIM nas fases de contratação, projeto e obra em empreendimentos civis baseado na ISSO 19650**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2018.

CASTAÑO COLLADO, C. La nueva gestión pública y las políticas de igualdad de género en las universidades. **Investigaciones Feministas**, [s. l.], v. 7, n. 2, p. 225–245, 2016.

CASTELO, A. M. *et al.* **A digitalização na construção: o uso do BIM** | Blog do IBRE. 2024. Disponível em: <https://blogdoibre.fgv.br/posts/digitalizacao-na-construcao-o-uso-do-bim>. Acesso em: 10 fev. 2025.

CASTRO, A. M. D. A.; CABRAL NETO, A.; PAZ, S. L. DA. Plano Nacional de Educação (2014-2024) e o seu acompanhamento pelo Tribunal de Contas Da União. **Revista Educação em Questão**, [s. l.], v. 61, n. 69, 2023.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Coletânea Implementação do BIM para construtoras e incorporadoras**. Brasília, DF:CBIC. Disponível em: <http://cbic.org.br/bim/>. Acesso em 15 jan. 2025.

CHAHROUR, R. et al. Cost-benefit analysis of BIM-enabled design clash detection and resolution. **Construction Management and Economics**, [s. l.], v. 39, n. 1, p. 55–72, 2021.

CHECCUCCI, É. DE S. Teses e dissertações brasileiras sobre BIM: uma análise do período de 2013 a 2018. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, v. 10, p. e019008, 2019.

CHEN, S.-M. et al. A framework for an automated and integrated project scheduling and management system. **Automation in Construction**, [s. l.], v. 35, p. 89–110, 2013.

CHIH, Y.-Y.; ZWIKAEL, O. Project benefit management: A conceptual framework of target benefit formulation. **International Journal of Project Management**, [s. l.], v. 33, n. 2, p. 352–362, 2015.

CODINHOTO, R. *et al.* **BIM Implementation**: Manchester Town Hall Complex. Manchester City: University of Salford Manchester, 2008.

CORRÊA, L.; MARCHIORI, F. 4D BIM na Construção civil e sua relação com Lean Construction: Revisão sistemática da literatura. 8p. In: 10º Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção (SIBRAGEC). **Proceedings [...]**. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

MEDEIROS, M. G. M. *et al.* O impacto das emendas parlamentares nas universidades federais brasileiras como mecanismo de melhoria dos indicadores de desempenho. **Revista de Gestão e Secretariado**, São Paulo, v. 14, n. 2, p. 2361–2380, 2023.

DEUTSCH, R. **BIM and integrated design: strategies for architectural practice**. 1. ed. [s. l.]: John Wiley & Sons, 2011.

DÖNMEZ, P. E.; DUMAN, A. Marketisation of academia and authoritarian governments: the cases of Hungary and Turkey in critical perspective. **Critical Sociology**, [s. l.], v. 47, n. 7–8, p. 1127–1145, 2021.

DUNEL, M. P. Aplicação dos critérios de modelagem SIBIM Argentina para projetos BIM MEP com software Revit. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 4., 2023, Aracaju. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2023.

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

COSTA, C. F. *et al.* O fator sustentabilidade nas licitações e contratações públicas. **Reuna**, Belo Horizonte, v. 21, n. 4, p. 37–56, 2016.

FERREIRA, F. M. C.; SOUZA, H. A. Management for maintenance of public education. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 28, n. 1, 2021.

FLYVBJERG, B.; SKAMRIS HOLM, M. K.; BUHL, S. L. What causes cost overrun in transport infrastructure projects? **Transport Reviews**, [s. l.], v. 24, n. 1, p. 3–18, 2004.

FONSECA, P. G. *et al.* Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI) nas Universidades Federais: uma análise entre regiões. **Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior, Campinas**, v. 28, 2023.

FORTINI, C.; MOTTA, F. Corrupção nas licitações e contratações públicas: sinais de alerta segundo a Transparência Internacional. **A&C - Revista de Direito Administrativo & Constitucional**, Belo Horizonte, v. 16, n. 64, p. 93, 2016.

FRANCISCO, T. H. A. *et al.* O impacto da estrutura legal do PDI no processo de planejamento estratégico de instituições do sistema AMPESC. **Revista Gestão Universitária na América Latina - GUAL**, Florianópolis, p. 133–162, 2011.

GAMA, J. R.; RODRIGUES, G. M. Perspectivas e desafios na transparência das contas públicas: um estudo numa instituição de ensino superior brasileira. **Encontros Bibli: revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação**, [s. l.], v. 21, n. 45, p. 2–20, 2016.

GARCIA, D.; GARCIA CABRAL, F. Tribunal de contas da união como ator das políticas públicas na área de educação. **Revista Camalotes**, [s. l.], p. 98–115, 2023.
GARCIA, F. A. M. Controle da renúncia de receita pelo tribunal de contas da união à

luz do princípio da eficácia. **Revista Foco**, [s. l.], v. 17, n. 4, p. e4736, 2024a.

GARCIA, G. P. Tribunais de contas e jurimetria. **Revista do Tribunal de Contas do Estado do Rio de Janeiro**, [s. l.], v. 1, n. 2, p. 64–79, 2024b.

GHEISARI, M. *et al.* **Exploring BIM and Mobile Augmented Reality Use in Facilities Management**. Construction Research Congress 2014. **Anais...Reston**, VA: American Society of Civil Engineers, 2014.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
GIOVANNETTI, E.; QUANDT, G.; SANTANA, L. **Mapeamento de maturidade BIM Brasil**. [S. l.: s. n.], 2022.

GNECCO, V. M.; MATTANA, L.; FOSSATI, M. Minimização de resíduos da construção em obras públicas por meio do processo bim. **MIX Sustentável**, [s. l.], v. 7, n. 3, p. 141–152, 2021.

GONÇALVES, R. N. *et al.* Os marcos legais das políticas públicas de plantas medicinais e fitoterápicos no Brasil. **Revista de APS**, [s. l.], v. 23, n. 3, 23 jun. 2021.

GORETTI, H. A.; KAMING, P. A review and bibliometric analysis of utilizing building information modeling (BIM) on effective operation and maintenance (O&M). **E3S Web of Conferences**, v. 429, p. 01002, 2023.

GRALKA, S. Persistent inefficiency in the higher education sector: evidence from Germany. **Education Economics**, [s. l.], v. 26, n. 4, p. 373–392, 2018.

GREENHOUGH, A. *et al.* The proapoptotic BH3-only protein Bim is downregulated in a subset of colorectal cancers and is repressed by antiapoptotic COX-2/PGE2 signalling in colorectal adenoma cells. **Oncogene**, [s. l.], v. 29, n. 23, p. 3398–3410, 2010.

GUBA, E.; LINCOLN, Y. **Avaliação Eficaz**. São Francisco: Jossey-Bass, 1981.

HAMMES JUNIOR, D. D.; FLACH, L.; MATTOS, L. K. DE. The efficiency of public expenditure on Higher Education: a study with Brazilian Federal Universities. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, [s. l.], v. 28, n. 109, p. 1076–1097, 2020.

HARTMAN, T. *et al.* Aligning building information model tools and construction management methods. **Automation in Construction**, [s. l.], 2012.

IYER, K. C.; CHAPHALKAR, N. B.; JOSHI, G. A. Understanding time delay disputes in construction contracts. **International Journal of Project Management**, [s. l.], v. 26, n. 2, p. 174–184, 2008.

JOKO, C. *et al.* Criação de um processo de auditoria de modelos BIM visando os usos dos modelos pretendidos. *In*: COSTA, António Aguiar; AZENHA, Miguel (ed.). **5º Congresso Português de Building Information Modelling**. Braga: UMinho, 2024. v. 2. p. 19-28.

KAPOGIANNIS, G. *et al.* Medical facility management under BIM paradigm for hospital operations performance in China during COVID-19. **Proceedings of the International Conference on Civil Infrastructure and Construction (CIC)**, [s. l.], v. 2023, n. 1, p. 325–333, 2023.

KWAK, Y. H. *et al.* Evolution of project based organization: A case study. **International Journal of Project Management**, [s. l.], v. 33, n. 8, p. 1652–1664, 2015.

LEÃO, C. B. O.; SERRA, S. M. B. Planejamento da segurança na construção utilizando a modelagem virtual. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 11., 2019. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2019. p. 1–10.

LEE, S.-K.; KIM, K.-R.; YU, J.-H. BIM and ontology-based approach for building cost estimation. **Automation in Construction**, [s. l.], v. 41, p. 96–105, maio 2014.

LINO, J. C.; SILVA, K.; LIMA, R. Adoção BIM no setor público: o caso do projeto Liga BIM Prefeituras SC. *In*: COSTA, Antônio Aguiar; AZENHA, Miguel (ed.). **5º Congresso Português de Building Information Modelling**. Braga: UMinho, 2024. v. 2. p. 391-400.

LOPES, C. R.; JESUS, P. A. G. DE. Licitações e contratos na administração pública: aspectos, desafios e melhores práticas. **Studies in Multidisciplinary Review**, [s. l.], v. 5, n. 1, p. 57–78, 2024.

LOPES, L. M.; GRANJA, A. D.; PICCHI, F. A. planejamento estratégico na construção civil: planejamento estratégico na construção civil. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., 2020. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2020. p. 1–8.

LU, N.; KORMAN, T. Implementation of Building Information Modeling (BIM) in modular construction: benefits and challenges. *In*: CONSTRUCTION RESEARCH CONGRESS, 2010. **Anais [...]**. Reston, VA: American Society of Civil Engineers, 2010.

