

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil

**PROPOSTA DE PROTOCOLO DE IMPLEMENTAÇÃO DO *BUILDING
INFORMATION MODELING* (BIM) PARA OS INSTITUTOS FEDERAIS
DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA**

LUCIMAR DE SOUZA E PAULA

São Carlos
2025

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil

PROPOSTA DE PROTOCOLO DE IMPLEMENTAÇÃO DO *BUILDING INFORMATION MODELING* (BIM) PARA OS INSTITUTOS FEDERAIS DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA

LUCIMAR DE SOUZA E PAULA

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de São Carlos como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutora em Engenharia Civil.

Área de concentração: Construção Civil

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Cristiane Bueno

São Carlos
2025



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil

Folha de Aprovação

Defesa de Tese de doutorado da candidata Lucimar de Souza e Paula, realizada em 27/11/2025.

Comissão julgadora:

Profa. Dra. Cristiane Bueno (UFSCAR)

Profa. Sheyla Mara Baptista Serra (UFSCAR)

Profa. Rochele Amorim Ribeiro (UFSCAR)

Prof. Dr. Sérgio Leal Ferreira (USP)

Prof. Márcio Minto Fabricio (USP)

Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Juldadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família, pelo carinho e incentivo constantes, por estarem sempre ao meu lado em toda a trajetória, mesmo diante dos maiores desafios.

Sempre parece impossível até que seja feito.

(Nelson Mandela)

AGRADECIMENTOS

Este trabalho é fruto de muito esforço, aliado à contribuição de pessoas e instituições que tornaram possível sua concretização.

Agradeço, primeiramente, a Deus, pela vida, pela saúde e pela força concedida para superar cada desafio desta trajetória.

À minha família, pelo amor, paciência e incentivo incondicional; ao meu marido, Eustáquio, por estar sempre ao meu lado, oferecendo palavras de encorajamento; e às minhas filhas, Rafaela e Maria Gabriela, por serem presença constante em minha vida. Vocês foram fundamentais para que eu permanecesse firme diante dos momentos mais desafiadores.

À minha orientadora, Cristiane Bueno, pela orientação segura, pelas críticas construtivas e pela confiança depositada em meu trabalho, que foram essenciais para meu amadurecimento acadêmico e para o êxito desta pesquisa.

Aos servidores dos Institutos Federais que colaboraram gentilmente no preenchimento dos questionários, permitindo compreender as realidades institucionais e enriquecendo a análise proposta.

Aos professores especialistas em BIM, que dedicaram parte de seu tempo para avaliar o protocolo desenvolvido, oferecendo contribuições valiosas para sua validação e aprimoramento.

Aos meus colegas de trabalho, que prontamente assumiram minhas atividades durante meu afastamento para a realização do estudo; em especial, à Larissa, pelo incentivo inicial, que foi determinante para o começo desta caminhada. Aos amigos Vicente e Airton, pelo compartilhamento de ideias e sugestões, que ajudaram a ampliar minha visão sobre o trabalho. Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, estiveram presentes nesta jornada, contribuindo para a realização deste trabalho.

RESUMO

O *Building Information Modeling* (BIM) consolidou-se, a partir da década de 2000, como um dos principais vetores de transformação digital na construção civil, embora sua adoção permaneça desigual entre países, setores e instituições. No Brasil, ainda que políticas públicas como a Estratégia BIM BR tenham estabelecido diretrizes para sua disseminação, a implementação efetiva no setor público continua marcada por barreiras técnicas, culturais e organizacionais. Nesse contexto, os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia (IFs) configuram-se como um ambiente estratégico para a inovação, em razão de sua abrangência nacional e de sua relevância para a gestão de infraestrutura educacional. O objetivo deste trabalho foi desenvolver e validar uma proposta de protocolo de implementação do BIM voltado às infraestruturas físicas dos IFs, com potencial de adaptação para outros órgãos públicos. A pesquisa adotou o método *Design Science Research* (DSR), que combina rigor científico e aplicabilidade prática na concepção de artefatos para resolução de problemas organizacionais. A metodologia contemplou: (i) uma revisão de escopo e documental de guias, manuais e protocolos nacionais e internacionais, possibilitando identificar boas práticas recorrentes e diretrizes aplicáveis; (ii) a aplicação de um questionário exploratório junto a profissionais de engenharia e arquitetura dos 38 IFs, visando diagnosticar práticas, níveis de maturidade e desafios institucionais; e (iii) a elaboração e posterior validar a proposta de protocolo por especialistas da área BIM, garantindo refinamento e validação do artefato. Os resultados evidenciaram desafios recorrentes, como falta de capacitação, resistência cultural à mudança, interoperabilidade limitada e restrições orçamentárias, além de boas práticas consolidadas em 18 itens-chave, relacionados à governança, padronização, capacitação e gestão colaborativa da informação. A proposta de protocolo desenvolvida, estruturada de forma modular e apoiada em fluxogramas, papéis definidos e etapas de monitoramento, mostrou-se aplicável e adaptável às realidades institucionais, sendo reconhecido pelos especialistas como um guia metodológico claro, viável e de apoio à tomada de decisão. Este estudo contribui para o avanço científico ao integrar teoria e prática na construção de um modelo de referência para a gestão pública em BIM e oferece contribuições práticas ao disponibilizar um instrumento de gestão para os Institutos Federais e demais instituições públicas que possam adotar e adaptar suas diretrizes. Ao reforçar a importância da transformação digital na construção pública, o trabalho amplia o debate sobre inovação, transparência e eficiência no setor, abrindo caminhos para futuras pesquisas e aplicações em larga escala.

Palavras chaves: *Building Information Modeling*; Protocolo de implementação BIM; Institutos Federais; Revisão de escopo e documental.

ABSTRACT

Building Information Modeling (BIM) has become, since the early 2000s, one of the main drivers of digital transformation in the construction industry, although its adoption remains uneven across countries, sectors, and institutions. In Brazil, while public policies such as the BIM BR Strategy have established guidelines for its dissemination, effective implementation in the public sector is still marked by technical, cultural, and organizational barriers. In this context, the Federal Institutes of Education, Science, and Technology (IFs) constitute a strategic environment for innovation due to their national scope and relevance in managing educational infrastructure. This study aimed to develop and validate a BIM implementation protocol for the physical infrastructure of the IFs, with potential for adaptation by other public institutions. The research followed the Design Science Research (DSR) method, which combines scientific rigor with practical applicability in designing artifacts to solve organizational problems. The methodology comprised: (i) a scoping and documentary review of national and international guides, manuals, and protocols to identify recurring best practices and applicable guidelines; (ii) an exploratory survey with engineering and architecture professionals from 38 IFs to diagnose practices, maturity levels, and institutional challenges; and (iii) the development and subsequent validation of the proposed protocol by BIM experts, ensuring refinement and validation of the artifact. The results revealed recurrent challenges such as lack of training, cultural resistance to change, limited interoperability, and budget constraints, along with best practices consolidated into 18 key items related to governance, standardization, capacity building, and collaborative information management. The proposed protocol—modular in structure and supported by flowcharts, clearly defined roles, and monitoring stages—proved applicable and adaptable to institutional realities. It was recognized by experts as a clear, feasible methodological guide that supports decision-making. This study contributes to scientific advancement by bridging theory and practice in building a reference model for BIM implementation in the public sector, and offers practical contributions by providing a management tool for Federal Institutes and other public bodies. By reinforcing the importance of digital transformation in public construction, the work expands the debate on innovation, transparency, and efficiency in the sector, paving the way for future research and large-scale applications.

Keywords: *Building Information Modeling*; BIM Implementation Protocol; Federal Institutes; Scoping and Documentary Review.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1– Fluxograma das etapas da Design Science Research (DSR)	30
Figura 2 – Fluxograma PRISMA adaptado	32
Figura 3 - Distribuição das Contribuições Identificadas	59
Figura 4 - Aspectos críticos na implementação do BIM	60
Figura 5 -Frequência dos itens nos documentos BIM	62
Figura 6- Rede Federal de Educação com as localidades dos IFs no território nacional	69
Figura 7- Modelo iBIM (Bew & Richards, 2012)	82
Figura 8 – Amostra da pesquisa - Institutos por região	83
Figura 9 – (Questão 1) Quantos profissionais técnicos fazem parte da Reitoria e Campi do seu instituto?	85
Figura 10- (Questão 2) Qual o tempo de efetivo exercício dos profissionais das áreas de engenharia e arquitetura no instituto?	85
Figura 11 – (Questão 3) Qual o conhecimento do BIM da parte técnica dos IFs?	86
Figura 12 - (Questão 4) Qual o conhecimento de normas, guias, manuais e protocolo BIM da equipe técnica dos IFs?	86
Figura 13 –(Questões 5 e 6) (a) A instituição já ofereceu algum curso em BIM? (b) A instituição dispõe de cursos, treinamentos ou workshops para capacitar os funcionários na atuação com os softwares BIM? Há incentivo financeiro para a capacitação dos funcionários?	87
Figura 14 – (Questão 7) Dentre os profissionais do setor da engenharia e arquitetura da instituição, quantos já realizaram algum curso de formação BIM?	88
Figura 15 – (Questão 8) Existem pessoas qualificadas para trabalhar com as ferramentas BIM dentro da instituição?	88
Figura 16 – (Questão 9) A organização dispõe de computadores e/ou notebooks com configurações de hardware adequadas para a utilização de softwares BIM?	89
Figura 17 –(Questão 10) Quais são os softwares utilizados no processo de elaboração de projetos de arquitetura e engenharia, quando realizados pela própria equipe do Instituto?	90
Figura 18 – (Questão 11) A instituição possui infraestrutura adequada, como salas, computadores e/ou notebooks com configurações de hardware e softwares para desenvolver seus próprios projetos?	90
Figura 19- (Questão 12) Como é a infraestrutura disponível para implementação do BIM no seu instituto?	91

Figura 20 – (Questão 13) Existe um ambiente comum de dados (CDE) que possibilita o trabalho colaborativo entre os funcionários, com interoperabilidade de dados?.....	91
Figura 21 – (Questão 14) Qual a vinculação dos profissionais das áreas de engenharia/arquitetura da Reitoria com os Campi?.....	92
Figura 22 – (Questão 15) Quais as principais demandas desenvolvidas pelos profissionais das áreas técnicas de engenharia e arquitetura dos IFs?	93
Figura 23 – (Questão 16) Como são desenvolvidos os projetos?.....	94
Figura 24 – (Questão 17) Existe um Departamento de Projetos na sua instituição?.....	94
Figura 25 – (Questão 18) Quais são os projetos desenvolvidos pelo setor de engenharia/arquitetura de sua instituição?.....	95
Figura 26 – (Questão 19) A sua instituição usa algum sistema de manutenção preventiva na edificação?.....	95
Figura 27 – (Questão 20) O BIM já foi implementado em seu Instituto?	96
Figura 28 – (Questão 21)Quais os principais benefícios alcançados na implementação do BIM?	96
Figura 29 – (Questão 22) Em qual atividade o BIM está sendo aplicado no seu Instituto?.....	97
Figura 30 – (Questão 23) Sua instituição é treinada para atender às especificações BIM quando solicitadas em licitações públicas?	97
Figura 31 – (Questão 24) Quais são as principais dificuldades enfrentadas para o estabelecimento do marco regulatório do BIM no IF?	98
Figura 32 - (Questão 25) Em sua opinião, um protocolo de implementação BIM, específico para os IFs, contribuirá para adoção do mesmo nos Institutos?	98
Figura 33 - (Questão 26) Quais benefícios que um protocolo pode proporcionar na implementação do BIM nos IFs?.....	99
Figura 34 – (Questão 27) Quais os principais benefícios da implementação do BIM para os IFs?	99
Figura 35 –(Questão 28) Como estão os investimentos disponíveis para a implementação do BIM na sua instituição?	100
Figura 36 – (Questão 29) Qual a principal mudança deve acontecer para a adequação de sua instituição na metodologia BIM?	100
Figura 37 - Nível de utilização do BIM nos IFs.....	102
Figura 38 - Aspectos críticos na implementação do BIM	104
Figura 39 - Avaliação dos especialistas sobre a contribuição da proposta do protocolo para os IFs.	112

Figura 40 – Apresentação da clareza do documento	113
Figura 41 – Estruturas do capítulo da proposta do protocolo.....	115
Figura 42 – Processos e procedimentos da proposta do protocolo.....	117
Figura 43 - Abrangência das fases da proposta do protocolo.....	118
Figura 44 – Principais itens sugeridos	120
Figura 45 – Indicação do protocolo para outros órgãos	121
Figura 46 – Tamanho da proposta do protocolo.....	123
Figura 47 - Sugestões finais para a proposta di protocolo.....	125
Figura 48- Fluxograma Geral da Proposta do Protocolo BIM	128
Figura 49 - Fluxograma da Proposta do Protocolo de Implementação do BIM.....	130
Figura 50 – Fluxograma do plano estratégico do BIM.....	133
Figura 51 – Fluxograma de escolha do projeto piloto	143
Figura 52 – Fluxograma do trabalho de projetos.....	148
Figura 53 – Fluxograma de processos da ABNT NBR ISO 19650-2	152