LUIZ, J. V. R.; SOUZA, F. B. DE; LUIZ, O. R. Práticas PMBOK® e Corrente crítica: antagonismos e oportunidades de complementação. **Gestão & Produção**, [s. l.], v. 24, n. 3, p. 464–476, 2017.

MACHADO, F. A.; RUSCHEL, R. C.; SCHEER, S. Análise da produção científica brasileira sobre a modelagem da informação da construção. **Ambiente Construído**, [s. l.], 2017.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MARQUES NETO, F. A. *et al.* Reputação institucional e o controle das Agências Reguladoras pelo TCU. **Revista de Direito Administrativo**, [s. l.], v. 278, n. 2, p. 37–70, 2019.

MATTANA, L.; LIBRELOTTO, L. I. Contribuição do BIM para a sustentabilidade econômica de edificações. **MIX Sustentável**, [s. l.], v. 3, n. 2, p. 134, 2017.

MAZIONE, L. **Proposição de uma estrutura conceitual de gestão do processo de projeto colaborativo com o uso do BIM**. 2013. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

MCARTHUR, J. J. A Building Information Management (BIM) framework and supporting case study for existing building operations, maintenance and sustainability. **Procedia Engineering**, [s. l.], v. 118, p. 1104–1111, 2015.

MEHEDI, MD. T.; SHOCHCHHO, A. H. Exploring facility management (7D) with BIM considering quality and performance assessment models. **E3S Web of Conferences**, [s. l.], v. 304, p. 02007, 2021.

MIRANDA, R. D.; SALVI, L. Análise da tecnologia Bim no contexto da indústria da construção civil brasileira. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, [s. l.], v. 07, n. 05, p. 79–98, 2019.

MOREIRA, R. A. D.; RIBEIRO, S. E. C. Transição do modo tradicional de construção para o BIM em algumas regiões do Brasil. **Construindo**, [s. l.], v. 07 n. 01, 2015.

MOURA-LEITE, R. C.; LOPES, J. C. DE J.; YAMAZAKI, C. Brazilian federal universities and their sustainable practices based on sustainable logistics management plan. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, [s. l.], v. 24, n. 4, p. 932–947, 2023.

NARDELLI, E. *et al.* BIM na gestão pública: Tópicos para a contratação de projetos. *In*: COSTA, António Aguiar; AZENHA, Miguel (ed.). **5º Congresso Português de Building Information Modelling**. Braga: UMinho, 2024. v. 2. p. 485-495.

NERY, E. L. M.; NUNES, L. S.; BARBUDA, A. S. Atos de improbidade administrativa em licitações no direito brasileiro. **Revista Jurídica do Nordeste Mineiro**, [s. l.], v. 3, n. 3, 2024.

NÓBREGA JUNIOR, C. L.; MELHADO, S. B. Coordenador de projetos de edificações: estudo e proposta para perfil, atividades e autonomia. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, [s. l.], v. 1, n. 8, 2013.

NÓBREGA, T. C. A.; MALTA, A. D. B. O. S. A expectativa por contratos públicos sustentáveis na Lei n. 14.133/2021. **Sistema e-Revista CNJ**, [s. l.], v. 6, n. 2, p. 145–160, 2022.

OLIVEIRA, E. V.; ZAIDAN, F. H. Implementação da modelagem da informação da construção (BIM) em projetos pesquisa e proposta de melhoria no contexto da governança, risco e conformidade (GRC). **Exacta**, [s. l.], v. 20, n. 4, p. 810–831, 2022.

OLIVEIRA, S. A.; RODRIGUES, M. C. S. Gestão da mudança organizacional em

instituições públicas. **Revista Foco**, [s. l.], v. 17, n. 4, p. e4638, 2024.

PIMENTEL, B. P.; BARBOSA, A. T. R.; REIS, M. M. Integração entre BIM e simulação termoenergética para obtenção de ENCE de uma edificação do exército brasileiro. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, [s. l.], v. 12, n. 1, p. 232–248, 2020.

PRAIA, P. *et al.* A plataforma BIM na compatibilização de projetos de arquitetura e estrutura: estudos de casos. **Caderno Pedagógico**, [s. l.], v. 21, n. 3, p. e3152, 15 mar. 2024.

QUINTELLA, G. M.; HANNA, S. A. A Lei da Inovação e o Decreto do Marco Regulatório da Inovação: uma análise da jurisprudência do TCU com base em dados proprietária orientada a programação em linguagem natural. **Cadernos de Prospecção**, [s. l.], v. 17, n. 1, p. 163–175, 2024.

REIS, A. O.; ALMEIDA, F. M. DE. Relações entre elementos da gestão pública e a corrupção nos estados brasileiros. **Revista Ciências Administrativas**, [s. l.], v. 26, n. 3, 2021.

REMEDIO, J. A. Lei de licitações e contratos administrativos (lei 14.133/2021): o diálogo competitivo como nova modalidade de licitação. **Revista de Direito Administrativo e Gestão Pública**, [s. l.], v. 7, n. 1, p. 1–21, 2021.

SALGADO, M. S. O BIM na universidade: relato da implantação de célula BIM na FAU UFRJ. *In*: COSTA, António Aguiar; AZENHA, Miguel (ed.). **5º Congresso Português de Building Information Modelling**. Braga: UMinho, 2024. v. 2. p. 645-653.

SANTOS, R. B. V. *et al.* The mapping of processes in a campus of the Federal Institute of Education, Science and Technology in Brazil: a case study. **Observatório De La Economía Latinoamericana**, [s. l.], v. 22, n. 8, p. e6158, 2024.

SANTOS, G. C. S. **Aplicação da tecnologia Bim 5d na integração do modelo com o orçamento e planejamento**. 2015. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA, 2015.

SANTOS, M. C. F. **Método para integração do orçamento, planejamento e acompanhamento da produção com apoio de Building Information Modeling**. Salvador, BA: Universidade Federal da Bahia, 2018.

SARUHASHI, L. *et al.* Implementação do BIM na gestão de obras públicas em Recife-PE: desafios e perspectivas. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 20., 2024. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2024. p. 1–11.

SATTINENI, A.; MACDONALD, J. A. 5D BIM: A case study of an implementation strategy in the construction industry. **Proceedings of the 31st ISARC**, Sydney, p. 361-367, 2014.

SENA, T. C. S. **BIM colaborativo**: proposta de framework BIM para colaboração no desenvolvimento de projetos. São Carlos: Universidade de São Paulo, 2021.

SILVA, T. A.; CRUBELLATE, J. M. Efeitos do modelo de financiamento na autonomia das universidades públicas: análise sob o enfoque institucional. **REAd. Revista Eletrônica de Administração**, Porto Alegre, v. 28, n. 1, p. 33–63, 2022.

SILVA JUNIOR, L. A.; LEÃO, M. B. C. O software Atlas.ti como recurso para a análise de conteúdo: analisando a robótica no Ensino de Ciências em teses brasileiras. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 24, n. 3, p. 715–728, 2018.

SMITH, D. K.; TARDIF, M. **Building Information Modeling**: a strategic implementation guide for architects, engineers, constructors, and real estate asset managers. [s.l.]: John Wiley & Sons, 2009.

SOARES JÚNIOR, G. G. **Tecnologias habilitadoras da indústria 4.0 aplicadas para melhoria da segurança do trabalho na construção civil**. São Paulo, SP: Universidade Nove de Julho - UNINOVE, 2021.

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

SUCCAR, B.; SHER, W.; WILLIAMS, A. Measuring BIM performance: five metrics. **Architectural Engineering and Design Management**, [s. l.], v. 8, n. 2, p. 120–142, 2012.

SUCCAR, B.; SHER, W.; WILLIAMS, A. An integrated approach to BIM competency assessment, acquisition and application. **Automation in Construction**, [s. l.], v. 35, p. 174–189, 2013a.

SUCCAR, B.; SHER, W.; WILLIAMS, A. An integrated approach to BIM competency assessment, acquisition and application. **Automation in Construction**, [s. l.], v. 35, p. 174–189, 2013b.

SUNDFELD, C. A.; ROSILHO, A. A regulação e o controle de contas. **Cadernos Gestão Pública e Cidadania**, [s. l.], v. 28, p. e85225, 2023.

TAYLOR, J. E.; LEVITT, R. E. Inter-Organizational knowledge flow and innovation diffusion in project-based industries. ANNUAL HAWAII INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEM SCIENCES, 38., 2005. **Procedências**. [S. l.: s. n.], 2005.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS. **Plano de Desenvolvimento Institucional**. Alfenas: UNIFAL-MG, 2020.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ. **Plano de Desenvolvimento Institucional**. Itajubá: UNIFEI, 2023.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA. **Plano de Desenvolvimento Institucional**. Juiz de Fora: UFJF, 2021.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS. **Plano de Desenvolvimento Institucional**. Lavras: UFLA, 2020.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS. **Plano de Desenvolvimento Institucional**. Belo Horizonte: UFMG, 2023.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO. **Plano de Desenvolvimento Institucional**. Ouro Preto: UFOP, 2015.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI. **Plano de Desenvolvimento Institucional**. São João del-Rei: UFSJ, 2018.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA. **Plano de Desenvolvimento Institucional**. Uberlândia: UFU, 2021.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. **Plano de Desenvolvimento Institucional**. Viçosa: UFV, 2023.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TRIÂNGULO MINEIRO. **Plano de Desenvolvimento Institucional**. Uberaba: UFTM, 2019.

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI. **Plano de Desenvolvimento Institucional**. Diamantina: UFVJM, 2024.

UTHMAN, T. A. **The Process of implementing Building Information Modelling (BIM) in the UK (a contractor's perspective)**. 2011. Dissertação (Mestrado) - University of Salford, Manchester, 2011.

VACCAREZZA, A. B. Os Instrumentos auxiliares na Nova Lei de Licitações. **Revista da ESDM**, [s. l.], v. 7, n. 14, p. 60–76, 2022.

VAN GYSEL, R. B.; FISS, R. E.; BORTOLINI, R. BIM: uma discussão sobre sua obrigatoriedade em obras públicas. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 8., 2023, Pelotas. **Anais [...]**. Pelotas: PROGRAU/UFPEL, 2023. p. 01-09.

VIANA, V.; CARVALHO, M. Avaliação da maturidade da implementação BIM no contexto de órgãos públicos brasileiros. *In*: CONGRESSO PORTUGUÊS DE “BUILDING INFORMATION MODELLING”, 3., 2020. **Anais [...]**. Porto: FEUP, 2020.

VILANDE, T. J. Advogado público e controlador interno na nova lei de licitações. **Revista da ESDM**, [s. l.], v. 9, n. 17, p. 7–18, 2023.

WEBER, S. S. K.; BISPO, J. DE S. A influência do mecanismo liderança da governança pública na auditoria interna das instituições federais de ensino superior. **International Journal of Scientific Management and Tourism**, [s. l.], v. 10, n. 1, p. 375–401, 2024.

WIJEKOON, C.; MANEWA, A.; ROSS, A. D. Enhancing the value of facilities information management (FIM) through BIM integration. **Engineering, Construction**

and Architectural Management, [s. /], v. 27, n. 4, p. 809–824, 2020.

YING, T. Y.; KAMAL, E. M. the revolution of quantity surveying profession in building information modelling (BIM) Era: the malaysian perspective. **International Journal of Sustainable Construction Engineering and Technology**, [s. /], v. 12, n. 1, 2021.

ZWIKAEL, O.; SMYRK, J. Project governance: balancing control and trust in dealing with risk. **International Journal of Project Management**, [s. /], v. 33, n. 4, p. 852–862, 2015.

GUIA DE ORIENTAÇÕES DE IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA BIM

Relatório técnico apresentado pelo(a) mestrando(a) Charles Guimarães Lopes ao Mestrado Profissional em Administração Pública em Rede, sob orientação da docente Prof^a. Dr^a. Carla Leila Oliveira Campos e da coorientação do docente Prof. Dr. João Paulo de Brito Nascimento , como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Administração Pública.

Sumário

Resumo	01
Objetivo do Guia e Público Alvo	02
Os problemas das Obras Públicas no Brasil	03
Building Information Modelling (BIM)	04
Principais Razões para a Implementação do BIM	05
Situação do processo de implementação BIM nas universidades federais mineiras	06
Legislação Federal Vigente	07
Decreto 11.888/2024 - Estratégia BIM BR	08
Softwares de Modelagem BIM	09
Fluxograma de Processo de Projetos BIM	11
Projeto Piloto para Implementação do BIM	15
Referências	27

Resumo

O Building Information Modeling (BIM) representa uma revolução na forma como os projetos de construção são concebidos, geridos e executados. A sua implementação em instituições públicas é um passo crucial para modernizar a gestão de obras e promover a eficiência no uso de recursos públicos. O presente guia tem como objetivo fornecer um arcabouço teórico e prático para a implementação do BIM, com foco em um projeto piloto que sirva como modelo para outras instituições.

O BIM é uma metodologia que permite a criação e gestão de informações sobre um projeto de construção durante todo o seu ciclo de vida. Através de um modelo digital, é possível integrar dados de diferentes disciplinas, facilitando a colaboração entre os diversos stakeholders.

As principais vantagens do BIM: melhoria na comunicação entre equipes; redução de erros e retrabalhos; aumento da eficiência na gestão de tempo e custos; e melhoria na sustentabilidade e eficiência energética dos projetos.

Os principais desafios são: resistência à mudança cultural nas instituições; necessidade de capacitação e treinamento das equipes; e integração com sistemas existentes.

O processo de implementação do BIM pode ser dividido em várias etapas, que incluem a avaliação do estado atual, definição de objetivos, planejamento da implementação, execução e monitoramento.

Para orientar neste processo foi criado um roteiro de um projeto piloto tem como objetivo testar a metodologia BIM em um projeto específico, permitindo a identificação de desafios e a validação de processos antes da implementação em larga escala.

A implementação do BIM nas instituições públicas é um passo fundamental para a modernização da gestão de projetos de construção. Através do projeto piloto proposto, espera-se não apenas validar a metodologia BIM, mas também criar um modelo replicável que possa ser adotado por outras instituições. A capacitação das equipes e o comprometimento da alta administração são fatores cruciais para o sucesso desse processo.

Objetivo do guia e Público Alvo

Objetivo

O objetivo desta coletânea é consolidar e disponibilizar informações de boas práticas sobre o processo e execução de projetos BIM de forma clara e precisa, para que profissionais, particularmente aqueles envolvidos em obras públicas, possam ter segurança na transição entre o processo tradicional de projetar e a mudança de paradigma representada pela tecnologia BIM.

Público Alvo

Este guia está dirigida a todos os profissionais envolvidos no ciclo de vida das edificações, tais como: gestores públicos, projetistas, responsáveis e executores. Pela sua relevância no papel de incentivadores ao uso do BIM, procuramos enfatizar o papel das universidades públicas federais no processo de implementação do BIM da elaboração de projetos e gestão das obras durante ao longo de sua vida, já que o governo brasileiro sinaliza que pretende exigir a utilização do BIM em obras públicas.



Os problemas das Obras Públicas no Brasil

Principais fatores que contribuem para os atrasos e o aumento dos custos:



Planejamento Inadequado

Falta de detalhamento nos projetos, recursos subestimados, imprecisão nas quantidades de materiais, estimativas de tempo minimizadas e estimativas de custos incertas



Alterações no Projeto

Modificações durante a execução da obra, motivadas por fatores externos ou descobertas imprevistas, gerando retrabalho e aumento de custos



Imprevistos

Condições climáticas adversas, problemas geológicos, dificuldades na aquisição de materiais e mão de obra qualificada não previstos, causando atrasos e aumento de custos



Gerenciamento Ineficiente

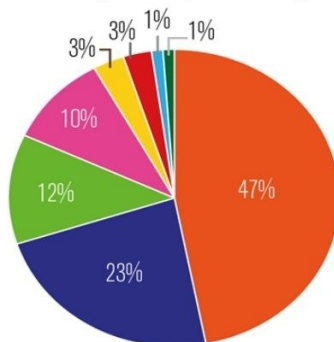
Falta de comunicação entre os envolvidos no projeto, processos burocráticos e dificuldades na gestão de contratos inerentes à obra



Falta de Tecnologia

A utilização de ferramentas e tecnologias obsoletas dificulta o acompanhamento e o controle da obra

Principais motivos para a paralisação das obras - Acórdão 1.079/2019



- Técnico
- Abandono pela empresa
- Outros
- Orçamentário/Financeiro
- Órgãos de Controle
- Judicial
- Titularidade/Desapropriação
- Ambiental

Fonte: TCU (2019)

Acórdão nº 2.134/2023 – Plenário, que teve como objeto a carteira de obras financiadas com recursos do Orçamento Geral da União (OGU), identificou, entre 2020 e 2023, obras paralisadas ou inacabadas.

Atualmente, em um universo de cerca de 21 mil obras vigentes, 8.603 estão classificadas como paralisada, sendo que 58,1% das obras relacionadas à educação.

Fonte: TCU (2023)

Building Information Modelling (BIM)

Eastman et al. (2011) define BIM como sendo uma tecnologia de modelagem e um conjunto associado de processos para produzir, comunicar e analisar modelos de construção.

Succar et al. (2009) analisam BIM como um conjunto inter-relacionado de políticas, processos e tecnologias que geram uma metodologia para gerenciar a essência de projeto da edificação, a partir de dados associados num formato digital, em todo ciclo de vida da edificação.

Deutsch (2011) BIM é um processo de negócio apoiado pela tecnologia, sendo que para otimizar o uso desta tecnologia é necessário desenvolver os processos do negócio a partir do compartilhamento da informação e do trabalho colaborativo.

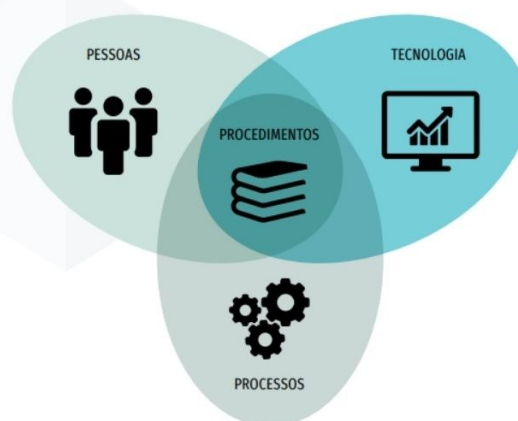


Figura 1: Os fundamentos do BIM. Adaptado de Succar (2009), disponível em: www.bimframework.info acesso em 15/01/2025.

Dimensões do BIM

1D - Protocolos: Implantação de protocolos BIM a nível organizacional ou governamental.

2D - Colaboração: Introdução de fluxos de trabalhos colaborativos.

3D - Modelagem Paramétrica: Modelagem tridimensional de todos os elementos que compõem o projeto dentro de um mesmo ambiente virtual.