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Questionário	33
Quadro 2 – Síntese das publicações científicas analisadas na Revisão de Escopo	40
Quadro 3 – Síntese dos documentos normativos e guias analisados na Revisão Documental.....	42
Quadro 4 – Principais iniciativas de adoção do BIM no setor público brasileiro	46
Quadro 5 – Resumo Normativo: ISO 19650 e ABNT NBR 19650	48
Quadro 6 – Indicadores da Estratégia BIM BR.....	49
Quadro 7 – Aspectos críticos que influenciam a implementação do BIM	51
Quadro 8 – Comparação entre guias e protocolos BIM	56
Quadro 9 – Exemplo de Matriz RACI para Atividades BIM	57
Quadro 10 - Síntese das Diretrizes Estratégicas Nacionais para Implementação do BIM.....	60
Quadro 11 - Descrição dos itens selecionados nos documentos BIM.....	63
Quadro 12 - Itens selecionados nos documentos estudados	64
Quadro 13 - Gestão das infraestruturas dos setores de engenharia e arquitetura da Reitoria dos 38 IFs.....	71
Quadro 14 – Resultados do questionário aplicados aos técnicos dos IFs e estratégias para adequação à implementação do BIM.....	101
Quadro 15 - Caracterização dos Especialistas Participantes da Validação	109
Quadro 16 - Questões da avaliação da proposta do protocolo de implementação do BIM....	109
Quadro 17 - Síntese da validação do protocolo	125
Quadro 18 -Principais funções para composição da equipe BIM	132
Quadro 19 – Modelo de composição da equipe técnica BIM.....	132
Quadro 20 – Modelo de avaliação diagnóstica da organização.....	134
Quadro 21 – Objetivos e metas para a implementação do BIM nos IFS.....	135
Quadro 22 – Metas para implementação do BIM vinculado a proposta do protocolo	135
Quadro 23 – Componentes e requisitos para infraestrutura do BIM.....	136
Quadro 24 – Levantamento da Infraestrutura Tecnológica	137
Quadro 25 – Levantamento do Espaço Físico de Trabalho.....	137
Quadro 26 – Etapas e responsabilidade do CDE.....	138
Quadro 27 – Controle do CDE	138
Quadro 28 – Aspectos a considerar para elaboração do plano de treinamento	139
Quadro 29 -Modelo de plano de capacitação	139
Quadro 30 – Itens a serem considerados nos custos da implementação BIM.....	140

Quadro 31 – Pesquisa de Mercado para Implementação do BIM	141
Quadro 32 – Cronograma da implementação do BIM	142
Quadro 33 – Cronograma da implementação do BIM	142
Quadro 34 – Informações do empreendimento	145
Quadro 35 – Equipes envolvidas (Matriz de Responsabilidade).....	146
Quadro 36 – Objetivos BIM para o projeto	146
Quadro 37 – Aplicação do BIM por Disciplina, Ferramenta Utilizada, Versões e Formatos de Entrega.....	147
Quadro 38 – Requisitos de modelagem.....	147
Quadro 39 – Modelo de plano de comunicação	148
Quadro 40 – Cronograma do plano de execução PEB	149
Quadro 41 – Controle de qualidade disponibilizado preenchido pela contratada	149
Quadro 42 – Matriz RACI para Implementação BIM nos Institutos Federais	150
Quadro 43 - Matriz entregáveis BIM	150
Quadro 44 – Requisitos a serem analisados na contratação BIM	151
Quadro 45 - Atividades para os IFs, adaptado do fluxograma da ABNT NBR ISO 19650-2	152
Quadro 46 – Informações do ativo contratado	153
Quadro 47 - Etapas para implantação do Plano de Manutenção e Operação BIM nos IFs....	154
Quadro 48 – Plano do Facility Management (FM)	155
Quadro 49 – Ações e Cronograma de Implementação do BIM-FM	156
Quadro 50 – Levantamentos iniciais das edificações	156
Quadro 51 – Mapeamentos dos ativos e sistema prediais	157
Quadro 52 – Definição dos tipos de manutenção por sistema.....	157
Quadro 53 – Treinamento e Capacitação da Equipe FM.....	157

LISTA DE SIGLAS

ABDI – Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
AEC – Arquitetura Engenharia e Construção
AECO – Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação
AIA – *American Institute of Architects*
AIM – *Asset information model*
AIR – *Asset Information Requirements*
ANAC – Agência Nacional da Aviação Civil
AR/MR – *Augmented or Mixed Reality*
AsBEA – Associação Brasileira do Escritórios de Arquitetura
BAS – *Building Automation Systems*
BCA – *Building and Construction Authority*
BEP – *BIM Execution Plan*
BIM – *Building Information Modeling*
BMS – *Building Management System*
CAFE – Comunidade Acadêmica Federada
CAFM – *Computer-Aided Facility Management*
CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CBTU – Companhia Brasileira de Trens Urbanos (CBTU), em Recife
CDE – *Common Data Environment*
CDURP – Companhia de Desenvolvimento Urbano da Região do Porto do Rio de Janeiro
CEAI – Coordenação de Arquitetura, Engenharia e Infraestrutura
CE-BIM – Comitê Estratégico de Implementação do BIM
CIC – *Construction Industry Council*
CMMS – *Computerized Maintenance Management System*
COBie – *Construction-Operations Building Information Exchange*
COGIC – Coordenação Geral de Infraestrutura do Campi
CPTM – Companhia Paulista de Trens Metropolitanos
CRAS – Centro de Referência de Assistência Social
DAE – Departamento de Arquitetura e Engenharia
DDC – *Department of Design and Construction*

DEC – Departamento de Engenharia e Construção do Exército

D&B – *Design-Build*

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes

DOM – Diretoria de Obras Militares

DOP – Departamento de Obras Públicas

EDMS – *Electronic Document Management System*

EIR – *Exchange Information Requirements*

EMS – *Energy Management System*

ERP – *Enterprise Resource Planning*

EUA – Estados Unidos da América

FFM – *Facilities Maintenance Management*

FIU – *Florida International University*

FIOCRUZ – Fundação Oswaldo Cruz

FM – *Facility Management*

GIOBR – Gerência Regional de Implantação e Obras

GSA – *General Services Administration*

GT-BIM – Grupo de Trabalho BIM

HVAC – *Heating, Ventilation, Air Conditioning*

IDS – *Information Delivery Specification* — Especificação de Entrega da Informação

IF BAIANO – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano

IF FLUMINENSE – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense

IF GOIANO – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano

IF SERTÃO DE PE – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão de Pernambuco

IF SUDESTE DE MG – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais

IF SUL DE MINAS – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais

IFAC – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre

IFAL – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Alagoas

IFAM – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas

IFAP – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá

IFB – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília

IFBA – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia

IFC – *Industry Foundation Classes*

IFC – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Catarinense

IFCE – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará

IFES – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo

IFG – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

IFMA – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão

IFMG – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais

IFMS – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Mato Grosso do Sul

IFMT – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Mato Grosso

IFNMG – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais

IFPA – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

IFPB – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraíba

IFPE – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco

IFPI – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí

IFPR – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

IFRJ – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro

IFRN – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

IFRO – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia

IFRR – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Roraima

IFRS – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul

IFRS FARROUPILHA – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Farroupilha

IFS – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sergipe

IFs – Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia

IFSC – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina

IFSP – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

IFSUL – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grandense

IFTM – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro

IFTO – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Tocantins

INPI – Instituto Nacional de Propriedade Industrial

IoT – *Internet of Things*

IWMS – Sistema Integrado de Gestão do Local de Trabalho

LaBIM-SC – Laboratório BIM de Santa Catarina

LOD – *Level of Development* — Nível de Desenvolvimento

LOI – *Level of Information* — Nível de Informação

LoIN – *Level of Information Need* — Nível de Necessidade da Informação
MCT – Ministério da Ciência e Tecnologia
MDIC – Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviço
MEP – *Mechanical, Electrical, and Plumbing*
MOU – *Memorandum Of Understanding*
MPDFT – Ministério Público do Distrito Federal e Territórios
NATSPEC – *Construction Information Systems Limited*
NIBS – *National Institute of Building Sciences*
NZIA – *New Zealand Institute of Architects*
O&M – *Operation and Maintenance*
OPUS – *Unified System for Construction Process*
PEB – Plano de Execução BIM
PIR – *Project Information Requirements*
PMRJ – Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro
RACI – *Responsible, Accountable, Consulted, Informed*
RSL – Revisão Sistemática da Literatura
Scan-to-BIM – Digitalização para BIM
SF – *Smithsonian Facilities*
SOP – Secretaria de Obras, Saneamento e Habitação
SSDs – *Solid State Drive*
SPG – Secretaria de Estado do Planejamento
STS – Sociotechnical Systems
UE – União Europeia
UK – *United Kingdom*
USC – Universidade do Sul da Califórnia
VA – *Department of Veterans Affairs*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	21
1.1 CONTEXTO	21
1.2 JUSTIFICATIVA.....	24
1.3 OBJETIVO.....	26
1.3.1 Objetivos Específicos.....	26
1.4 HIPÓTESE.....	27
1.5 ESTRUTURA DA PESQUISA	27
2 MÉTODO DA PESQUISA	29
2.1 DEFINIÇÃO DO MÉTODO DA PESQUISA.....	29
2.2 ETAPAS DA PESQUISA.....	30
2.2.1 Informação.....	30
2.2.2 Classificação.....	32
2.2.3 Desenvolvimento.....	35
2.2.4 Validação.....	36
2.2.5 Conclusão	37
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA: REVISÃO DE ESCOPO E DOCUMENTAL	39
3.1 RESULTADOS DA REVISÃO DE ESCOPO E DOCUMENTAL.....	39
3.2 IMPLEMENTAÇÃO DO BIM.....	43
3.2.1 Implementação do BIM no setor público	45
3.3 DIRETRIZES POLÍTICAS NACIONAIS.....	46
3.3.1 Normas Técnicas e Padronização	47
3.3.2 Marcos Regulatórios	48
3.3.3 Iniciativas Complementares	49
3.3.4 Indicadores da Estratégia BIM BR	49
3.4 DESAFIOS E BENEFÍCIOS DA IMPLEMENTAÇÃO DO BIM.....	50
3.4.1 Fatores Limitantes e Barreiras	50
3.4.2 Benefícios da Implementação do BIM.....	53
3.5 GUIAS, MANUAIS E PROTOCOLOS BIM.....	54
3.5.1 Síntese Crítica.....	55
3.5.2 Conexão com a Proposta de Protocolo	58
3.6.1 Distribuição das Contribuições Identificadas	58
3.6.2 Diretrizes Políticas e Normativas Identificadas.....	59
3.6.3 Fatores Críticos e Barreiras na Implementação do BIM.....	60
3.6.4 Síntese de Guias, Manuais e Protocolos BIM	61
3.6.5 Análise Comparativa entre Literatura e Documentos Técnicos	67
3.6.6 Implicações para a Proposição do Protocolo de Implementação do BIM.....	68

4 AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA ATRAVÉS DE QUESTIONÁRIO APLICADO AOS IFs 69

4.1 INSTITUTOS FEDERAIS.....	69
4.1.1 Estrutura Organizacional dos IFs.....	70
4.2 MODELOS DE MATURIDADE BIM.....	80
4.2.1 Visão Geral.....	80
4.2.2 Modelo I-CMM.....	81
4.2.3 BIM Proficiency Matrix.....	81
4.2.4 BIM QuickScan	81
4.2.5 BIM Maturity Matrix (Bilal Succar)	81
4.2.6 Modelo iBIM (BIM Wedge).....	82
4.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO	83
4.3.1 Recursos Humanos e Capacitação (Pessoas).....	84
4.3.2 Infraestrutura Tecnológica (Tecnologia)	89
4.3.3 Fluxos de Trabalho e Normativos (Processos).....	92
4.3.4 Consolidação dos Resultados e Estratégias.....	101
4.4 NÍVEL DE MATURIDADE DO USO BIM	102
4.5 DESAFIOS PARA IMPLEMENTAÇÃO DO BIM	103
4.6 ANÁLISE COMPARATIVA: LITERATURA E DIAGNÓSTICO NOS IFS	104
5 DESENVOLVIMENTO DO ARTEFATO: PROPOSTA DE UM PROTOCOLO DE IMPLANTAÇÃO DO BIM NOS IFs.....	105
5.1 O ARTEFATO - PROPOSTA DO PROTOCOLO.....	105
5.2 DESENVOLVIMENTO	106
5.3 VALIDAÇÃO DO ARTEFATO – PROPOSTA DE PROTOCOLO DE IMPLEMENTAÇÃO DO BIM	108
5.3.1 Grupo de avaliadores	108
5.3.2 Questões da entrevista	109
5.3.3 Resultados da validação	110
5.3.3.1 Questão 1 – Contribuição do Protocolo.....	110
5.3.3.2 Questão 2 – Clareza e linguagem	112
5.3.3.3 Questão 3 – Estrutura dos capítulos.....	114
5.3.3.4 Questão 4 – Processos e procedimentos	115
5.3.3.5 Questão 5 – Abrangência das fases de implementação.....	117
5.3.3.5.1 Interpretação e Fundamentação Teórica	117
5.3.3.6 Questão 6 – Itens a incluir/excluir	119
5.3.3.7 Questão 7 – Indicação para outras organizações	120
5.3.3.8 Questão 8 – Dimensionamento do Documento.....	122

5.3.3.9 Questão 9 – Críticas e Sugestões Finais.....	123
5.3.4 Resultado final da validação.....	126
6 CONSOLIDAÇÃO DA PROPOSTA DO PROTOCOLO DE IMPLEMENTAÇÃO DO BIM VALIDADO	127
6.1 INTRODUÇÃO	128
6.2 VISÃO GERAL DA PROPOSTA DO PROTOCOLO: FLUXOGRAMA GERAL	130
6.2.1 Equipe de implementação do BIM nos IFs	131
6.2.1.1 Composição da equipe	131
6.2.3 Plano estratégico do BIM	133
6.2.4 Plano de implementação do BIM	135
6.2.4.1 Plano de infraestrutura	136
6.2.4.2 Fluxo de Gestão da Informação no CDE	137
6.2.4.3 Plano de treinamento	138
6.2.4.4 Custos e investimentos	139
6.2.4.5 Cronograma da implementação do BIM	141
6.2.4.6 Projeto piloto	142
6.2.5 Plano de execução BIM.....	144
6.2.5.1 Objetivos do PEB.....	144
6.2.5.2 Conteúdos essenciais para o PEB	144
6.2.6 Contratação BIM.....	151
6.2.6.1 Gestão da informação na entrega do ativo.....	152
6.2.7 Manutenção e operação BIM	153
6.2.7.1 Plano de manutenção e operação BIM	154
6.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS	158
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	159
7.1. SÍNTESE DO PERCURSO METODOLÓGICO	159
7.2 OBJETIVOS ATINGIDOS E HIPÓTESE CONFIRMADA.....	159
7.3 CONTRIBUIÇÕES DA PESQUISA	160
7.3.1 Contribuições teóricas.....	160
7.3.2 Contribuições práticas	160
7.4 LIMITAÇÕES.....	161
7.5 TRABALHOS FUTUROS.....	161
7.6 CONCLUSÃO GERAL DA TESE.....	161
REFERÊNCIAS:	162
APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIMENTO AOS TÉCNICOS DOS IFs – QUESTIONÁRIOS	185

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO APLICADO AOS TÉCNICOS DOS IFs.....	189
APÊNDICE C - TERMO DE CONSENTIMENTO DE LIVRE E ESCLARECIDO À PARTICIPAÇÃO DA ENTREVISTA PARA A VALIDAÇÃO DO PROTOCOLO....	203
APÊNDICE D - ROTEIRO DE ENTREVISTA AOS ESPECIALISTAS BIM.....	207
APÊNDICE E - DOCUMENTOS NACIONAIS E INTERNACIONAIS ANALISADOS	208
APÊNDICE F – MANUAL PARA CONSULTA - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA DO PROTOCOLO DE IMPLEMENTAÇÃO DO BIM NOS INSTITUTOS FEDERAIS..	211
ANEXO A - PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP	256

1 INTRODUÇÃO

Este capítulo apresenta o contexto e a relevância da pesquisa, situando o tema no cenário atual e destacando os desafios que justificam sua abordagem. Explicita a hipótese que orienta a investigação, define os objetivos gerais e específicos que nortearam a construção do estudo e fundamenta as razões teóricas e práticas que sustentam sua realização. Por fim, descreve a estrutura organizacional do trabalho, delineando os capítulos subsequentes e suas respectivas contribuições para o desenvolvimento da pesquisa.