4D - Planejamento: Correlacionar os elementos do modelo virtual e o planejamento de obra.

5D - Estimativas de Custo: Correlacionar os elementos do modelo virtual e o orçamento.

6D - Sustentabilidade: Busca da sustentabilidade dos nossos projetos, com construções focadas na eficiência energética.

7D - Operação e Manutenção: Gestão e operação da edificação, acompanhando e otimizando seu tempo de vida útil.

8D - Segurança: Busca da elementos de segurança durante o ciclo de vida da construção.



Fonte: Adaptada de Arnal (2018).

Principais Razões para a Implementação do BIM

Plataformas BIM propõem solucionar problemas de escopo, cronograma e quantitativos com o auxílio de softwares que possuem elementos paramétricos, possibilitando antecipar erros futuros e criar um canal de comunicação eficiente entre as equipes multidisciplinares;

Segmentação de escopos de serviço de forma automatizada, facilitando a visualização e o controle de insumos para cada atividade requerida no projeto;

Compatibilização de projetos antes da aprovação, retirando a tomada de decisão do canteiro de obras e aumentando a assertividade sobre os valores e prazos do empreendimento.

Fonte: (REIS JÚNIOR, 2020)

		Principais benefícios e contribuições com o uso do BIM na integração do planejamento e orçamento de obra	
		Item	Benefícios/Contribuições
BIM 3D Projetos	1	1	Identificação de possíveis conflitos e interferências de espaço e tempo.
	2	2	Integração e comunicação entre todos os envolvidos no projeto
	3	3	Redução do esforço na visualização e interpretação mental
	4	4	Redução da duração geral do projeto.
	5	5	Redução das interferências de espaço e tempo durante a construção
BIM 4D Planejamento	1	1	Redução de erros e omissões.
	2	2	Colaboração entre proprietários e firmas de projeto
	3	3	Melhora da imagem organizacional.
	4	4	Redução do retrabalho.
	5	5	Redução e melhor controle de custos.
	6	6	Redução da duração geral do projeto.
BIM 5D Custos e Orçamentos	1	1	Fase de modelagem, passando pela extração de dados do modelo, a indexação dos dados quantitativos aos custos fornecidos.
	2	2	Automação dos processos de levantamento de quantidades.
	3	3	Ao alterar-se um elemento no modelo, automaticamente alterar-se as quantidades vinculadas a este elemento, atualizando o orçamento.

Fonte: Oliveira e Zaidan (2021). Adaptado pelo autor (2025).



Situação do processo de implementação BIM nas universidades federais mineiras

Nível de Implementação do BIM - Universidades Federais Mineiras

Instituição	3D - Modelagem paramétrica
UFJF	100%
UFMG	100%
Unifal-MG	80%
UFLA	50%
UFVJM	50%
UFV	50%
UFOP	33,33%
UFTM	33,33%
Unifei	0%

Nas análises dos editais de licitação vimos que apenas as universidades UFJF e UFMG se encontram no nível de implementação com modelagem 3D.

O BIM contribui significativamente para a redução de atrasos em obras das públicas. Além dos benefícios e contribuições como: identificar e corrigir falhas antes da execução, resultando em uma obra com menos problemas e maior durabilidade; melhoria na comunicação e colaboração; redução de custos; modelagem de prazo, possibilitando entender as etapas de construção ao longo do ciclo de vida do projeto; e modelagem de custo objetivando custo preciso e assertivo, ferramenta importante para diminuição dos problemas encontrados nas execuções de obras da educação.

Neste sentido, as instituições de ensino analisadas que buscam resolver os problemas com as obras, a implementação do BIM é uma ferramenta necessária e se encontra em um momento propício de implementação, proporcionado pela legislação e normativas criadas.

Mas neste processo de implementação é de fundamental importância a definição de metas específicas no planejamento estratégico da instituição, os PDIs, tendo em vista as mudanças necessárias no processo gerencial e na cultura organizacional, demonstrados no tópico de implementação do BIM.

A integração do planejamento estratégico com o orçamento é essencial para garantir que os recursos sejam alocados de maneira a atender às metas institucionais, conforme planejado por (FONSECA et al., 2023).

Legislação Federal Vigente

NBR 15965-1:2011	Sistema de classificação da informação da construção - Parte 1: Terminologia e Estrutura
NBR 15965-2:2012	Sistema de classificação da informação da construção - Parte 2: Características dos objetos da construção.
NBR 15965-3:2014	Sistema de classificação da informação da construção. Parte 3: Processos da construção.
NBR 15965-7:2015	Sistema de classificação da informação da construção. Parte 7: Informação da construção.
NBR ISO12006-2:2018	Construção de edificação - Organização de informação da construção.
NBR ISO 16739-1:2023	Industry Foundation Classes (IFC) - Compartilhamento de dados nos setores de construção e gerenciamento de instalações.
Decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020	Estabelece a utilização do Building Information Modelling na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, no âmbito da Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling - Estratégia BIM BR
Lei nº 14.133, de 1º de abril de 2021	Lei de Licitações e Contratos Administrativos.
Decreto nº 11.888, de 22 de janeiro de 2024	Dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling no Brasil - Estratégia BIM BR e institui o Comitê Gestor da Estratégia do Building Information Modelling - BIM BR.

Decreto 11.888/2024 – Estratégia BIM BR

Estratégia BIM BR almeja:

Aumentar a produtividade das empresas em 10% (produção por trabalhador das empresas que adotarem o BIM);

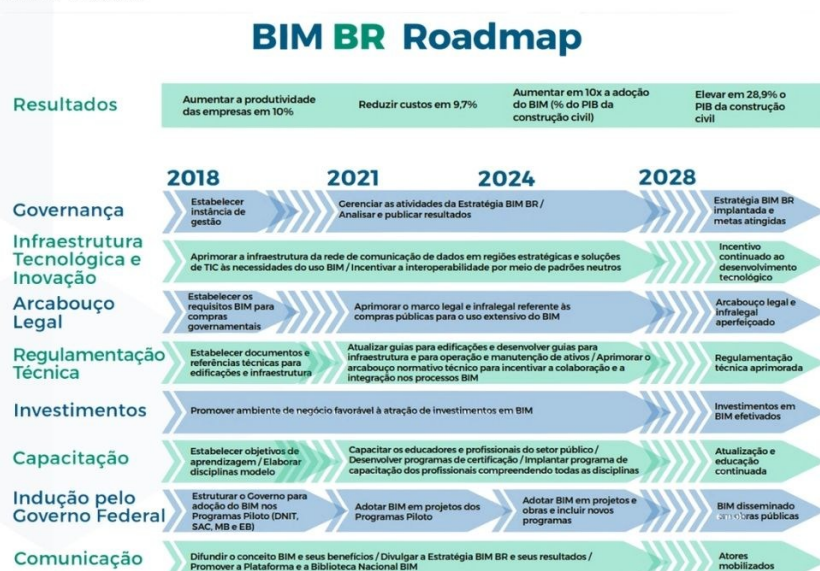
Reduzir custos em 9,7% (custos de produção das empresas que adotarem o BIM);

Aumentar em 10 vezes a adoção do BIM (hoje 5% do PIB da Construção Civil adota o BIM, a meta é que 50% do PIB da Construção Civil adote o BIM);

Elevar em 28,9% o PIB da Construção Civil (com a adoção do BIM, o PIB do setor, ao invés de 2,0% ao ano, espera-se que cresça 2,6% entre 2018 e 2028, ou seja, terá aumentado 28,9% no período, atingindo um patamar de produção inédito).

o BIM BR Roadmap representa a projeção dos indicadores e metas.

Um dos instrumentos do Governo Federal para a disseminação do BIM e aderente ao objetivo V (Propor atos normativos que estabeleçam parâmetros para compras e as contratações públicas com uso do BIM) é a utilização do poder de compra. Se o cliente exigir que determinado empreendimento seja entregue com o uso do BIM, há um estímulo para os fornecedores comecem a utilizá-lo. O Poder Público, como um grande demandante de obras, pode assumir esse papel e estimular o mercado brasileiro como um todo. A utilização e a exigência do BIM, entretanto, devem ser realizadas de modo escalonado para conferir tempo necessário para o mercado adequar-se às condições e para que o próprio setor público possa se estruturar apropriadamente.



Fonte: BIM BR (2018).