1.1 CONTEXTO

O *Building Information Modeling* (BIM), ou Modelagem da Informação da Construção, é um processo inovador para a indústria da arquitetura, engenharia, construção e operação (AECO), que busca integrar todos os processos relacionados à concepção, execução e operação de edificações (Viana, 2020).

Embora não seja um conceito recente, o BIM ainda é considerado uma inovação na AECO. Seus marcos iniciais remontam à década de 1970, quando pesquisas acadêmicas e esforços industriais começaram a explorar a ideia de usar modelos digitais para representar edifícios. O primeiro exemplo documentado do conceito que hoje conhecemos como BIM foi o protótipo *Building Description System*, desenvolvido por Charles M. “Chuck” Eastman e publicado em 1975 no *AIA Journal* (*American Institute of Architects Journal*) (Eastman *et al.*, 2008, p. 13).

O conceito surgiu nos Estados Unidos, sob a denominação *Building Product Models* (modelos de produto da construção), e na Europa, especialmente na Finlândia, como *Product Information Models* (modelos de informação do produto) (Eastman *et al.*, 2008, p. 13). Com o avanço dos softwares e o amadurecimento da tecnologia, a terminologia BIM consolidou-se e ganhou notoriedade no início dos anos 2000, marcando um ponto de virada para sua adoção generalizada na indústria AECO (Bulhões, 2022).

O BIM é definido como um conjunto integrado de tecnologias e processos que permite criar, utilizar e atualizar modelos digitais de construções de forma colaborativa, abrangendo todo o ciclo de vida da edificação e envolvendo diferentes agentes do empreendimento (Eastman *et al.*, 2008). Para Arayici *et al.* (2012), o BIM é uma metodologia que integra descrições digitais de todos os objetos de construção e seus relacionamentos, permitindo consultas, simulações e estimativas das atividades e seus impactos no processo construtivo.

Succar (2009) complementa ao defini-lo como um conjunto de políticas, processos e tecnologias interativas, resultando em uma abordagem para gerenciar fluxos de informações e dados ao longo do ciclo de vida do edifício.

De acordo com Azhar et al. (2012), o BIM não se limita a um software: trata-se de um processo associado a ferramentas digitais, que representa mudanças significativas nos fluxos de trabalho e nos métodos de entrega de projetos. Eastman et al. (2008) reforçam que a metodologia promove benefícios como redução de tempo e aumento da qualidade dos projetos, atualização dinâmica das informações, eliminação de duplicidades e erros, maior integração entre projetistas e partes interessadas, além de estimativas mais precisas de materiais e custos.

Pesquisas de Eastman et al. (2008), Eadie *et al.* (2013), Ganah e John (2013) e Sacks, Gurevich e Shrestha (2016) apontam que os maiores beneficiários do BIM são os proprietários e o setor público, especialmente nas fases de projeto, construção, manutenção e operação.

Apesar das vantagens, a implementação do BIM envolve riscos e barreiras. Autores como Okakpu *et al.* (2020), Zou, Kiviniemi e Jones (2017), Khoshfetrat *et al.* (2020) e Sun, Xu e Jiang (2020) defendem que a gestão antecipada de riscos é essencial para o sucesso da adoção do BIM, considerando as incertezas decorrentes da transição de métodos tradicionais para processos digitais. A adoção do BIM exige mais do que o domínio de um *software*; requer reengenharia de processos, mudanças organizacionais e novas formas de interação entre os agentes da cadeia AECO e seus clientes (McClements; McKane, 2015). Arayici *et al.* (2011) reforçam que essa adoção implica uma transformação profunda no funcionamento das organizações em todos os níveis do processo construtivo.

Para Brito (2019), a consolidação do BIM requer estratégias, diretrizes e metodologias eficazes. Nesse sentido, surgiram normas, protocolos e guias de melhores práticas. Como observado por Eastman et al. (2008), a fragmentação da indústria AEC, composta por empresas de diferentes portes, reforça a necessidade de padronização. Normas e guias definem métodos de projeto, níveis de desempenho, cálculos de engenharia, dimensões construtivas, entre outros parâmetros (Sacks; Gurevich; Shrestha, 2016). Sua aplicação no setor público pode gerar maior eficiência no uso de recursos, considerando que governos atuam como contratantes e estabelecem exigências nos processos licitatórios e de execução.

No Brasil, diversas iniciativas governamentais buscam incentivar a adoção do BIM. A Estratégia Nacional de Disseminação do BIM foi instituída pelo Decreto nº 9.377, de 17 de maio de 2018 (Brasil, 2018), substituído pelo Decreto nº 9.983, de 2019, que criou o Comitê Gestor da Estratégia BIM BR (Brasil, 2019). Em 2020, o Decreto nº 10.306 tornou obrigatória a utilização do BIM em obras e serviços de engenharia contratados por órgãos federais,

prevendo sua aplicação em fases específicas do ciclo de vida da construção (Brasil, 2020). Mais recentemente, o Decreto nº 11.888, de 22 de janeiro de 2024, atualizou a Estratégia BIM BR, reafirmando as diretrizes para a adoção do BIM em obras públicas e estabelecendo novas orientações para órgãos e entidades da administração pública federal, consolidando a política nacional voltada à transformação digital no setor da construção (Brasil, 2024).

A Lei nº 14.133/2021, que institui as normas gerais de licitações e contratos administrativos, recomenda o uso preferencial do BIM nas licitações de obras e serviços de engenharia, sempre que adequado ao objeto (Brasil, 2021). Essa exigência busca reduzir aditivos contratuais e aumentar a previsibilidade de custos e prazos (Brasil, 2018a). Contudo, dificuldades persistem, como falhas em projetos e orçamentos, que comprometem a execução contratual (Corrêa; Shih, 2019). Nesse cenário, o BIM consolida-se como uma ferramenta estratégica para reduzir erros, interferências e atrasos, aumentando a confiabilidade dos projetos e a previsibilidade de prazos e custos.

No entanto, mesmo diante das diretrizes nacionais, não foram identificados protocolos específicos para a implementação do BIM nos Institutos Federais (IFs), cujas características, como gestão multicampi, restrições orçamentárias e necessidade de integração entre planejamento, execução e manutenção, impõem desafios particulares. Embora existam guias e normativos em âmbito nacional e estadual, estes apresentam caráter genérico e não contemplam as especificidades dos IFs, o que evidencia uma lacuna significativa nas orientações disponíveis. Nesse sentido, autores como Abbasnejad et al. (2021) reforçam que a ausência de guias claros e adaptáveis a diferentes contextos institucionais dificulta a adoção efetiva do BIM, destacando a importância de protocolos customizados.

Diante desse contexto, é especialmente relevante considerar a estrutura multicampi dos Institutos Federais, que operam de forma descentralizada e apresentam distintos graus de maturidade organizacional, infraestrutura técnica e recursos humanos. O protocolo proposto foi, portanto, concebido com foco em garantir flexibilidade e aplicabilidade transversal, respeitando as especificidades regionais e operacionais dos diversos campi que compõem cada Instituto.

Dessa forma, a motivação para o desenvolvimento desta pesquisa surgiu da experiência profissional da autora na Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica. A atuação direta com os desafios enfrentados no planejamento, contratação e execução de obras permitiu identificar, de forma concreta, as barreiras que dificultam a adoção efetiva do BIM. Assim, esta tese não representa apenas uma contribuição teórica e metodológica, mas também um esforço prático, comprometido com a melhoria da gestão pública educacional brasileira. Ao

propor um instrumento aplicável, fundamentado em diretrizes consolidadas e alinhado às necessidades institucionais, espera-se contribuir para a transformação digital das políticas de infraestrutura educacional no país.

1.2 JUSTIFICATIVA

O *Building Information Modeling* (BIM), apesar de não ser um conceito recente, ainda representa uma inovação significativa no setor público, sobretudo em instituições educacionais federais. Diversas pesquisas têm se debruçado sobre suas potencialidades para transformar processos de planejamento, execução e gestão de obras. Entretanto, persistem lacunas quanto à aplicação institucional do BIM, sobretudo no que se refere à padronização e integração de processos em ambientes multicampi, como os dos Institutos Federais (IFs).

A Estratégia BIM BR (Brasil, 2018a), formulada pelo governo federal, tem como objetivo promover maior transparência nos processos licitatórios, gerar economicidade nas compras públicas e contribuir para a eficiência na manutenção e no gerenciamento das obras públicas, buscando maior qualidade e rastreabilidade em todas as fases do ciclo de vida das edificações.

Entretanto, a realidade aponta desafios práticos. Corrêa e Shih (2019), ao analisarem o Portal de Compras Governamentais, observaram que, no Instituto Federal do Triângulo Mineiro (IFTM), a incidência de aditivos contratuais foi de 83% em construções novas e de 86% em reformas. As principais causas desses aditivos foram serviços não previstos, alterações em projetos e orçamentos, além de ajustes solicitados pelas contratantes. Tais fatores revelam falhas recorrentes na compatibilização entre projeto, orçamento e execução, comprometendo a eficiência e a previsibilidade das obras públicas.

Este cenário foi vivenciado pela autora no exercício de suas funções técnicas no próprio IFTM, o que gerou uma inquietação prática e motivou a presente pesquisa. A constatação direta da ausência de processos padronizados, da fragmentação da gestão da informação e da dificuldade em consolidar práticas de contratação e manutenção baseadas em dados integrados evidenciou a urgência de uma solução institucional adaptada à realidade dos IFs.

Dessa forma, a proposta de desenvolver um protocolo específico para a implementação do BIM nos Institutos Federais nasce como uma resposta concreta a esses gargalos. A padronização dos processos, aliada à integração de tecnologias, possibilita maior controle sobre os projetos, redução de retrabalhos e mitigação da necessidade de aditivos contratuais. A

incorporação de novas tecnologias e processos construtivos, como o BIM, constitui um caminho irreversível, demandando esforços coordenados de todos os agentes públicos e privados envolvidos no setor (ABDI-MDIC, 2017a).

Além disso, o uso do BIM na gestão de obras públicas pode contribuir para a superação de problemas históricos, como atrasos, paralisações e falhas de comunicação entre as partes envolvidas. A aplicação da metodologia permite maior assertividade desde a concepção do projeto até a sua manutenção ao longo da vida útil da edificação. Costa *et al.* (2017) destacam que o BIM é essencial para reduzir erros e omissões na fase de projeto, facilitar a coordenação durante a construção e garantir uma gestão eficiente no pós-obra.

O Guia 1 da ABDI-MDIC (2017a) também evidencia os benefícios do BIM, como a extração automática de quantitativos, cronogramas e descrições diretamente do modelo virtual, aumentando a confiabilidade dos dados e reduzindo erros orçamentários e a necessidade de aditivos.

Uma justificativa adicional para esta pesquisa reside na possibilidade de desenvolver um protocolo que possa ser aplicado de forma padronizada em todos os 38 Institutos Federais, promovendo a homogeneização dos procedimentos de adoção do BIM. Isso permitirá identificar, em cada etapa, os aspectos que requerem mais atenção e atuação, favorecendo um desenvolvimento mais equilibrado entre as diversas áreas institucionais envolvidas.

Este trabalho é inovador ao propor um modelo prático de implementação do BIM voltado para as infraestruturas dos Institutos Federais, contribuindo com a literatura e com a prática institucional. A partir da análise de documentos oficiais e do diagnóstico junto a profissionais técnicos dos IFs, será elaborado um protocolo de implementação da metodologia BIM, com foco na elaboração de projetos, gerenciamento de obras, manutenção das edificações e contratação de serviços.

Diante das exigências contemporâneas por maior transparência na gestão pública e do interesse crescente da sociedade pela correta aplicação dos recursos públicos, torna-se fundamental que os órgãos da administração pública aprimorem seus processos de elaboração, contratação e acompanhamento de projetos de edificação (Ramirez, 2018).