Software de modelagem BIM

(continuação)

Usos BIM	Plataformas BIM
1 Modelagem de Condições Existentes	Revit, Civil 3D, Infracworks, Archicad, Vectorworks, Allplan, Microstation, OpenBuildings Design, OpenCities Planner, QiBuilder
2 Estimativa de Custos	Revit, Dynamo Studio, BIM 360 (Plan, Glue), Archicad, Vectorworks, Data Design System, Solibri, SDS/2, Precast Software Engineering, Tekla Structures, Vico Office, Microstation, OpenBuildings Design, Synchro, QiVisus
3 Planejamento de Etapas	Navisworks, BIM 360 (Plan, Glue), Tekla Structures, Vico Office, Synchro, QiVisus
4 Programação	Revit, Civil 3D, Infracworks, Archicad, Vectorworks, Allplan, Microstation, OpenBuildings Design, OpenCities Planner
5 Análises Locais	Revit, Infracworks, Archicad, Microstation, OpenBuildings Design, OpenCities Planner
6 Revisão de Projetos	Navisworks, BIM 360 (Plan, Glue, Field), Solibri, dRofus, Vico Office, Synchro
7 Design Autoral	Revit, Civil 3D, Infracworks, Robot, Dynamo Studio, Advance Steel, Vehicle Tracking, Archicad, Vectorworks, Allplan, Data Design System, SCIA Engineer, Frilo, Risa, Precast Software Engineering, SDS/2, Tekla Structural Designer, Tekla Structures, Microstation, OpenBuildings Design, STAAD, TQS, SOFISTIK
8 Análise Estrutural	Robot, Dynamo Studio, Allplan, SCIA Engineer, Frilo, Risa, SDS/2, Precast Software Engineering, Tekla Structural Designer, STAAD, TQS, SOFISTIK, Eberick
9 Análise Luminotécnica	Insight, Vectorworks (Spotlight)
10 Análise Energética	Insight
11 Análise Mecânica	Robot, SCIA Engineer, Frilo, Risa, Tekla Structural Designer, STAAD, TQS, SOFISTIK
12 Análise de Outras Engenharias	Vehicle Tracking

Software de modelagem BIM

(conclusão)

Usos BIM	Plataformas BIM
13 Avaliação LEED Sustentabilidade	Insight
14 Validação de Códigos	Navisworks, Civil3D, Robot, Dynamo Studio, BIM 360 (Glue), Solibri, SCIA Engineer, Frilo, Risa, Vico Office, Synchro, dRofus, STAAD, TQS, SOFiSTiK
15 Coordenação Espacial 3D	Revit, Navisworks, Civil 3D, BIM (Plan, Glue, Field), Advance Steel, Archicad, Allplan, Data Design System, Solibri, dRofus, Tekla Structures, Vico Office, Microstation, OpenBuildings Design, Synchro
16 Planejamento de Utilização	BIM 360 (Plan, Field), Precast Software Engineering, SDS/2
17 Projeto do Sistema de Construção	Revit, Advance Steel, Dynamo Studio, Archicad, Allplan, Precast Software Engineering, SDS/2, Tekla Structures, Microstation, OpenBuildings, STAAD, TQS, SOFiSTiK, QiBulder
18 Fabricação Digital	Advance Steel, Allplan, Precast Software Engineering, SDS/2
19 Planejamento de Controle 3D	BIM 360 (Field), Precast Software Engineering, SDS/2
20 Modelagem de Registros	Revit, Civil 3D, Archicad, Vectorworks, Allplan, Microstation, OpenBuildings Design
21 Planejamento de Manutenção	iX-Haus, Spacewell, AssetWise, iTwin, Archibus, IBM Maximo/Tririga
22 Análise do Sistema de Construção	Spacewell, AssetWise, iTwin, Archibus, IBM Maximo/Tririga
23 Gestão de Ativos	iX-Haus, Spacewell, AssetWise, iTwin, Archibus, IBM Maximo/Tririga
24 Gerenciamento de Espaços/Rastreamento	Spacewell, AssetWise, iTwin, Archibus, IBM Maximo/Tririga

Fonte: Biller, et al. (2021), adaptado pelo autor.

Fluxograma de Processo de Projetos BIM

Fluxograma de Processos

Um fluxograma de projeto ajuda a organizar e visualizar o fluxo de trabalho, o que pode trazer diversos benefícios, como:

- **Melhora a comunicação:** Todos conseguem entender o processo de negócios e o seu papel nele.
- **Aumenta a produtividade:** Elimina atividades sem valor agregado.
- **Facilita a tomada de decisões:** As decisões mapeadas em fluxogramas parecem menos complicadas.
- **Identifica gargalos:** Ajuda a identificar problemas e dificuldades antes que se tornem um problema.
- **Padroniza processos:** O fluxograma pode ser utilizado em projetos e processos semelhantes.
- **Monitora o andamento do projeto:** É possível acompanhar etapas e identificar a situação da equipe.
- **Permite a análise crítica:** É possível identificar falhas e oportunidades de melhoria.
- **Possibilita a revisão do processo:** O processo pode ser mantido sempre atualizado e otimizado.
- **Organiza a equipe:** Fica mais fácil atribuir tarefas aos membros da equipe.

Fluxograma de Processos nos Projetos BIM

A implantação do BIM altera profundamente o fluxo do processo de projeto, os produtos resultantes, etapas e conseqüentemente os procedimentos de execução e controle do próprio projeto.

Neste sentido, o diagnóstico do quadro atual da organização deve indicar como se dá o fluxo e quais são seus produtos, de modo que seja possível vislumbrar uma relação entre o que se faz hoje e o que se pretende fazer. Isto permite identificar as diferenças e as habilidades que serão necessárias.

Fluxogramas do processo de projeto, tal como exemplificados acima neste guia, são a forma mais usual para representar os processos e seus produtos ou entregáveis.

Além disso, é conveniente relacionar que entregáveis são hoje usualmente produzidos em cada etapa de modo que seja possível, ao estabelecer o fluxo do processo BIM, caracterizar rapidamente as diferenças.

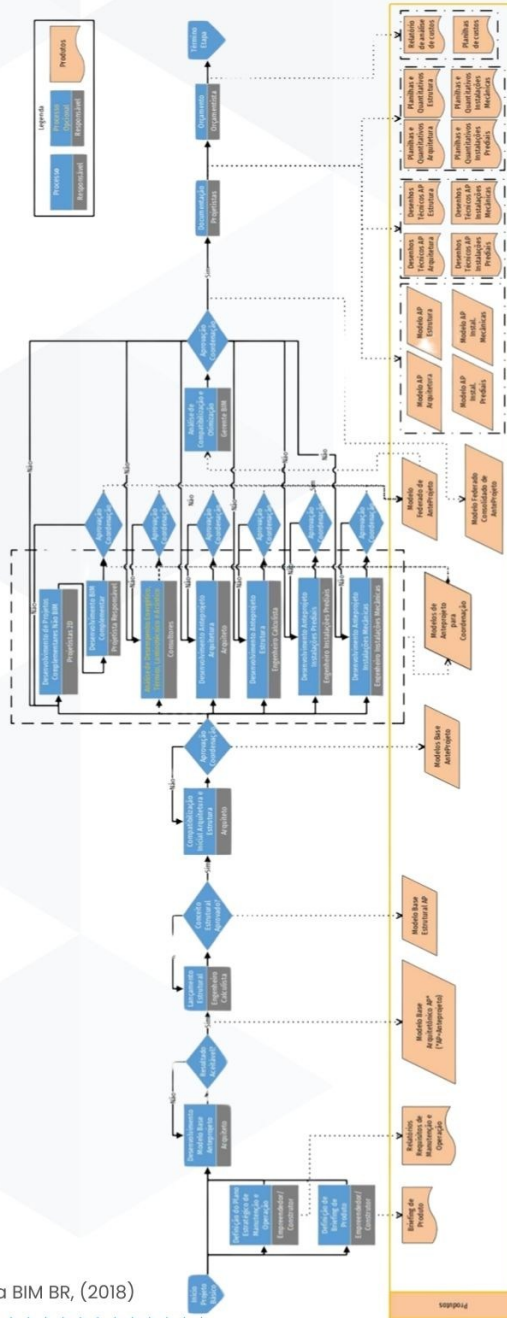
Esta etapa inicia o processo de implementação do BIM na instituição de ensino.

Fonte: Plataforma BIM BR, (2018)

Fluxograma de Processo de Projetos BIM

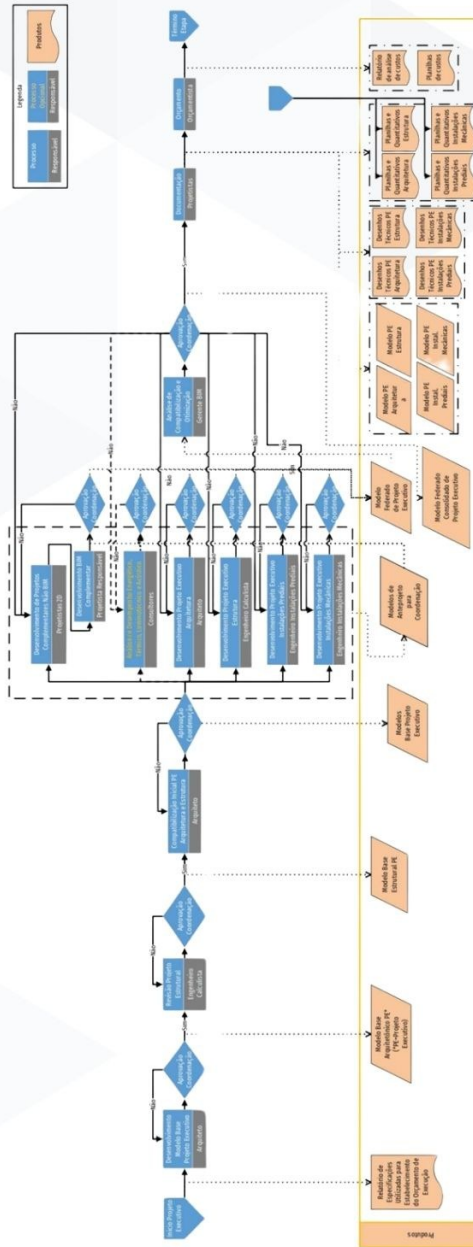
Fluxograma de Anteprojeto

Fonte: Plataforma BIM BR, (2018)



Fluxograma de Processo de Projetos BIM

Fluxograma de Projeto Executivo



Fonte: Plataforma BIM BR, (2018)



Projeto Piloto para Implementação do BIM

O modelo de plano de execução de projeto BIM utilizado nesta proposta faz parte do 'BIM Project Execution Planning Guide' (Messner et al., 2021) criado a partir de um projeto da buildingSMART alliance (bSa), desenvolvido pelo Grupo de Pesquisa em Construção Integrada por Computadores (CIC) da Universidade Estadual da Pensilvânia. Essa ferramenta serve como base para a estruturação de um plano detalhado de execução de projetos BIM, garantindo a padronização e a abrangência dos processos.