Por fim, optou-se por concentrar a pesquisa nos Institutos Federais em razão da sua estrutura organizacional mais centralizada, o que viabiliza a aplicação e validação da proposta com maior controle e profundidade. A abrangência e diversidade das universidades públicas (federais, estaduais e municipais), com diferentes graus de autonomia e organização interna, tornariam o estudo inviável dentro dos limites metodológicos estabelecidos. Ainda assim, o

protocolo desenvolvido poderá ser adaptado e utilizado por qualquer instituição interessada, desde que haja compatibilidade com sua estrutura e necessidades.

1.3 OBJETIVO

Desenvolver e validar a proposta de um protocolo de implementação do BIM, adaptado às necessidades específicas dos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia (IFs), incorporando diretrizes e boas práticas aplicáveis aos processos de planejamento, execução e manutenção das edificações, de forma a promover padronização, eficiência e integração das informações ao longo do ciclo de vida das construções.

1.3.1 Objetivos Específicos

- Compreender o conceito da implementação do BIM no contexto da transformação digital da construção civil;
- Analisar as diretrizes e estratégias da Estratégia BIM BR e sua aplicabilidade ao setor público;
- Mapear modelos e *frameworks* de implementação do BIM em órgãos e entidades da administração pública;
- Levantar desafios e benefícios associados à adoção do BIM na gestão e execução de obras e serviços de engenharia e arquitetura na esfera pública, com ênfase nos Institutos Federais;
- Identificar boas práticas presentes em documentos, manuais, guias e protocolos nacionais e internacionais relacionados ao BIM;
- Definir diretrizes para o desenvolvimento de uma proposta de protocolo de implementação do BIM adaptado às especificidades dos Institutos Federais.
- Desenvolver a proposta de um protocolo de implementação do BIM, estruturado em módulos e alinhado às normas e políticas vigentes;
- Validar a aplicabilidade e a estrutura teórica da proposta do protocolo por meio da análise crítica de especialistas em BIM, visando seu refinamento e validação.

1.4 HIPÓTESE

A proposição de um protocolo de implementação do BIM, fundamentado em documentos oficiais, diagnóstico institucional e boas práticas nacionais e internacionais, pode ser considerada adequada, coerente e aplicável ao contexto multicampi dos Institutos Federais. A validação junto a especialistas permitirá verificar se a estrutura proposta atende às demandas específicas das instituições, contribuindo para orientar futuras estratégias de adoção da metodologia BIM.

1.5 ESTRUTURA DA PESQUISA

A presente tese está estruturada em sete capítulos, organizados de forma a permitir uma compreensão progressiva dos conteúdos abordados, facilitando a revisão do referencial teórico, a análise do contexto, a definição dos objetivos e a explicação da metodologia adotada para o desenvolvimento da pesquisa. Além disso, a estrutura favorece a apresentação e discussão dos resultados obtidos, culminando nas considerações finais.

O primeiro capítulo abrange a introdução, apresentando a contextualização do tema, a justificativa da pesquisa, os objetivos, a hipótese e a estrutura do estudo. Esse capítulo fornece uma visão geral do trabalho e estabelece as bases para o desenvolvimento da investigação.

O segundo capítulo descreve a metodologia adotada, detalhando o método *Design Science Research* (DSR) e suas etapas, fundamentais para a construção do artefato proposto. Esse capítulo esclarece os procedimentos metodológicos utilizados para a condução da pesquisa e a fundamentação científica do estudo.

O terceiro capítulo consiste em uma revisão aprofundada da literatura sobre a implementação do *Building Information Modeling* (BIM). São abordadas a implementação do BIM, a estratégia nacional de implementação, os desafios e benefícios dessa tecnologia, bem como a contribuição de guias, manuais e protocolos existentes que auxiliam na sua adoção.

O quarto capítulo apresenta a estrutura de gestão das infraestruturas nos setores de engenharia e a história dos Institutos Federais, contextualizando o cenário no qual a pesquisa está inserida. Além disso, são discutidos os resultados da avaliação diagnóstica realizada por meio de um questionário aplicado aos profissionais de engenharia e arquitetura dos 38 Institutos Federais. O objetivo é mensurar o nível de conhecimento desses profissionais sobre o BIM, identificar o estágio de implementação da metodologia nos IFs e compreender os procedimentos

adotados para a elaboração de projetos e contratação de obras públicas. Também se busca analisar o nível de maturidade da adoção do BIM nessas instituições.

O quinto capítulo descreve o desenvolvimento da proposta de protocolo, com base em um estudo exploratório, seguido da validação da proposta por meio de entrevistas com profissionais especializados na área de BIM. São discutidos os *feedbacks* obtidos, os principais desafios enfrentados na implementação da metodologia e os temas mais recorrentes nos documentos técnicos analisados, além dos impactos esperados com a aplicação do protocolo.

O sexto capítulo descreve o artefato da pesquisa: a proposta de protocolo de implementação do BIM. Esse protocolo é composto por plano estratégico, plano de implementação, plano de execução BIM, diretrizes para contratação BIM e um plano de manutenção BIM. O objetivo é oferecer um guia estruturado para auxiliar os Institutos Federais na adoção dessa metodologia de forma eficiente e padronizada.

O sétimo e último capítulo são apresentadas as conclusões da pesquisa, as considerações finais, as referências bibliográficas utilizadas ao longo do estudo e os apêndices e anexos que complementam a análise realizada.

Diante do contexto apresentado e dos objetivos estabelecidos, o próximo capítulo descreve os procedimentos metodológicos adotados para a condução desta pesquisa. São detalhadas as abordagens utilizadas, os métodos de coleta e análise dos dados, bem como as etapas que estruturam o desenvolvimento do estudo.

2 MÉTODO DA PESQUISA

A pesquisa foi conduzida com base no método *Design Science Research* (DSR), estruturada em cinco etapas: Informação, Classificação, Desenvolvimento, Avaliação e Conclusão. Este capítulo descreve detalhadamente o processo metodológico e as técnicas empregadas, selecionadas de forma criteriosa para assegurar o alcance dos objetivos estabelecidos na pesquisa.

2.1 DEFINIÇÃO DO MÉTODO DA PESQUISA

O método usado no desenvolvimento da pesquisa é a *Design Science Research* (DSR), proposto para alcançar os objetivos do trabalho.

Segundo Lacerda *et al.* (2013), o *Design Science Research* (DSR) é responsável por conceber e validar sistemas que ainda não existem, seja criando, recombinação ou alterando produtos/processos/*softwares*/métodos para melhorar as situações existentes.

Nesse âmbito, as características fundamentais dessa abordagem consistem no foco em uma questão real, relevante e passível de ser resolvida na prática, na construção de um artefato inovador que possa contribuir para a implementação do BIM, na execução de testes para a realização da solução desenvolvida, na colaboração entre os pesquisadores e profissionais em uma aprendizagem empírica, na obtenção de conhecimento teórico prévio, na reflexão sobre os resultados práticos em termos de contribuição, em relação ao conhecimento teórico existente (Brito, 2019).

A DSR visa criar algo novo para o mundo ou melhorar parte dele (Lukka, 2003; March e Smith, 1995; Van Aken, 2004). Ademais, é um modo de produção científica de conhecimento por meio da criação e implementação de um artefato, com a capacidade de solucionar e alterar um fenômeno ou problema (Vaishnavi e Kuechler, 2015).

Uma das razões para aplicação da *Design Science Research* nas pesquisas é a possibilidade desse método diminuir a lacuna existente entre teoria e prática (Van Aken, 2004; Romme, 2003; Dresch *et al.*, 2015). Isso ocorre porque é um método orientado para a solução de problemas e, ao mesmo tempo, produz conhecimentos que podem servir de referência para o aprimoramento de teorias (Dresch, 2013).

Essa metodologia mostrou-se a mais adequada para a investigação dos conhecimentos necessários para o desenvolvimento do artefato, ou seja, para resolução do problema da falta de

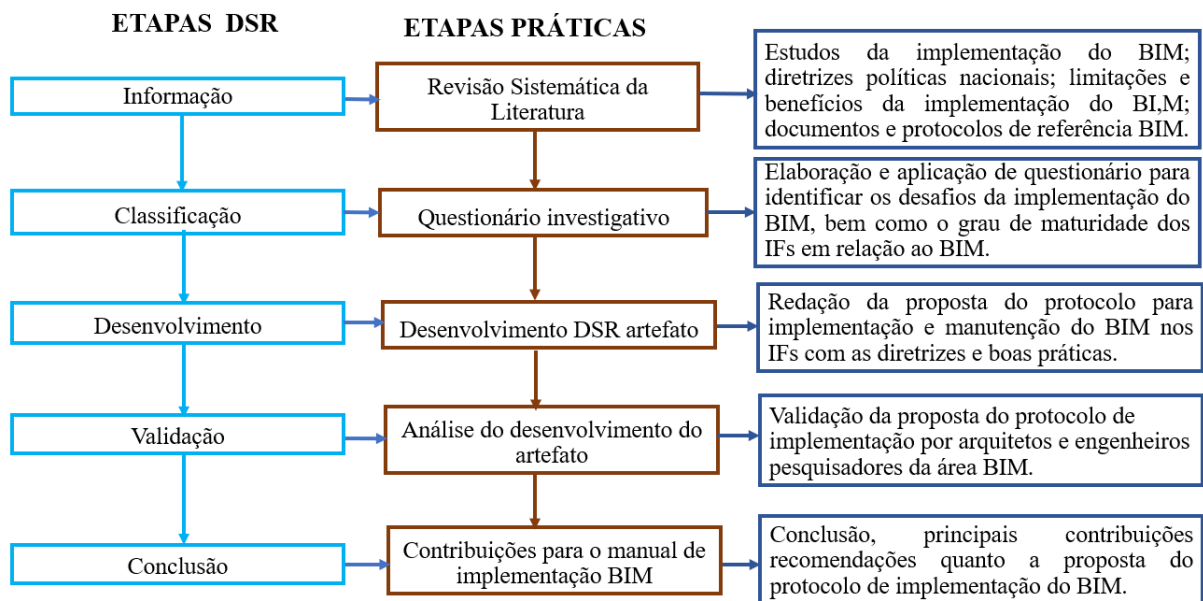
um protocolo de implementação BIM nos setores de engenharia e arquitetura dos IFs e, também, para incorporar aos trabalhos científicos da área da construção.

A seguir, são apresentadas as etapas da pesquisa, estruturadas conforme o método DSR.

2.2 ETAPAS DA PESQUISA

O delineamento das etapas do *Design Science Research* para a presente pesquisa é descrito no fluxograma da Figura 1 e o seu detalhamento é apresentado na sequência.

Figura 1– Fluxograma das etapas da *Design Science Research* (DSR)



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

2.2.1 Informação

A etapa inicial da pesquisa consistiu na obtenção de conhecimento teórico e normativo necessário para o desenvolvimento do artefato. Para isso, foi conduzida uma Revisão de Escopo (*Scoping Review*), complementada por Revisão Documental, adotando procedimentos sistemáticos inspirados no protocolo *PRISMA-ScR* (Tricco *et al.*, 2018) e na abordagem de Arksey e O'Malley (2005). Essa estratégia híbrida foi escolhida porque a temática envolve tanto a literatura científica quanto documentos normativos, legislações e guias práticos fundamentais para a implementação do BIM no setor público.

A Revisão de Escopo permitiu mapear um campo amplo, identificar lacunas e reunir evidências sobre estratégias, fatores críticos e diretrizes de implementação do BIM, sem a restrição de avaliar rigorosamente a qualidade metodológica dos estudos, característica típica

das Revisões Sistemáticas da Literatura (RSL). Já a Revisão Documental foi necessária para incluir normas técnicas (como a ABNT NBR 15.965), estratégias nacionais (Estratégia BIM BR), decretos e guias internacionais, que não se enquadram na literatura científica, mas são essenciais para o desenvolvimento da proposta do protocolo.

As buscas foram realizadas em duas frentes:

a) Bases científicas reconhecidas:

Foram utilizadas as plataformas Scopus, Web of Science, Google Acadêmico, abrangendo artigos, teses, dissertações, livros. Os filtros aplicados: i) período do ano de 2008 a 2025; ii) documentos com as publicações finais; iii) área “Engenharia”; e iv) idiomas português e inglês. As buscas foram realizadas entre março de 2023 e agosto de 2025. As estratégias de busca seguiram combinação de operadores booleanos *AND* e *OR*, utilizando *strings* de busca como: (“BIM” OR “Building Information Modeling*” AND “implementation”); (“BIM” OR “Building Information Modeling*” AND “protocol” OR “adaptation” OR “diffusion”); (“BIM” OR “Building Information Modeling*” AND “public sector*”); (“Guides BIM” OR “Manual BIM” OR “Protocol BIM”).

b) Fontes institucionais e normativas:

A pesquisa contemplou portais oficiais e órgão normativos, incluindo:

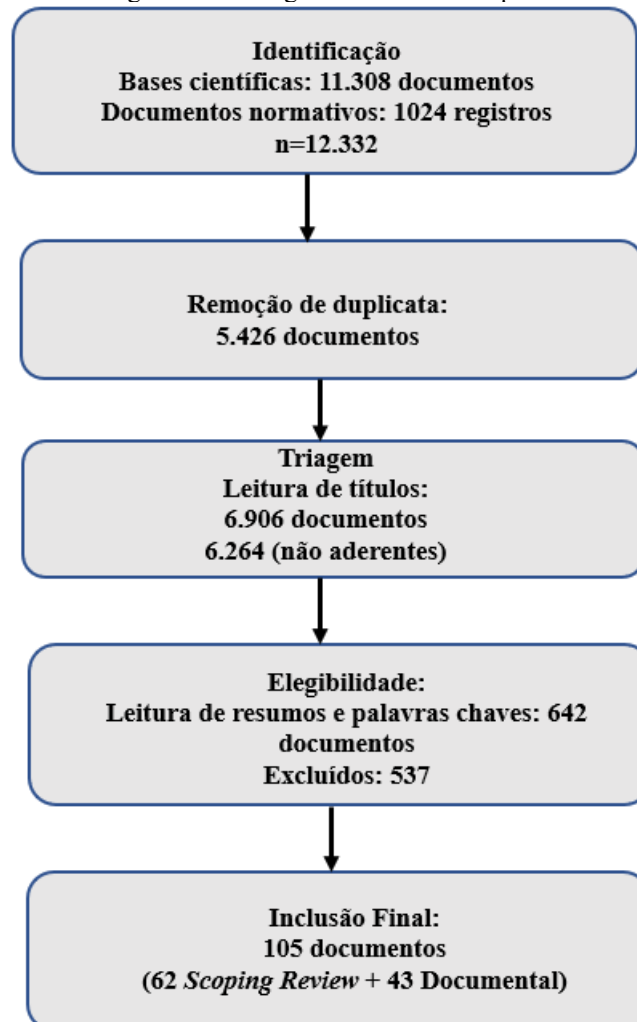
- Portais institucionais: Gov.br; Ministério da Infraestrutura (MINFRA); Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI); Estratégia BIM BR.
- Órgãos normativos: ABNT; ISO; NATSPEC.
- Associações e fóruns: BIM Fórum Brasil; CBIC.
- Guias e protocolos: Plano de Execução BIM (PEB); Cadernos BIM (SC, PR); Protocolos internacionais (PAS 1192, ISO 19650).

Foram definidos critérios sistemáticos de inclusão e exclusão, garantindo transparência e reprodutibilidade. A seleção seguiu as etapas do PRISMA adaptado (identificação, triagem, elegibilidade e inclusão), resultando em 105 documentos analisados qualitativamente: 62 provenientes da Revisão de Escopo e 43 da Revisão Documental.

A Figura 2 apresenta o fluxograma PRISMA adaptado, descrevendo as etapas do processo de seleção das fontes. Inicialmente, foram identificados 12.332 registros (11.308 provenientes das bases científicas e 1.024 de documentos normativos). Após a remoção de duplicatas (5.426), 6.264 documentos seguiram para triagem por leitura de títulos. Na fase de elegibilidade, foram analisados 642 documentos por meio da leitura de resumos e palavras-chave, sendo 537 excluídos por não atenderem aos critérios definidos. Ao final, 105

documentos foram incluídos para análise qualitativa, sendo 62 da Revisão de Escopo e 43 da Revisão Documental.

Figura 2 – Fluxograma PRISMA adaptado



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

2.2.2 Classificação

A etapa de classificação teve como objetivo diagnosticar o nível de conhecimento e de preparação das equipes técnicas dos Institutos Federais (IFs) para a implementação do BIM, além de identificar barreiras, oportunidades e fatores críticos relacionados à adoção dessa metodologia. Para isso, foi elaborado um questionário estruturado em blocos temáticos, fundamentado nos achados da revisão de escopo e documental, que forneceram os parâmetros teóricos para definição das variáveis investigadas.

O instrumento foi desenvolvido com base em referências consolidadas sobre implementação do BIM (Brito, 2019; Alves, 2021; Martins; Santos; Cardoso, 2021; SIENGE,

2022) e organizado em três dimensões principais: pessoas, tecnologia e processos, alinhadas ao modelo de maturidade BIM proposto por Succar (2013).

- Dimensão pessoas: questões sobre perfil, capacitação e experiência dos profissionais das áreas de engenharia e arquitetura.
- Dimensão tecnologia: disponibilidade de infraestrutura, *softwares* e ambientes comum de dados (CDE).
- Dimensão processos: práticas organizacionais, métodos de trabalho, gestão de projetos e adequação às exigências normativas.

O questionário contemplou 30 questões objetivas, em formato de múltipla escolha, visando padronizar as respostas e permitir análises quantitativas. Foi aplicado por meio da plataforma *Google Forms* e distribuído via e-mail institucional aos setores de engenharia dos 38 Institutos Federais, no período de julho a novembro de 2024, com adesão de 35 institutos participantes. O contato foi realizado por endereços disponíveis nos portais oficiais dos IFs, garantindo caráter público e transparência no processo.

O Quadro 1 apresenta a estrutura dessas questões, agrupadas por blocos e com seus respectivos objetivos, enviadas aos setores técnicos dos IFs.

Quadro 1 – Questionário

Nº	CATEGORIA	QUESTÕES	OBJETIVO
01	Pessoa	Quantos profissionais das áreas de engenharia, de arquitetura e/ou de técnicos em edificações fazem parte da Reitoria e Campi do seu Instituto?	Quantificar o quadro técnico da área de engenharia e arquitetura dos IFs.
02		Qual o tempo de efetivo exercício dos profissionais da engenharia e arquitetura no instituto?	Identificar a experiência dos profissionais no serviço público.
03		Qual o conhecimento dos profissionais da engenharia e arquitetura do IF sobre o BIM?	Avaliar o conhecimento da parte técnica sobre o BIM.
04		Qual o conhecimento de normas, guias, manuais e protocolo BIM da equipe técnica?	Avaliar o conhecimento da parte técnica dos IFs sobre normas, manuais, guias e protocolos BIM.
05		O Instituto já ofereceu algum treinamento em BIM para os profissionais da área técnica?	Identificar a existência de treinamentos em BIM nos IFs.
06		A instituição dispõe de cursos, treinamentos ou workshops para capacitar os funcionários na atuação com os <i>softwares</i> BIM? Há incentivo financeiro para capacitação dos funcionários?	Identificar as iniciativas para a qualificação dos profissionais técnicos.
07		Dentro os profissionais do setor da engenharia e arquitetura da instituição, quantos já realizaram algum curso de formação BIM?	Avaliar o nível conhecimento dos profissionais da instituição sobre o BIM.

Continua na próxima página.

Nº	CATEGORIA	QUESTÕES	OBJETIVO
08	Pessoa	Existem pessoas qualificadas para trabalhar com as ferramentas BIM dentro da instituição?	Avaliar as habilidades dos profissionais relacionados ao uso do BIM.
09	Tecnologia	A organização dispõe de computadores e/ou notebooks com configurações de <i>hardware</i> adequadas para a utilização de <i>softwares</i> BIM?	Analisar a estrutura organizacional da instituição para o trabalho colaborativo com BIM.
10		Quais são os <i>softwares</i> utilizados no processo de elaboração de projetos de arquitetura e engenharia, quando realizados pela própria equipe do Instituto?	Identificar as ferramentas utilizadas para o desenvolvimento das atividades da área técnica.
11		A instituição possui infraestrutura adequada, como salas, computadores e/ou notebooks com configurações de <i>hardware</i> e <i>softwares</i> para desenvolver seus próprios projetos?	Mapear a infraestrutura física disponível para suporte às atividades da área técnica.
12		Como é a infraestrutura disponível para implementação do BIM no seu instituto?	Avaliar a infraestrutura tecnológica para implementação do BIM nos IFs.
13		Existe um ambiente comum de dados (CDE) que possibilita o trabalho colaborativo entre os funcionários, com interoperabilidade de dados?	Verificar se a existência e a utilização do Ambiente Comum de Dados (CDE..
14	Processos	Qual a vinculação dos profissionais das áreas de engenharia/arquitetura da Reitoria com os Campi?	Verificar a integração e a comunicação entre Reitoria e Campi nos processos técnicos.
15		Quais as principais demandas desenvolvidas pelos profissionais das áreas técnicas de engenharia e arquitetura dos IFs?	Identificar os serviços desenvolvidos pelos profissionais técnicos dos IFs.
16		Como são desenvolvidos os projetos de reformas e/ou novas construções da Reitoria e dos Campi?	Analisar os processos de execução dos serviços de construção civil nos IFs.
17		Existe um Departamento de Projetos na sua instituição?	Verificar a existência de um departamento de projetos na instituição.
18		Quais são os projetos desenvolvidos pelo setor de engenharia/arquitetura de sua instituição?	Identificar os projetos elaborados e gerenciado pela instituição.
19		A sua instituição usa algum sistema de manutenção preventiva da edificação?	Identificar se a instituição possui sistema de manutenção das edificações.
20		O BIM já foi implementado em seu Instituto?	Mapear os institutos que já implementaram a metodologia BIM.
21		Caso a questão 7 seja afirmativa, quais os principais benefícios alcançados na implementação do BIM?	Avaliar os benefícios percebidos com a adoção do BIM.
22		Em qual atividade o BIM está sendo aplicado no seu Instituto?	Identificar a fase do BIM em que a instituição se encontra.
23		Sua instituição é treinada para atender às especificações BIM quando solicitadas em licitações públicas?	Avaliar as competências do processo licitatório das obras públicas.

Continua na próxima página.

Nº	CATEGORIA	QUESTÕES	OBJETIVO
24	Processos	Quais são as principais dificuldades enfrentadas para o estabelecimento do marco regulatório do BIM no IF?	Identificar as dificuldades para implementação do BIM nos IFs.
25		Em sua opinião, um protocolo de implementação BIM, específico para os IFs, irá contribuir para adoção do mesmo nos Institutos?	Verificar a relevância de um protocolo de implementação BIM nos IFs.
26		Quais benefícios que um protocolo pode proporcionar na implementação do BIM nos IFs?	Avaliar os benefícios de um protocolo de implementação do BIM.
27		Quais os principais benefícios esperados da implementação do BIM para os IFs?	Identificar os benefícios que a implementação do BIM pode trazer para os IFs.
28		Como são os investimentos disponíveis para a implementação do BIM na sua instituição?	Verificar a disponibilidade de recursos para a implementação do BIM nos IFs.
29		Qual a principal mudança deve acontecer para a adequação de sua instituição na metodologia BIM?	Analisar as mudanças que devem acontecer para adequação da metodologia BIM nos IFs.
30		Qual sua opinião sobre as iniciativas que estão sendo tomadas pela Administração Pública para promover, desenvolver e implementar a metodologia BIM no campo da construção?	Identificar a percepção dos técnicos dos IFs, sobre decisões da administração pública relacionadas a metodologia do BIM.

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Antes da aplicação, o questionário foi submetido à avaliação do Comitê de Ética em Pesquisa da UFSCar, sendo aprovado conforme Parecer Consubstanciado (Anexo A). O acesso ao formulário esteve condicionado à concordância prévia com o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), (Apêndice A), garantindo o cumprimento das normas éticas.

O questionário completo, incluindo alternativas e estrutura detalhada, encontra-se no Apêndice B.

2.2.3 Desenvolvimento

A etapa de desenvolvimento teve como propósito conceber e estruturar a Proposta de um Protocolo de Implementação do BIM direcionado aos Institutos Federais (IFs), fundamentado nos resultados obtidos nas fases anteriores, que englobaram o levantamento teórico-normativo e o diagnóstico institucional. Esta fase assume papel central no método *Design Science Research* (DSR), uma vez que se materializa na criação do artefato concebido para solucionar o problema identificado, promovendo inovação prática apoiada em base científica.

O processo de desenvolvimento foi norteado pelo arcabouço conceitual de Succar (2013), estruturado nos três pilares fundamentais da implementação BIM, tecnologia, pessoas e processos, adaptados às especificidades das instituições públicas de ensino. Essa abordagem possibilitou alinhar as recomendações internacionais às diretrizes nacionais, resultando em uma proposta de protocolo aplicável e escalável.

- a) Tecnologia: compreendeu a definição dos requisitos de infraestrutura física e tecnológica, contemplando recursos computacionais, conectividade, plataformas colaborativas e interoperabilidade entre *softwares*, visando garantir a gestão integrada de modelos e dados.
- b) Pessoas: abrangeu estratégias para capacitação técnica, desenvolvimento de competências, definição clara de papéis e responsabilidades e mecanismos de governança interna que assegurem a aderência ao processo colaborativo.
- c) Processos: incorporou a padronização de fluxos de trabalho, diretrizes para elaboração do Plano de Execução BIM (PEB), níveis de desenvolvimento (LOD) adequados às diferentes etapas do ciclo de vida da edificação, além de parâmetros para contratação, gestão de contratos e manutenção de ativos.

A partir desses pilares, foram delineadas diretrizes práticas e estruturadas, organizadas em etapas progressivas que contemplam:

- Diagnóstico organizacional, para avaliar a maturidade BIM institucional;
- Definição de objetivos e metas, alinhadas às demandas e restrições dos IFs;
- Mapeamento estratégico, integrando gestão administrativa, técnica e tecnológica;
- Plano de implantação e governança, estabelecendo cronogramas, papéis e indicadores de monitoramento;
- Critérios para contratação e manutenção, conforme diretrizes legais e normativas vigentes.

O resultado deste desenvolvimento é apresentado no Capítulo 6, onde se detalha a versão consolidada da proposta do protocolo, incluindo orientações operacionais, fluxogramas, modelos de documentos e recomendações para sua aplicação prática.

2.2.4 Validação

Na etapa de validação, o pesquisador analisa o comportamento do artefato em busca de uma solução satisfatória para o problema, podendo conduzir esse processo tanto em um ambiente experimental quanto em um cenário real. Como resultados dessa fase, destacam-se a

validação do artefato e a formalização dos critérios de aplicabilidade, que definem seus limites e condições de uso, estabelecendo a relação entre o artefato e o ambiente externo (Dresch *et al.*, 2015).

Essa etapa é essencial para mensurar a adequação e consistência da Proposta do Protocolo de Implementação e Manutenção do BIM nas infraestruturas físicas dos IFs. Para garantir rigor metodológico, a validação foi realizada por especialistas em BIM com atuação acadêmica consolidada, vinculados a universidades públicas brasileiras e selecionados com base em critérios técnicos previamente definidos:

- Produção científica relevante sobre BIM;
- Experiência comprovada em pesquisas e projetos relacionados à temática;
- Ausência de vínculo institucional com os IFs avaliados, assegurando imparcialidade e isenção de conflito de interesses.