1. VISÃO GERAL DO PROJETO PILOTO

Os principais benefícios do *Building Information Modeling* (BIM) é proporcionar um ambiente colaborativo, melhorar a eficiência e qualidade nos processos de projeto, planejamento físico e financeiro e controle durante o ciclo de vida do projeto de construção, além do controle de projetos e informações utilizadas durante a fase de construção.

Os benefícios decorrentes da implementação do BIM estão descritos a seguir:

- **Melhoria na comunicação e colaboração entre os stakeholders:** o BIM permite que diferentes equipes de projeto, arquitetos, engenheiros, construtores e proprietários, trabalhem de forma integrada e colaborativa. Isso reduz erros de comunicação e evita retrabalho, resultando em um fluxo de processos eficiente.

- **Simulação de cronograma:** a modelagem de prazo permite que a equipe de projeto crie uma simulação do cronograma ainda na fase de projeto, ao incorporar informações temporais do modelo virtual. Isso possibilita a visualização gráfica da evolução da construção ao longo do tempo, permitindo a detecção antecipada de possíveis conflitos, gargalos e sobreposições na programação.

- **Maior assertividade no planejamento:** ao utilizar a modelagem de prazo, as empresas podem planejar com maior precisão as atividades do projeto. Isso ajuda a identificar a ordem de execução, permitindo obter as informações sobre o prazo total de cada pacote de trabalho e de todo o projeto.

- **Estimar e gerenciar custos com precisão:** a modelagem de custo, permite que a equipe de projeto vincule informações de custo aos elementos do modelo virtual. Isso possibilita uma estimativa de custo mais precisa em todas as fases do projeto.

- **Controle de custos ao longo do projeto:** este uso do BIM possibilita o acompanhamento contínuo dos custos reais em relação ao orçamento planejado. Auxilia na identificação de desvios e permite que a equipe tome medidas corretivas a tempo de evitar e/ou minimizar impactos no orçamento devido ao acréscimo de custos finais.

Projeto Piloto para Implementação do BIM

- **Controle de documentos, projetos, processos de garantia e informações utilizadas na construção:** este uso do BIM permite uma representação do estado real da construção após a sua conclusão, ou seja, é uma representação digital fiel do que foi realmente construído. Esse modelo é atualizado com as informações reais coletadas durante a execução da obra, como, alterações realizadas durante o processo de construção e materiais utilizados.

Um projeto piloto é uma iniciativa de pequena escala, realizada como uma espécie de teste, antes de uma implementação em larga escala. No contexto da construção civil, um projeto piloto para implementação do BIM na gestão de obras públicas, serve como um laboratório para testar e avaliar a metodologia, os processos e as ferramentas. A escolha do projeto piloto é crucial para o sucesso da implementação, pois ele deve ser representativo dos desafios e oportunidades que a organização enfrentará.

Os principais objetivos de um Projeto Piloto estão descritos a seguir:

- **Identificar desafios e oportunidades:** Permite identificar os desafios específicos da implementação do BIM no contexto da obra, como a compatibilidade entre os softwares utilizados, a necessidade de treinamento dos profissionais e a adaptação dos processos existentes.

- **Ajuste fino dos processos:** Permite ajustar os processos de trabalho para otimizar o uso do BIM e garantir as entregas previstas.

- **Minimizar riscos:** Reduz os riscos de falhas na implementação em larga escala, pois os problemas podem ser identificados e corrigidos em um ambiente controlado.

- **Demonstrar resultados:** Permite demonstrar os benefícios do BIM para os stakeholders, como redução de custos, otimização de prazos e melhoria da qualidade das entregas.

Os principais benefícios de um Projeto Piloto estão descritos a seguir:

- **Aprendizado:** A equipe envolvida no projeto piloto adquire conhecimento conceitual e prático sobre o BIM, o que facilita a implementação em outros projetos.

- **Melhoria contínua:** Os resultados do projeto piloto podem ser utilizados para aprimorar os processos e as ferramentas, garantindo a evolução contínua da metodologia BIM.

- **Gerenciamento de riscos:** Ao identificar os riscos e as dificuldades em um projeto piloto, é possível desenvolver estratégias para mitigá-los em projetos futuros.

Projeto Piloto para Implementação do BIM

Os principais resultados esperados de um Projeto Piloto estão descritos a seguir:

- **Melhoria da qualidade:** Aumento da precisão e da qualidade dos projetos, reduzindo o número de erros e omissões.
- **Redução de custos:** Otimização dos processos, redução de desperdícios e melhor gestão de materiais na fase de construção.
- **Aceleração dos prazos:** Planejamento mais eficiente e coordenação entre as diversas disciplinas envolvidas no projeto.
- **Melhoria da comunicação:** Facilidade na comunicação e colaboração entre os diferentes stakeholders do projeto.
- **Geração de documentação mais completa:** Criação de um modelo digital completo do projeto, que pode ser utilizado em todo o seu ciclo de vida, como, manutenção e gestão do ativo.

Um projeto piloto para implementação do BIM em obras públicas é uma ferramenta fundamental para garantir o sucesso da adoção dessa tecnologia. Ao identificar os desafios, validar a metodologia e ajustar os processos, as organizações podem colher os benefícios do BIM de forma mais eficiente e segura.

2. Informação do empreendimento

Esta seção define informações básicas de referência do empreendimento e marcos definidos.

2.1. Proprietário do empreendimento:

2.2. Nome do empreendimento:

2.3. Localização e endereço do empreendimento:

2.4. Tipo de contrato:

2.5. Sumário descritivo do empreendimento:

[número de edificações, dimensões gerais, etc.]

2.6. Área total construída: xxxx m².

2.7. Informações adicionais do empreendimento: [características e requisitos particulares do empreendimento em relação ao bim]

2.8. Identificação do empreendimento: [incluir marcos BIM, atividades pré-projeto, principais revisões de projeto, revisões do cliente e quaisquer outros eventos importantes que ocorrem durante o ciclo de vida do empreendimento.]

Projeto Piloto para Implementação do BIM

2.9. Cronograma básico do empreendimento / fases / marcos: [incluir marcos BIM, atividades pré-projeto, principais revisões de projeto, revisões do cliente e quaisquer outros eventos importantes que ocorrem durante o ciclo de vida do empreendimento.]

3. Contatos principais do empreendimento:
[lista de contatos BIM de cada empresa ligada ao empreendimento. Contatos adicionais podem ser incluídos mais tarde no documento.]

4. Objetivos do empreendimento com BIM / usos do BIM
[descreva como o modelo BIM e outros dados da edificação serão usados para maximizar o valor do empreendimento (ex.: alternativas de projeto, análise de ciclo de vida,

cronograma, orçamentação, seleção de materiais, oportunidades de pré-fabricação, posicionamento no terreno, etc.) Use a planilha de objetivos BIM e análises de uso como referência.]

4.1. Principais metas/objetivos para o BIM no empreendimento: [declare as principais metas/objetivos para o BIM]

4.2. Usos do BIM: [coloque um x junto aos usos de bim a serem desenvolvidos através da utilização do modelo BIM, de acordo com o que foi selecionado pela equipe do empreendimento usando a planilha de metas e usos de bim. Inclua usos de BIM adicionais, se necessário, nas células vazias.]

X	PLANEJAMENTO	X	PROJETO	X	CONSTRUÇÃO	X	OPERAÇÃO
	PROGRAMA DE NECESSIDADES		DESENVOLV. DE PROJETO		PLANEJAMENTO DE CANTEIRO DE OBRAS		AGENDAMENTO DE MANUTENÇÃO PREDIAL
	ANÁLISE DE TERRENO		REVISÃO DE PROJETO		PROJETO DO SISTEMA DE CONSTRUÇÃO		ANÁLISE DE SISTEMAS PREDIAIS
			COORDENAÇÃO 3D		COORDENAÇÃO 3D		GERENCIAMENTO DE ATIVOS
			ANÁLISE ESTRUTURAL		FABRICAÇÃO DIGITAL		GERENCIAMENTO DE ESPAÇOS
			ANÁLISE LUMÍNICA		CONTROLE E PLANEJAMENTO 3D		PLANEJAMENTO DE DESASTRES
			ANÁLISE ENERGÉTICA		MODELAGEM AS-BUILD		MODELAGEM AS-BUILD
			ANÁLISE AR-COND./VENT/PRESSUR. OUTRAS ANÁLISES DE ENGENHARIA				
			AValiação DE SUSTENTABILIDADE				
			VALIDAÇÃO DE CÓDIGO DE OBRAS / DIRETRIZES				
	PLANEJAMENTO (4D)		PLANEJAMENTO (4D)		PLANEJAMENTO (4D)		PLANEJAMENTO (4D)
	ESTIMATIVA CUSTOS		ESTIMATIVA CUSTOS		ESTIMATIVA CUSTOS		ESTIMATIVA CUSTOS
	MODELAGEM DE CONDIÇÕES PRÉ-EXISTENTES		MODELAGEM DE CONDIÇÕES PRÉ-EXISTENTES		MODELAGEM DE CONDIÇÕES PRÉ-EXISTENTES		MODELAGEM DE CONDIÇÕES PRÉ-EXISTENTES

Projeto Piloto para Implementação do BIM

5. Funções organizacionais / recursos humanos

A tabela (apêndice a), elaborada por Succar et al. (2013, p. 183), oferece um inventário detalhado das competências de domínio BIM por função, servindo como referência para a gestão de recursos humanos em projetos BIM.