A opção por avaliadores externos aos Institutos Federais visou reforçar a objetividade e aumentar a confiabilidade dos resultados, garantindo que a análise se fundamentasse em conhecimento técnico-científico independente.

O processo de validação foi conduzido por meio de entrevistas online, com roteiro semiestruturado, realizadas após o envio formal dos convites por e-mail, acompanhados do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), de uma cópia da proposta do protocolo e do roteiro da entrevista. O objetivo central foi coletar sugestões para ajustes, melhorias e validação da proposta. Como a participação não era obrigatória, seis especialistas aceitaram contribuir com a pesquisa. O roteiro da entrevista encontra-se disponível no Apêndice D.

Antes da realização das entrevistas, o roteiro foi submetido à análise do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Pró-Reitoria de Pesquisa da UFSCar. Somente após a aprovação, registrada no Parecer Consubstanciado do CEP (Anexo A), os convites foram enviados aos especialistas. As entrevistas ocorreram mediante consentimento formal registrado por meio do TCLE (Apêndice C).

A validação da proposta do protocolo e os resultados obtidos estão detalhados no Capítulo 5.

2.2.5 Conclusão

A etapa de conclusão consistiu na síntese crítica das aprendizagens obtidas ao longo do processo metodológico, na formalização das contribuições do artefato desenvolvido e na identificação das limitações da pesquisa. Esta fase cumpre papel estratégico no método, pois

permite avaliar a aderência entre os objetivos propostos e os resultados efetivamente alcançados, além de indicar oportunidades para aprofundamentos futuros, assegurando a continuidade do debate científico.

Os resultados obtidos evidenciam que a Proposta do Protocolo de Implementação do BIM elaborada responde de forma eficaz às necessidades diagnosticadas nos Institutos Federais, apresentando diretrizes práticas, aplicáveis e alinhadas às normativas vigentes. A estruturação da proposta do protocolo reforça seu caráter inovador ao integrar referenciais teóricos e boas práticas internacionais à realidade institucional brasileira, reduzindo significativamente a lacuna entre teoria e prática no setor público.

Outro aspecto relevante desta fase foi a análise crítica do alcance do artefato, destacando seu potencial escalabilidade para outras instituições públicas, desde que observadas as especificidades organizacionais e normativas de cada contexto. Tal constatação amplia a contribuição científica do estudo, pois oferece uma base metodológica replicável, capaz de orientar políticas e estratégias para a difusão do BIM no setor público nacional.

As considerações finais, acompanhadas das recomendações para pesquisas futuras, encontram-se detalhadas no Capítulo 7, com sugestões para aprimoramento da proposta do protocolo e investigação de temas complementares, como métricas de desempenho, integração com sistemas de *Facility Management* (FM) e análise econômica da adoção do BIM.

Concluída a descrição dos procedimentos metodológicos, o próximo capítulo apresenta a Revisão por Escopo e Documental, cujo objetivo é mapear a produção científica e normativa sobre o *Building Information Modeling* (BIM), fornecendo uma base conceitual sólida para sustentar a análise diagnóstica e a formulação da proposta do protocolo proposto.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA: REVISÃO DE ESCOPO E DOCUMENTAL

A escolha por realizar uma revisão dupla – escopo e documental – se justifica pelas lacunas observadas na prática institucional, especialmente no que se refere à ausência de diretrizes integradas e aplicáveis ao contexto dos Institutos Federais. Ao vivenciar os desafios operacionais da gestão de infraestrutura no IFTM, identificou-se a necessidade de mapear referências que possam apoiar a superação desses gargalos.

O setor da construção civil desempenha papel estratégico na economia, e a adoção do *Building Information Modeling* (BIM) constitui um marco na transformação digital, promovendo ganhos em produtividade, integração e qualidade ao longo do ciclo de vida das edificações (Vieira; Nogueira, 2018).

Este capítulo apresenta os resultados da Revisão de Escopo e da Revisão Documental, realizadas com base no procedimento metodológico descrito no Capítulo 2, com o objetivo de consolidar a base teórica e normativa necessária ao desenvolvimento da Proposta do Protocolo de Implementação do BIM. A combinação dessas duas abordagens permitiu mapear evidências científicas atualizadas e integrar instrumentos normativos essenciais à adoção do BIM no setor público.

Os resultados foram organizados em dois níveis:

- (i) síntese das fontes analisadas, apresentando documentos científicos e normativos selecionados;
- (ii) discussão temática, estruturada em quatro eixos que representam os principais achados da literatura e da regulamentação aplicável:
 - Implementação do BIM;
 - Diretrizes políticas nacionais;
 - Fatores limitantes e benefícios da adoção do BIM;
 - Documentos e protocolos de referência.

Essa sistematização garante uma visão abrangente e alinhada às necessidades das instituições públicas, servindo como alicerce para as etapas de desenvolvimento e avaliação do artefato.

3.1 RESULTADOS DA REVISÃO DE ESCOPO E DOCUMENTAL

A estratégia metodológica, incluindo na proposta de protocolos, critérios de inclusão e fluxograma PRISMA adaptado, encontra-se detalhada no Capítulo 2. Para contextualização,

ressalta-se que foram incluídos 105 documentos na análise qualitativa: 62 oriundos da Revisão de Escopo e 43 provenientes da Revisão Documental. Para fins de transparência, os Quadros 2 e 3 apresentam, respectivamente, a listagem dos documentos científicos e normativos que compõem a base teórica desta pesquisa.

Quadro 2 – Síntese das publicações científicas analisadas na Revisão de Escopo

N ^a Ordem	Autor/ano	Objetivos
Análise referências científicas		
1	Succar, (2009)	Estruturar um <i>framework</i> conceitual para adoção do BIM.
2	Froese, (2010)	Analisar o impacto das tecnologias emergentes na gestão de projetos de construção..
3	Wong, Wong, Nadeem, (2010)	Analisar e comparar os atributos das implementações do BIM em diferentes países.
4	Manziona <i>et al.</i> (2011)	Avaliar desafios e barreiras da implementação do BIM.
5	Gu; London, (2010)	Identificar barreiras à adoção do BIM no setor da construção.
6	Arayici; Egbu; Coates, (2012)	Analisar desafios e oportunidades para implementação do BIM.
7	Eadie <i>et al.</i> (2013)	Avaliar a implementação do BIM ao longo do ciclo de vida dos projetos.
8	Manziona (2013)	Propor estrutura conceitual para gestão baseada em BIM.
9	Stanley; Thurnell; Zealand (2013)	Investigar benefícios e barreiras na aplicação do 5D BIM.
10	Chien; Wu; Huang, (2014)	Identificar e avaliar fatores críticos de risco na adoção do BIM.
11	Sackey; Tuuli; Dainty, (2014)	Analisar práticas colaborativas em ambientes BIM.
12	Cheng; Lu, (2015)	Revisar esforços e papéis do setor público na implementação do BIM.
13	Kassem; Amorim (2015)	Comparar a evolução da adoção do BIM no Brasil e na União Europeia.
14	Kassem; Succar; Dawood, (2015)	Mapear publicações relevantes sobre BIM em nível internacional.
15	Salgado; Cunha; Duarte (2015)	Analisar plataformas BIM integradas a critérios de sustentabilidade.
16	Succar; Kassem, (2015)	Propor uma estrutura conceitual para adoção do Macro-BIM.
17	Sacks; Gurevich; Shrestha, (2016)	Revisar protocolos, guias e padrões internacionais de modelagem BIM.
18	Chang; Pan; Howard, (2017)	Analisar percepções individuais sobre fatores que influenciam a adoção do BIM.
19	Coelho (2017)	Investigar desafios e práticas na aplicação da modelagem BIM.
20	Howard; Restrepo; Chang, (2017)	Aplicar a UTAUT para avaliar fatores que influenciam a aceitação do BIM.
21	Davies; Wilkinson; Mcmeel, (2017)	Revisar definições e papéis atribuídos aos profissionais em normas e guias BIM.
22	Santos <i>et al.</i> (2017)	Analisar práticas de uso do BIM em implementações reais.
23	Nardelli, (2018)	Discutir a relação entre a adoção do BIM e as licitações públicas.
24	Stradiotto (2018)	Investiga o uso do processo BIM aplicado a projetos nas licitações de obras públicas.
25	Pereira; Correia (2019)	Relatar a implementação da abordagem e da tecnologia BIM.
26	Brito (2019)	Identificar fatores críticos de sucesso para implementação do BIM.

Continua na próxima página.

N ^a Ordem	Autor/ano	Objetivos
Análise referências científicas		
27	Charef <i>et al.</i> (2019)	Analisar o panorama da adoção do BIM na União Europeia.
28	Elagiry <i>et al.</i> (2019)	Investigar barreiras à implementação do BIM.
29	Liu <i>et al.</i> (2019)	Explorar percepções individuais sobre a adoção do BIM.
30	Zhou; Yang; Yang, (2019)	Analisar barreiras estratégicas à implementação do BIM.
31	Dakhil <i>et al.</i> (2019)	Identificar competências críticas de sucesso para o processo de implementação do BIM.
32	Araújo <i>et al.</i> (2019)	Caracterizar estudos sobre BIM e gerenciamento de obras, destacando contribuições para o conhecimento científico nacional.
33	Lacerda (2020)	Relatar a implementação do BIM.
34	Wang; Lu (2020)	Discutir a aplicação do BIM na gestão de projetos.
35	Ahuja <i>et al.</i> (2020)	Identificar fatores que influenciam a adoção do BIM.
36	Liao; Lin; Low (2020)	Avaliar a prontidão para implementação do BIM.
37	Muthusamy; Chew (2020)	Investigar fatores críticos de sucesso para implementação do BIM.
38	Olanrewaju <i>et al.</i> (2020)	Examinar barreiras à implementação do BIM.
39	Sinoh; Othman; Ibrahim (2020)	Identificar fatores críticos de sucesso na adoção BIM.
40	Abbasnejad <i>et al.</i> (2021)	Modelar os principais fatores que habilitam a implementação organizacional do BIM.
41	Arrotéia; Freitas; Melhado (2021)	Identificar barreiras à adoção do BIM no contexto brasileiro.
42	Marzouk; Elsaay; Othman (2021)	Analisar a implementação do BIM.
43	Othman <i>et al.</i> (2021)	Avaliar o nível de implementação do BIM na Malásia.
44	Sampaio (2021)	Discutir tendências e desafios da implementação do BIM.
45	Wu <i>et al.</i> , (2021)	Analisar barreiras à implementação do BIM.
46	Viana; Carvalho (2021)	Priorizar riscos associados à implementação do BIM.
47	Leśniak; Górka; Skrzypczak (2021)	Investigar os principais obstáculos na implementação do BIM.
48	Bulhões (2022)	Desenvolver diretrizes para a implementação do BIM.
49	Junior (2022)	Propor ações orientadas para a gestão de processos de projeto com na implantação do BIM.
50	Hyarat; Hyarat; Al Kuisi (2022)	Investigar barreiras à adoção do BIM.
51	Neri <i>et al.</i> (2022)	Relatar a experiência da implantação do BIM.
52	Schery <i>et al.</i> (2023)	Identificar fatores críticos e benefícios do BIM no setor público.
53	Mishra; Hasan; Jha, (2024)	Avaliar barreiras à implementação do BIM.
54	Shin; Kim, (2024)	Analisar variações nas perspectivas sobre a implementação do BIM.
55	Dias <i>et al.</i> (2024)	Avaliar o impacto do BIM no gerenciamento do ciclo de vida das edificações no Exército Brasileiro.
56	Escosteguy <i>et al.</i> (2024)	Investigar como a modelagem BIM pode impactar obras públicas.
57	Lembagan; Nurdiah (2025)	Revisar a implementação do BIM em Smart Cities na Indonésia.
58	Ottaviani <i>et al.</i> (2025).	Identificar, estruturar e priorizar os fatores críticos de sucesso (FCS) para a implementação do BIM.

Continua na próxima página.

N ^a Ordem	Autor/ano	Objetivos
Análise referências científicas		
59	Abanda <i>et al.</i> (2025)	Analisar a aplicação da ISO 19650 por meio da modelagem de processos, visando aprimorar a gestão da informação e a comunicação entre os agentes do processo BIM.
60	Akbas et al. (2025)	Propor uma abordagem holística para integração entre o <i>Level of Information Need</i> (LoIN) e a <i>Information Delivery Specification</i> (IDS), ampliando a definição dos requisitos de informação no contexto da ISO/NBR 19650.
61	Giménez <i>et al.</i> (2025)	Avaliar empiricamente a relação entre o nível de maturidade BIM e a geração de valor em projetos de construção, com foco no contexto colombiano.
62	Kaur (2025)	Revisar de forma abrangente os benefícios, barreiras e níveis de maturidade associados à adoção do BIM, destacando estratégias para superação dos desafios organizacionais.

Fonte: Elaborado pelas autoras (2025), a partir da Revisão de Escopo.

Quadro 3 – Síntese dos documentos normativos e guias analisados na Revisão Documental

N ^a Ordem	Autor/ano	Objetivos
Análise documental		
63	Eastman <i>et al.</i> (2008)	Sistematizar conceitos, princípios e aplicações do BIM.
64	ABNT NBR 15.965 - 2011	Estabelecer critérios normativos para classificação e gestão da informação da construção.
65	USC (2012)	Definir diretrizes para utilização do BIM em projetos de construção.
66	DDC (2012)	Definir requisitos mínimos para implementação do BIM em obras públicas.
67	PSU (2013)	Propor um guia de planejamento para execução de projetos em BIM.
68	AsBEA (2013)	Orientar a implantação do BIM em escritórios de projeto no Brasil.
69	BCA (2013)	Consolidar diretrizes para a implementação nacional do BIM em Singapura.
70	PAS 1192 (2013)	Estruturar processos BIM no Reino Unido.
71	Governo de Santa Catarina (2014)	Orientar a elaboração e padronização de projetos BIM para órgãos públicos estaduais.
72	FIU (2014)	Estabelecer padrões e guias para adoção do BIM em projetos.
73	AsBEA (2015)	Apresentar recomendações para o fluxo de projetos em BIM.
74	AUTODESK (2015)	Fornecer orientações para projetos-piloto de adoção do BIM.
75	CIC (2015)	Padronizar os requisitos mínimos de adoção do BIM no Reino Unido.
76	AEC – UK (2015)	Definir protocolos técnicos para a utilização do BIM em projetos.
77	AEC Infosystems, Inc. (2015)	Estabelecer diretrizes para o uso do BIM em projetos.
78	CBIC (2016)	Orientar construtoras e incorporadoras na implantação do BIM.
79	GSA (2016)	Estabelecer diretrizes específicas para o uso de elementos construtivos no BIM.
80	ABDI-MDIC (2017)	Apoiar a difusão e a adoção do BIM no Brasil em diferentes setores da construção.
81	NIBS (2017)	Fornecer diretrizes para proprietários e gestores de empreendimentos quanto à adoção do BIM.
82	VA (2017)	Estabelecer requisitos de modelagem para projetos.
83	Brasil (2017)	Instituir o Comitê Estratégico de Implementação do BIM (CE-BIM) para coordenar a Estratégia Nacional.

Continua na próxima página.

N ^a Ordem	Autor/ano	Objetivos
Análise documental		
84	Brasil (2018)	Instituir a Estratégia Nacional de Disseminação do BIM no Brasil.
85	Brasil (2018a)	Definir indicadores de desempenho e metas para a implementação da Estratégia BIM BR.
86	ISO 19650 (2018)	Padronizar a gestão da informação com BIM ao longo do ciclo de vida.
87	Brasil (2019)	Atualizar e consolidar a Estratégia Nacional de Disseminação do BIM.
88	Messner et al. (2019)	Fornecer diretrizes para planejamento e execução de projetos BIM.
89	NZIA (2019)	Servir como guia para apoiar a adoção do BIM em projetos.
90	Rail Baltica (2019)	Fornecer diretrizes para a utilização do BIM nos projetos.
91	Brasil (2020)	Regulamentar a Estratégia Nacional de Disseminação do BIM no Brasil.
92	Brasil (2020a)	Orientar a elaboração de projetos e a gestão de edificações em BIM.
93	Biblus (2020)	Apresentar informações atualizadas sobre a aplicação e desenvolvimento do BIM no Brasil.
94	Leśniak; Górka; Skrzypczak (2021)	Investigar barreiras à implementação do BIM em projetos de arquitetura, engenharia e construção na Polônia.
95	MINFRA (2021)	Estabelecer diretrizes para implantação e gestão do BIM em projetos de infraestrutura federais.
96	SF (2021)	Fornecer orientações para uso do BIM em gestão de edificações do Smithsonian.
97	Brasil, (2021)	Regulamentar contratações públicas no Brasil, incluindo a adoção do BIM.
98	BIM Forum BR (2021)	Debater a implementação do BIM na América Latina.
99	Governo de Santa Catarina (2022)	Orientar órgãos públicos do estado na implantação e implementação do BIM.
100	NATSPEC (2022)	Consolidar padrões nacionais para uso do BIM na Austrália.
101	SINDUSCON-PR e AsBEA-PR (2022)	Apoiar empresas de projeto e construção no início da adoção do BIM.
102	ABNT NBR ISO 19650-1:2022	Definir conceitos e princípios para a gestão da informação em processos BIM.
103	ABNT NBR ISO 19650-2:2022	Estabelecer requisitos para o gerenciamento da informação durante a fase de entrega de ativos, promovendo interoperabilidade e colaboração.
104	BIM Fórum Brasil (2023)	Reunir atores institucionais e promover diretrizes nacionais para o BIM.
105	Brasil (2024)	Atualizar dispositivos legais relacionados à Estratégia Nacional de Disseminação do BIM.

Fonte: Elaborada pela autora (2025), a partir da Revisão Documental.

3.2 IMPLEMENTAÇÃO DO BIM

A implementação do *Building Information Modeling* (BIM) pode ser compreendida como “um conjunto de atividades realizadas por uma unidade organizacional para preparar, implantar ou aprimorar suas entregas (produtos) BIM e seus fluxos de trabalho (processos) relacionados” (Succar; Kassem, 2015). Trata-se de um processo estruturado que envolve a definição de padrões e protocolos, a seleção criteriosa de ferramentas e tecnologias, a

capacitação contínua das equipes e a adoção de fluxos colaborativos que assegurem a gestão integrada das informações digitais ao longo de todo o ciclo de vida da edificação.

Segundo Succar e Kassem (2015), esse processo ocorre de forma gradual, estruturado em três fases essenciais:

- Pré-Implementação (Prontidão BIM): corresponde à análise da capacidade organizacional, com foco no diagnóstico da infraestrutura tecnológica, na avaliação das competências das equipes e na identificação de lacunas de treinamento e recursos.
- Implementação (Capacidade de Execução): compreende a aplicação do BIM em projetos-piloto, a definição de processos padronizados, a seleção de *softwares* interoperáveis e a elaboração de protocolos para troca segura e eficiente de informações.
- Pós-Implementação (Maturidade de Desempenho): envolve a consolidação da metodologia, com monitoramento de indicadores, coleta de feedbacks e melhoria contínua dos processos, visando maior eficiência, colaboração e qualidade dos resultados.

Pesquisas recentes reforçam a importância de compreender a maturidade organizacional na implementação do BIM. Giménez *et al.* (2025) analisaram empiricamente a relação entre o nível de maturidade BIM e a geração de valor em projetos, identificando que níveis mais altos de maturidade estão associados a ganhos significativos de eficiência e produtividade. Esses achados corroboram a estrutura gradual proposta neste estudo, que considera estágios de pré-implementação, implementação e pós-implementação.

Complementando essa perspectiva, Gu e London (2010) destacam quatro etapas críticas para o êxito da implementação: (i) definição clara do escopo, papéis e fases do projeto; (ii) desenvolvimento de processos de trabalho alinhados às práticas BIM; (iii) identificação e especificação dos requisitos técnicos necessários; e (iv) customização dos fluxos de acordo com a complexidade e as demandas do empreendimento.

A literatura especializada também evidencia que o sucesso da implementação transcende aspectos puramente tecnológicos, exigindo uma abordagem integrada que contemple dimensões organizacionais, culturais e sociais (Sackey; Tuuli; Dainty, 2014). Nesse sentido, práticas como reengenharia de processos, adoção de modelos colaborativos e mudanças na estrutura organizacional são fundamentais para consolidar o BIM no ambiente institucional (Manziona *et al.*, 2011).

Estudos recentes reforçam esses achados. Abbasnejad *et al.* (2021) apontam que treinamento sistemático, suporte gerencial, padronização e políticas públicas de incentivo figuram entre os fatores críticos de sucesso. Sob a ótica estratégica, Froese (2010) e Ahuja *et*

al. (2020) enfatizam que a integração plena do BIM aos processos construtivos depende da convergência entre transformações tecnológicas e mudanças culturais, ancoradas em diretrizes normativas claras e mecanismos institucionais de governança.

Em síntese, a implementação do BIM demanda a sinergia entre tecnologia, pessoas e processos, constituindo um desafio que vai além da adoção de ferramentas digitais. Esse cenário reforça a necessidade de diretrizes adaptadas à realidade das instituições públicas brasileiras, foco central desta pesquisa e fundamento para a proposta do Protocolo de Implementação do BIM desenvolvido neste estudo.

3.2.1 Implementação do BIM no setor público

A adoção do BIM em projetos públicos tem sido impulsionada por políticas governamentais e exigências normativas, como evidenciado em experiências internacionais. Cheng e Lu (2015) identificam seis papéis fundamentais do setor público para fomentar a implementação do BIM: iniciador, regulador, educador, financiador, demonstrador e pesquisador. Países como Estados Unidos, Reino Unido, Finlândia e Singapura assumiram esses papéis por meio de mandatos nacionais, guias de referência e padrões técnicos, resultando em maior integração do BIM em seus setores de infraestrutura (Wong; Wong; Nadeem, 2010; Zhou; Yang; Yang, 2019).

No Brasil, a trajetória de implementação iniciou-se na primeira década dos anos 2000, com experiências pontuais em empresas estatais e órgãos governamentais. A partir da segunda década, observa-se uma evolução significativa, apoiada por estratégias nacionais, como a Estratégia BIM BR (Brasil, 2018), regulamentada pelos Decretos nº 9.983/2019 e nº 10.306/2020, que estabelecem etapas para adoção obrigatória do BIM em obras públicas. Essas iniciativas, embora relevantes, ainda enfrentam desafios relacionados à capacitação, padronização e integração entre os diferentes níveis da administração pública.

O Quadro 4 apresenta um resumo das primeiras iniciativas nacionais no setor público, destacando órgãos, períodos e natureza das ações.

Quadro 4 – Principais iniciativas de adoção do BIM no setor público brasileiro

ANO	ÓRGÃO	CONTRIBUIÇÃO	FONTE
2006	Exército (DOM e DEC)	Desenvolvimento do Sistema OPUS para gestão do ciclo de vida de ativos, incluindo recursos BIM.	Kassem; Amorim (2015)
2010	CDURP	Primeira licitação com menção ao BIM.	Kassem; Amorim (2015)
2010 e 2011	MDIC e ABDI	Contratação do desenvolvimento inicial da biblioteca BIM, Programa Minha Casa Minha Vida.	(Kassem; Amorim (2015)
2011	PETROBRAS	Licitação pública para elaboração de projeto executivo em BIM da unidade operacional da bacia de Santos.	BIM (2011)
2011	INPI	Concorrência: elaboração de projeto básico e executivo para reconstrução da Estação Santa Terezinha, na linha 8 (Diamante) da CPTM.	CPTM (2013)
2012	DAE-COGIC-FIOCRUZ	Desenvolvimento de três Projetos em BIM: Reforma da Edícula e da Guarita do Palácio Itaboraí.	Pereira; Correia (2019)
2014	ANAC	Licitação que exigiu a utilização do BIM em aproximadamente 270 aeroportos.	Kassem; Amorim (2015)
2014	GOVERNO DE SANTA CATARINA	Licitação de projeto executivo em BIM para o Instituto de Cardiologia.	Governo de Santa Catarina (2014)
2014 – 2017	GOVERNO DE SANTA CATARINA	Projetos em BIM de 50 obras do CRAS em todo o estado de Santa Catarina.	Stradiotto (2018)
2015	PMRJ	Museu do Amanhã: a tecnologia BIM foi adotada.	Salgado; Cunha; Duarte (2015)
2015	PMRJ	ECO Sapucaí: foi utilizada a tecnologia em BIM no acompanhamento evolutivo da estrutura de concreto.	Salgado; Cunha; Duarte (2015)
2018	CBTU	Licitação de projetos em BIM para obras ferroviárias.	Neri <i>et al.</i> (2022)
2019	MARINHA DO BRASIL	Projeto para a construção do Centro de Intendência da Marinha, em Niterói.	Lacerda (2020)
Legenda: DOM - Diretoria de Obra Militar ; DEC - Departamento de Engenharia e Construção do Exército; CBTU -Companhia Brasileira de Trens Urbanos ; MDIC- Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviço; ABDI – ABDI - Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial; INPI – Instituto Nacional de Propriedade Industrial; DAE- Departamento de Arquitetura e Engenharia; COGIC- Companhia Brasileira de Trens Urbanos (CBTU), em Recife; FIOCRUZ - Fundação Oswaldo Cruz; ANAC - Agência Nacional da Aviação Civil; PMRJ - Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro; CBTU - Companhia Brasileira de Trens Urbanos.			

Fonte: Elaborada pela autora (2023), adaptado de Stradiotto (2018).

As iniciativas nacionais concentram-se em projetos-piloto e órgãos estratégicos, com foco inicial em grandes empreendimentos. Esse cenário evidencia a necessidade de propostas de protocolos específicos para instituições públicas de ensino, que contemplem recursos limitados, planejamento gradual e capacitação interna, objetivos centrais do protocolo proposto neste trabalho.

3.3 DIRETRIZES POLÍTICAS NACIONAIS

As políticas públicas brasileiras têm desempenhado papel fundamental na disseminação do BIM, estabelecendo um marco regulatório para sua adoção no setor público. Essas diretrizes

visam fomentar a digitalização da construção civil, ampliar a eficiência nos investimentos e promover a transparência nos contratos governamentais.

3.3.1 Normas Técnicas e Padronização

No contexto nacional, destaca-se a ABNT NBR 15965, que estabelece critérios para a classificação e estruturação das informações da construção. Essa norma é composta por sete partes:

- Parte 1 – Terminologia: define conceitos e termos fundamentais para padronização da linguagem.
- Parte 2 – Estrutura da Informação: descreve princípios para organização e integração de dados.
- Parte 3 – Processos e Requisitos: orienta procedimentos para gestão da informação ao longo do ciclo de vida do projeto.
- Parte 4 – Especificação de Objetos: define parâmetros para representação de elementos construtivos.
- Parte 5 – Regras de Medição: apresenta critérios para quantificação de elementos.
- Parte 6 – Estrutura de Tabelas: orienta formatação e codificação de dados em tabelas.
- Parte 7 – Aplicações em Projetos: especifica diretrizes práticas para aplicação do sistema.

A série ISO 19650, desenvolvida pela *International Organization for Standardization* (ISO), constitui o principal referencial internacional para a gestão da informação em ambientes BIM. No Brasil, suas diretrizes foram traduzidas e adaptadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), resultando nas normas ABNT NBR ISO 19650-1 e ABNT NBR ISO 19650-2 (2022). Essas versões nacionais mantêm a equivalência técnica com as originais, assegurando coerência conceitual e terminológica, mas contemplam particularidades do contexto normativo brasileiro. O Quadro 5 sintetiza as principais correspondências entre a ISO 19650 e suas versões nacionais, destacando convergências de objetivos, estrutura e aplicação.