Ao mapear as habilidades necessárias para cada papel dentro do processo construtivo, essa tabela auxilia na definição precisa de perfis profissionais, na elaboração de planos de desenvolvimento individualizados e na alocação eficiente de recursos. A partir dessa análise, é possível identificar as lacunas de competência existentes e implementar ações de treinamento e desenvolvimento direcionadas, alinhando as habilidades dos colaboradores com as demandas específicas de cada projeto e função.

[determine as funções/responsabilidades BIM no empreendimento e quem desempenhará cada uso de BIM]

5.1. Funções e responsabilidades sobre BIM: [descreva as funções e Responsabilidades BIM tais como gerentes BIM, gerentes de projeto, Desenhistas, etc.]

Gerente de projeto BIM:

Modelador BIM:

Coordenador BIM:

Especialista em construção:

Gerente de custos e orçamento:

Gerente de prazos e planejamento:

Especialista em operações e manutenção (O&M):

5.2. Equipe ligada aos usos de BIM: [para cada uso de BIM selecionado, identifique a equipe dentro da empresa (ou empresas) que vão fornecer pessoal para executar aquele uso e estime o tempo de pessoal requerido.]

A tabela de ter os seguintes campos: Uso De Bim; Empresa; Número Total De Pessoas P/ O Uso; Núm. De Horas Estimadas; Local(is); Contato.

6. Projeto do processo BIM

6.1. Mapa de processo geral: [crie mapas para cada uso de BIM selecionado no item 4: objetivos do empreendimento com BIM / usos de bim. Esses mapas de processo fornecem um plano detalhado para a execução de cada uso de bim. Eles também definem as trocas de informação específicas para cada atividade, construindo a base para toda a execução do plano.]

Projeto Piloto para Implementação do BIM

6.2. Lista de mapa(s) detalhado(s) de processo para uso de BIM: [os usos seguintes são exemplos. Modifique para este empreendimento específico. Pode-se precisar remover ou adicionar alguns mapas de processos. Adicione / remova mapas de processos (não) utilizados na lista]

- A. Modelagem de condições pré-existent
- B. Estimativa de custos
- C. Planejamento (4D)
- D. Programa de necessidades
- E. Análise de terreno
- F. Revisão de projetos
- G. Desenvolvimento de projetos
- H. Análise energética
- I. Análise estrutural
- J. Análise lumínica
- K. Coordenação 3D
- L. Planejamento do canteiro de obras
- M. Planejamento e controle 3D
- N. Modelagem *As-Built*
- O. Agendamento de manutenção predial
- P. Análise de sistemas prediais

7. Procedimentos de colaboração

A colaboração eficaz é fundamental para o sucesso de qualquer projeto. Para analisar as competências envolvidas nos processos de colaboração, é necessário definir as unidades de análise adequadas. Succar et al. (2013), em sua pesquisa, propõe a Tabela (Apêndice B), que apresenta as unidades de análise, em que é utilizada para avaliar os procedimentos e técnicas de colaboração dos stakeholders nos projetos.

A tabela, ao detalhar as competências de domínio BIM por função, complementa a tabela que apresenta as unidades de análise para a colaboração. Ao identificar as habilidades específicas necessárias para cada papel, contribuindo para a definição de procedimentos de colaboração mais eficazes. A partir dessas tabelas, é possível estabelecer protocolos de comunicação, processos de tomada de decisão e mecanismos de resolução de conflitos mais adequados para cada equipe e projeto.

7.1. Estratégia de colaboração: [descreva como a equipe do projeto vai colaborar. Inclua itens como formas de comunicação, gerenciamento, transferência e armazenamento de documentos, etc.]

7.2. Procedimentos de reuniões: Tipos De Reunião; Estágio Do Empreendimento; Frequência; Participantes; Local.

7.3. Agenda de entrega de modelos e trocas de informações para aprovação: [documente as trocas de informação e transferências de arquivos que vão ocorrer no empreendimento] - Troca de informação; Remetente do arquivo; Destinatário do arquivo; Frequência; Data de entrega; Arquivo de modelo; Software do modelo; Tipo de arquivo nativo; Tipo de arquivo de troca.

Projeto Piloto para Implementação do BIM

7.4. Espaço de trabalho interativo: [a equipe de projeto deve considerar o ambiente físico que necessitará durante o ciclo de vida do empreendimento para acomodar a necessária colaboração, comunicação e revisões que vão melhorar o processo de tomada de decisão do projeto piloto. Descreva como a equipe de projeto será acomodada. Considere questões do tipo “a equipe vai trabalhar junta, numa sala?”. Vai haver uma sala de coordenação BIM? Haverá uso do modelo BIM no canteiro? Em caso positivo, onde será localizada e o que haverá neste espaço tal como computadores, projetores, mesa, etc. Inclua qualquer informação adicional necessária sobre os espaços de trabalho para o empreendimento.]

7.5. Procedimento de comunicação eletrônica: [questões de gerenciamento de documentos devem ser resolvidas e um procedimento deve ser definido para cada uma: permissões / acesso, localização de arquivos, localização de servidor(es) ftp, protocolo de transferência de arquivos, manutenção de arquivos / diretórios, etc.]

8. Controle de qualidade

8.1. Estratégia geral para controle de qualidade: [descreva a estratégia para controlar a qualidade do modelo.]

8.2. Verificações de controle de qualidade: [as seguintes verificações devem ser executadas para garantir a qualidade.]

9. Necessidades de infraestrutura tecnológica

9.1. Software: [liste os aplicativos usados com BIM]

9.2. Computadores / hardware:

[compreender a especificação do hardware torna-se valioso uma vez que a informação começa a ser compartilhada entre diversas disciplinas ou empresas. Também é importante assegurar-se que o hardware usado subsequentemente não é menos poderoso que aquele utilizado para criar a informação. Para garantir que isso não aconteça, escolha a configuração mais demandada e que seja a mais apropriada para a maioria dos usos de BIM.]

10. Estrutura do modelo

10.1. Estrutura de nomes de arquivos: [determine e liste a estrutura para os nomes de arquivos de modelo.]

10.2. Estrutura do modelo: [descreva e diagrame como o modelo é separado, isto é, por edifícios, por pavimentos, por zonas, por áreas e/ou disciplinas.]

Projeto Piloto para Implementação do BIM

10.3. Sistemas de coordenadas e dimensões:

[descreva o sistema de medidas (métrico ou imperial) e sistema de coordenadas (geo-referenciados) usados.]

10.4. Padrões BIM e cad: [identifique itens como os padrões BIM e cad, informações de referência, a versão do ifc, etc.]

11. Entregáveis

A gestão eficaz dos entregáveis é fundamental para o sucesso de um projeto. A tabela (apêndice c), de Succar e Sher (2014, p.8), oferece uma estrutura de módulos de aprendizagem que facilita a gestão desses entregáveis, ao relacionar as competências com os diferentes níveis e tópicos do projeto, ela exhibe as habilidades necessárias para cada fase, e o melhor formato de aprendizagem para cada módulo.

12. Estratégia de contratação

12.1. Estratégia de contratação para o empreendimento: [que medidas adicionais precisam ser tomadas para usar com sucesso o BIM com a estratégia de contratação adotada?]

12.2. Procedimento de seleção da equipe: [como você vai selecionar futuros membros da equipe em relação à estratégia / contrato acima?]

13. Anexos

13.1. Mapa geral do processo

13.2. Mapas detalhados de uso de BIM

13.3. Planilha de definição de modelos

13.4. Contratos / documentos desenvolvidos

13.5. Etc.

14. Objetivos

[gerar indicadores, mapa de evidência]

14.1. Reduzir o número de erros e omissões durante a execução da obra.

14.2. Melhorar a comunicação e colaboração entre as equipes.

14.3. Otimizar o planejamento e o cronograma da obra.

14.4. Aumentar a precisão dos orçamentos.

14.5. Gerar documentação executiva mais completa e detalhada.

15. Treinamento e capacitação

[oferecer treinamento aos profissionais envolvidos no projeto piloto, garantindo que todos tenham o conhecimento necessário para utilizar o software BIM e os processos definidos. Gerar planilha Int, controle do cronograma previsto]

Projeto Piloto para Implementação do BIM

Conforme Succar e Sher (2014), os princípios educacionais para BIM, sintetizados na tabela (apêndice d), estabelecem as bases para o desenvolvimento de programas de treinamento e capacitação nessa área. Esses princípios, resultantes de um amplo estudo, destacam a importância de uma formação que contemple os diferentes perfis de profissionais envolvidos em projetos BIM. Além disso, os princípios também abordam a necessidade de uma educação colaborativa e a integração entre os diferentes níveis de ensino. Dessa forma, ao considerar a definição proposta por Succar e Sher (2014), podemos explorar diversos componentes que compõem as competências, desde o conhecimento teórico até as habilidades técnicas e traços pessoais. A análise detalhada dessa definição é fundamental para orientar tanto a formação de profissionais quanto o desenvolvimento de programas de capacitação em BIM. Uma discussão mais aprofundada sobre este tema pode ser encontrada no apêndice e.

A tabela (apêndice f), elaborada por Succar et al. (2013), apresenta uma variedade de definições para o termo "competência" quando aplicado a indivíduos em um contexto organizacional. Essa diversidade de interpretações, embora não completamente alinhadas, enriquece nossa compreensão sobre o conceito e sua aplicabilidade em diferentes áreas, como a gestão de recursos humanos e a gestão de habilidades.

Ao desconstruir e classificar as diversas definições apresentadas na tabela (apêndice f), os autores estabelecem uma base sólida para o desenvolvimento de um inventário de competências BIM e a criação de um modelo conceitual para avaliar, adquirir e aplicar essas competências.

Essa abordagem contribui significativamente para o campo do treinamento e da capacitação, pois permite identificar as habilidades específicas necessárias para o sucesso em projetos BIM e, conseqüentemente, desenvolver programas de treinamento mais eficazes e personalizados. Além disso, a implementação do BIM exige uma profunda transformação cultural nas organizações, indo além da simples aquisição de softwares e treinamentos técnicos. Como destacado em ABDI (2017, p. 17) (anexo c), essa mudança cultural é fundamental para a transição de uma visão reativa para uma proativa, onde os problemas são antecipados e solucionados ainda na fase de concepção do projeto.

A qualificação das equipes, a adaptação a novas tecnologias e a criação de um ambiente colaborativo são elementos cruciais nesse processo. A tabela (apêndice a), apresentada anteriormente, complementa essa discussão ao detalhar as competências específicas necessárias para cada função dentro de um projeto BIM, permitindo que as organizações personalizem seus programas de treinamento,

Projeto Piloto para Implementação do BIM

avaliem sua eficácia e identifiquem as áreas que precisam de mais investimento em capacitação. Para que essa transformação seja bem-sucedida, é necessário um diagnóstico detalhado das quatro dimensões da inovação: tecnologia, processos, pessoas e procedimentos. Como apontado em ABDI (2017, p. 19) (anexo d), a infraestrutura tecnológica, os fluxos de trabalho, as competências das equipes e os procedimentos internos precisam ser avaliados para identificar as lacunas e definir as ações necessárias para a adaptação ao novo modelo de trabalho. A relação entre o diagnóstico organizacional e o treinamento é fundamental, pois permite que os programas de capacitação sejam direcionados para as necessidades específicas de cada equipe, otimizando os recursos e garantindo a aquisição das competências necessárias para o sucesso da implantação do BIM.

16. Monitoramento e avaliação

[acompanhar o desenvolvimento do projeto piloto, coletando dados e gerando indicadores para avaliar o desempenho e identificar melhorias.]

17. Cronograma físico-financeiro de implementação

[elaborar o cronograma de implementação, apresentar à equipe e obter a validação é um fator crítico de sucesso para o êxito da implementação do BIM, como base o projeto piloto. Controle do cronograma previsto.]

A implementação do BIM requer um planejamento meticuloso de recursos, metas e prazos para assegurar o êxito da iniciativa. Conforme destacado por ABDI (2017, p. 28) (anexo e), é crucial desenvolver um cronograma físico-financeiro detalhado, que abranja as ações necessárias para cada uma das quatro dimensões da inovação: pessoas, processos, tecnologia e procedimentos. A definição precisa das metas e a alocação adequada de recursos são vitais para monitorar o progresso do projeto e garantir que os objetivos sejam atingidos. A criação de um cronograma detalhado e a adoção de estratégias para otimizar os recursos são essenciais para o sucesso da implementação do BIM. Uma discussão mais detalhada sobre a alocação de recursos, definição de metas mensuráveis e prazos para a implementação do BIM, juntamente com um exemplo de cronograma físico-financeiro pode ser encontrada no anexo e.

Projeto Piloto para Implementação do BIM

18. Métricas de sucesso:

[gerar indicadores, mapa de evidência]

O monitoramento do progresso da implantação do BIM é fundamental para garantir o sucesso da iniciativa. Como apontado em ABDI (2017, p. 31) (anexo f), a definição e o acompanhamento de indicadores de desempenho são essenciais para avaliar a eficácia das ações implementadas. A análise desses indicadores, juntamente com um mapa de evidências, permite identificar os pontos fortes e fracos da implementação, possibilitando a tomada de decisões mais assertivas e a realização de ajustes no plano de ação, caso necessário.

- 18.1. Redução do número de erros e omissões.
- 18.2. Melhora na qualidade da documentação.
- 18.3. Aumento da produtividade da equipe.
- 18.4. Redução dos custos com materiais e mão de obra.
- 18.5. Melhora na comunicação e colaboração entre as equipes.
- 18.6. Otimização do planejamento e do cronograma da obra.

19. Desafios e considerações

19.1. Resistência à mudança: [é comum encontrar resistência à mudança por parte dos profissionais que estão acostumados com os métodos tradicionais.]

19.2. Custo: [a implementação do BIM pode gerar custos iniciais com software, hardware, treinamento e consultoria.]

19.3. Complexidade: [o BIM é uma ferramenta complexa que exige um aprendizado contínuo e a adaptação de processos.]

19.4. Integração com outros sistemas: [é necessário garantir a integração do software BIM com outros sistemas utilizados na organização.]

20. Recomendações:

20.1. Começar pequeno: [iniciar com um projeto piloto de menor porte permite testar a metodologia e identificar os desafios sem um grande investimento.]

20.2. Envolver todos os stakeholders: [envolver todos os profissionais envolvidos no projeto, desde a concepção até a execução, para garantir o sucesso da implementação.]

20.3. Comunicar os benefícios: [comunicar os benefícios do BIM para toda a organização.]

20.4. Monitorar e ajustar continuamente: [o processo de implementação do BIM é contínuo e exige ajustes constantes para garantir que a metodologia esteja sendo utilizada de forma eficaz.]

Referências

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. Guia 6 – A implantação de processos BIM. **A implantação de processos BIM: Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC**. Brasília, DF: ABDI, 2017. v. 6, p. 1-22.

ARNAL; IGNASI PÉREZ. (2018). **Why don't we start at the beginning? The Basics of a Project: Lean Planning and Pre-Construction**. BIM News Last Trends of the AECO Sector, BIM Community.

BILLER, R. R. DO N., HERLING, R. M., MATTOS, P. L. DE, & RUSCHEL, R. C. (2021). **Classificação de plataformas computacionais quanto aos usos do BIM**. 1-9. <https://doi.org/10.46421/sbtic.v3i00.575>

BRASIL, BIM BR. MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA; COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS. **Livro Estratégia BIM BR: Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling - BIM**. Brasília, DF, 2018, 36p. Disponível em: <https://www.gov.br/produtividade-e-comercio-exterior/pt-br/images/REPOSITORIO/sdci/CGMO/26-11-2018-estrategia-BIM-BR-2.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2025.

FONSECA, P. G., SANTOS, A. V., PINHEIRO, F. A., RABELO NETO, M. L. S., & RAMOS, Y. R. DE J. (2023). **Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI) nas Universidades Federais: uma análise entre regiões**. Avaliação: Revista Da Avaliação Da Educação Superior (Campinas), 28. <https://doi.org/10.1590/s1414-40772023000100001>

OLIVEIRA, E. V. DE, & ZAIDAN, F. H. (2022). **Implementação da modelagem da informação da construção (BIM) em projetos pesquisa e proposta de melhoria no contexto da governança, risco e conformidade (GRC)**. *Exacta*, 20(4), 810-831. <https://doi.org/10.5585/exactaep.2021.16216>

MESSNER, J., ANUMBA, C., DUBLER, C., GOODMAN, S., KASPRZAK, C., KREIDER, R., LEICHT, R., SALUJA, C., AND ZIKIC, N. (2021). **_BIM Project Execution Planning Guide, Version 3.0_**. [Computer Integrated Construction Research Program] (<http://cic.psu.edu/>), The Pennsylvania State University, University Park, PA, USA, Available at <http://bim.psu.edu/>.

SUCCAR, B. (2009). Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. **Automation in Construction**, 18(3), 357-375. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2008.10.003>

SUCCAR, B., SHER, W., & WILLIAMS, A. (2012). Measuring BIM performance: Five metrics. **Architectural Engineering and Design Management**, 8(2), 120-142. <https://doi.org/10.1080/17452007.2012.659506>

SUCCAR, B., SHER, W., & WILLIAMS, A. (2013). An integrated approach to BIM competency assessment, acquisition and application. **Automation in Construction**, 35, 174-189. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2013.05.016>

Referências

SUCCAR, B.; SHER, W. (2014). **A Competency knowledge-base for BIM learning.** In: Australasian Journal of Construction Economics and Building - Conference Series, v. 2, n. 2, p. 1-10, 2014. DOI: 10.5130/ajceb-cs.v2i2.3883

TCU, TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. **Acórdão 1.079/2019 – Plenário.** Auditoria Operacional sobre Obras Paralisadas, 2019. Disponível em: <https://portal.tcu.gov.br/biblioteca-digital/auditoria-operacional-sobre-obras-paralisadas.htm> Acesso em: 12 fev 2025.

TCU, TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. **Acórdão 2.134/2023 – Plenário.** Auditoria Operacional. Avaliação das iniciativas governamentais para retomar a execução de obras paralisadas, 2023. Disponível em: <https://contas.tcu.gov.br/sagas/SvlVisualizarReiVotoAcRtf?codFiltro=SAGAS-SESSAO-ENCERRADA&seOcultaPagina=S&item0=837578> Acesso em: 12 fev 2025.

Contatos

Discente: Charles Guimarães Lopes

 charles.lopes@unifal-mg.edu.br

 <http://lattes.cnpq.br/1108852099831403>

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Carla Leila Oliveira Campos

 carla.oliveira@unifal-mg.edu.br

 <http://lattes.cnpq.br/9524059329776491>

Coorientador: Prof. Dr. João Paulo de Brito Nascimento

 joao.nascimento@unifal-mg.edu.br

 <http://lattes.cnpq.br/8010448805388382>