Quadro 5 – Resumo Normativo: ISO 19650 e ABNT NBR 19650

ISO 19650	ABNT NBR 19650
• Origem: <i>International Organization for Standardization</i> (ISO); • Objetivo: Padronizar a gestão e a digitalização das informações ao longo do ciclo de vida dos ativos; • Ênfase: Interoperabilidade, transparência e processos colaborativos; • Estrutura: Série de normas internacionais aplicáveis a ambientes BIM.	• Baseada na série ISO 19650; • Partes principais: 19650-1 (Conceitos e princípios), 19650-2 (Fase de entrega); • Objetivo: Adaptar diretrizes internacionais ao contexto normativo brasileiro; • Aplicação: Gestão da informação em processos colaborativos BIM.

Fonte: Elaborado pela autora (2025), adaptado de ISO (2018) e ABNT (2022).

Pesquisas recentes reforçam a relevância dessa série normativa no contexto internacional. Abanda *et al.* (2025) demonstram que a aplicação prática da ISO 19650, por meio da modelagem de processos, aprimora a comunicação entre as partes e a rastreabilidade das informações durante todo o ciclo de vida do ativo. De forma complementar, Akbas *et al.* (2025) propõem a integração entre o *Level of Information Need (LoIN)* e a *Information Delivery Specification (IDS)*, aprimorando a definição e o controle dos requisitos de informação previstos pela NBR ISO 19650. Essa perspectiva reforça o papel da norma como base para o desenvolvimento de proposta de protocolo de implementação em instituições públicas de ensino, como os Institutos Federais.

3.3.2 Marcos Regulatórios

A implementação do BIM no Brasil evoluiu significativamente a partir de instrumentos normativos específicos:

- Decreto nº 9.377/2018 – Instituiu a Estratégia Nacional de Disseminação do BIM (Estratégia BIM BR), com metas para adoção gradual em obras públicas.
- Decreto nº 9.983/2019 – Estabeleceu a governança para coordenação da Estratégia BIM BR.
- Decreto nº 10.306/2020 – Regulamentou a utilização do BIM em licitações e contratos, definindo fases de obrigatoriedade.
- Lei nº 14.133/2021 (Nova Lei de Licitações) – Reforçou a integração de tecnologias digitais no processo de planejamento e contratação de obras públicas.
- Decreto nº 11.888/2024 – Atualizou dispositivos para ampliar a adoção do BIM no setor público federal.

Esses marcos indicam um avanço regulatório importante, mas sua efetividade depende da estruturação de processos internos e da capacitação das equipes, especialmente em órgãos descentralizados, como os Institutos Federais.

3.3.3 Iniciativas Complementares

Além dos instrumentos legais, foram desenvolvidos guias e manuais para apoiar a adoção do BIM, como os Cadernos BIM elaborados pelos governos de Santa Catarina e Paraná, além de orientações técnicas publicadas pela CBIC e pelo BIM Fórum Brasil. Esses documentos buscam padronizar práticas e disseminar conhecimento, porém permanecem generalistas, sem diretrizes específicas para instituições de ensino.

3.3.4 Indicadores da Estratégia BIM BR

A Estratégia BIM BR estabelece metas e indicadores para monitorar a adoção do BIM no país. O Quadro 6 apresenta os principais parâmetros.

Quadro 6 – Indicadores da Estratégia BIM BR

METAS	INDICADORES
Disseminar a metodologia BIM.	Percentual de órgãos que utilizam BIM nos processos de projeto, execução e gestão de obras.
Capacitar profissionais.	Números de profissionais e servidores capacitados em BIM.
Implementar o BIM em obras públicas.	Quantidade de editais que exigem o uso do BIM.
Desenvolver normativos e padrões.	Número de normas publicadas ou revisadas para o BIM.
Garantir interoperabilidade	Percentual de projetos que utilizam formatos abertos (openBIM).

Fonte: Elaborado pela autora (2025), adaptado de BRASIL. Estratégia Nacional de Disseminação do BIM – Estratégia BIM BR. Brasília: Governo Federal, 2018.

Apesar dos avanços normativos e estratégicos, a aplicação prática do BIM no setor público brasileiro ainda enfrenta obstáculos significativos, como ausência de equipes capacitadas, carência de infraestrutura tecnológica e falta de protocolos adaptados a realidades institucionais diversas. Nos Institutos Federais, esses desafios são mais evidentes, uma vez que as políticas nacionais não detalham mecanismos de implementação para instituições de ensino. Essa lacuna reforça a relevância da Proposta de um Protocolo de Implementação do BIM apresentada nesta pesquisa, alinhado aos referenciais normativos, mas adequado à capacidade organizacional dos IFs.

3.4 DESAFIOS E BENEFÍCIOS DA IMPLEMENTAÇÃO DO BIM

A adoção do *Building Information Modeling* (BIM) no setor da construção é reconhecida por sua capacidade de transformar processos, promover integração e gerar ganhos de eficiência ao longo do ciclo de vida das edificações. No entanto, sua implementação envolve desafios significativos, especialmente em instituições públicas, onde restrições orçamentárias e estruturais são mais acentuadas.

3.4.1 Fatores Limitantes e Barreiras

Diversos estudos evidenciam que a implementação do *Building Information Modeling* (BIM) é influenciada por barreiras de natureza técnica, organizacional e cultural, que comprometem a adoção eficaz da metodologia (Gu; London, 2010; Viana; Carvalho, 2021). A literatura destaca que esses desafios são comuns tanto em órgãos públicos quanto em empresas privadas, refletindo a complexidade do processo de transformação digital no setor da construção civil (Sacky; Tuuli; Dainty, 2014; Abbasnejad *et al.*, 2021). Entre as barreiras mais recorrentes, identificam-se:

- Custos iniciais elevados para aquisição de *softwares*, *hardwares* e atualização da infraestrutura tecnológica (Gu; London, 2010);
- Falta de capacitação técnica das equipes, exigindo programas contínuos de treinamento (Viana; Carvalho, 2021; Abbasnejad *et al.*, 2021);
- Resistência cultural à mudança, dificultando a adoção de novos fluxos colaborativos (Sacky; Tuuli; Dainty, 2014);
- Carência de normas detalhadas e protocolos internos, o que resulta em práticas não padronizadas (BRASIL, 2018);
- Interoperabilidade limitada entre plataformas, ocasionando retrabalho e perda de dados (Froese, 2010).

Essas barreiras estão associadas a consequências diretas, como atrasos na implantação, aumento de custos e descontinuidade de projetos. Para mitigá-las, a literatura recomenda estratégias como planejamento gradual, programas estruturados de capacitação, uso de normativas internacionais e integração entre agentes (Gu; London, 2010; Viana; Carvalho, 2021; Abbasnejad *et al.*, 2021).

Uma revisão abrangente de Kaur (2025) confirma que, embora os benefícios do BIM, como redução de custos, transparência e interoperabilidade, sejam amplamente reconhecidos,

as barreiras persistem principalmente nos aspectos culturais, gerenciais e de capacitação técnica. A autora destaca que estratégias de capacitação continuada e padronização normativa são determinantes para que instituições públicas consigam alcançar níveis sustentáveis de maturidade BIM. Essa evidência recente reforça as recomendações apontadas neste estudo quanto à necessidade de uma proposta de protocolos adaptados à realidade dos Institutos Federais.

O Quadro 7 apresenta uma síntese dessas barreiras, suas consequências e as principais estratégias sugeridas pela literatura especializada.

Quadro 7 – Aspectos críticos que influenciam a implementação do BIM

Aspectos Críticos que Influenciam a Implementação do BIM	Consequências	Estratégias Sugeridas	Autores
Liderança e incentivo governamental	Papel fundamental do governo na liderança da implementação, estimulando o uso do BIM.	- Promover e incentivar a adoção pelo setor; - Estabelecer metas, objetivos estratégicos e marcos.	Cheng; Lu (2015); Zhou; Yang; Yang (2019); Brito (2019); Ahuja <i>et al.</i> (2020); Muthusamy; Chew (2020); Olanrewaju <i>et al.</i> (2020); Liao; Lin; Low (2020); Lembaga; Nurdiah (2025).
Padrões ineficazes de adoção	Falta de padrões gera erros, inconsistência, desalinhamento, desperdício de recursos e atrasos no desenvolvimento de projetos e trocas de informações.	- Estudar guias e protocolos existentes; - Propor protocolos de compartilhamento de informações; - Desenvolver plano de adoção.	Stanley; Thurnell; Zealand (2013); Brito (2019); Liao; Lin; Low (2020); Wu <i>et al.</i> (2021); Viana; Carvalho (2021); Hyarat; Al Kuisi (2022).
Falta de suporte da alta administração	Comprometimento da adoção do BIM, dificuldade de alocação de recursos, baixa priorização institucional e enfraquecimento das ações de planejamento e capacitação	- Incluir BIM nos objetivos estratégicos da organização; - Vincular adoção a metas de sustentabilidade, - inovação e eficiência.	Chien; Wu; Huang (2014); Charef <i>et al.</i> (2019); Brito (2019); Ahuja <i>et al.</i> (2020); Sinoh; Othman; Ibrahim (2020); Muthusamy; Chew (2020); Wu <i>et al.</i> (2021); Hyarat; Al Kuisi (2022).
Resistência à mudança	Mudanças significativas nos processos e cultura organizacional podem gerar resistência.	- Designar equipe, funções e responsabilidades (incluindo gerente BIM); - Contratar consultores especializados.	Eadie <i>et al.</i> (2013); Zhou; Yang; Yang (2019); Charef <i>et al.</i> (2019); Elagiry <i>et al.</i> (2019); Olanrewaju <i>et al.</i> (2020); Ahuja <i>et al.</i> (2020); Othman (2021); Wu <i>et al.</i> (2021); Abbasnejad <i>et al.</i> (2021); Leśniak; Górka; Skrzypczak (2021); Hyarat; Al Kuisi (2022); Mishra; Hasan; Jha (2024); Lembaga; Nurdiah (2025).

Continua na próxima página.

Aspectos Críticos que Influenciam a Implementação do BIM	Consequências	Estratégias Sugeridas	Autores
Falta de conhecimento e capacitação	Deficiências conceituais e operacionais prejudicam a aplicação prática do BIM, limitam a colaboração entre equipes e reduzem os benefícios da metodologia..	• Desenvolver programas estruturados de capacitação contínua, abrangendo fundamentos conceituais e uso das ferramentas BIM; • Oferecer treinamentos práticos alinhados às funções da equipe; • Disponibilizar materiais de apoio e protocolos para nivelamento conceitual; • Monitorar competências e ajustar os programas formativos conforme as necessidades.	Eadie <i>et al.</i> (2013); Chien; Wu; Huang (2014); Coelho (2017); Charef <i>et al.</i> (2019); Elagiry <i>et al.</i> (2019); Liu <i>et al.</i> (2019); Zhou; Yang; Yang (2019); Ahuja <i>et al.</i> (2020); Olanrewaju <i>et al.</i> (2020); Viana; Carvalho (2021); Wu <i>et al.</i> (2021); Arrotéia; Freitas; Melhado (2021); Othman (2021); Marzouk; Elsaay; Othman (2021); Leśniak; Górka; Skrzypczak (2021); Mishra; Hasan; Jha (2024); Lembagan; Nurdiah (2025).
Falta de colaboração entre partes interessadas	A colaboração insuficiente entre equipes prejudica comunicação, compartilhamento de informações e coordenação, resultando em retrabalhos, atrasos e redução da qualidade das entregas.	• Definir protocolos de comunicação e responsabilidades claras; • Estabelecer ambiente comum de dados (CDE) para padronizar o compartilhamento de informações; • Realizar reuniões periódicas de coordenação e revisão integrada; • Oferecer capacitação para reforçar práticas colaborativas e interoperabilidade.	Eadie <i>et al.</i> (2013); Stanley; Thurnell; Zealand (2013); Brito (2019); Charef <i>et al.</i> (2019); Elagiry <i>et al.</i> (2019); Liu <i>et al.</i> (2019); Sinoh; Othman; Ibrahim (2020); Liao <i>et al.</i> (2020); Wu <i>et al.</i> (2021); Lenisk <i>et al.</i> (2021); Arrotéia; Freitas; Melhado (2021).
Falta de Cultura organizacional e cultura BIM	A ausência de uma cultura organizacional que valorize inovação, colaboração e processos digitais dificulta a adoção do BIM, reduz o engajamento das equipes e gera resistência interna.	• Definir visão, valores e objetivos alinhados ao BIM; • Promover ações de sensibilização e comunicação interna para fortalecer a cultura digital e colaborativa; • Oferecer capacitação contínua, incentivos e recursos que estimulem a internalização da cultura BIM.	Stanley; Thurnell; Zealand (2013); Eadie <i>et al.</i> (2013); Coelho (2017); Zhou; Yang; Yang (2019); Brito (2019); Muthusamy; Chew (2020); Ahuja <i>et al.</i> (2020); Arrotéia; Freitas; Melhado (2021); Viana; Carvalho (2021); Wu <i>et al.</i> (2021); Hyarat; Al Kuisi (2022).

Continua na próxima página.

Aspectos Críticos que Influenciam a Implementação do BIM	Consequências	Estratégias Sugeridas	Autores
Falta de Interoperabilidade	Prejudica a troca segura de dados.	• Criar protocolos de compartilhamento; • Categorizar <i>softwares</i> conforme usos.	Arayici; Egbu; Coates (2012); Stanley; Thurnell; Zealand (2013); Eadie <i>et al.</i> (2013); Chien; Wu; Huang (2014); Liu <i>et al.</i> (2019); Charef <i>et al.</i> (2019); Brito (2019); Muthusamy; Chew (2020); Olanrewaju <i>et al.</i> (2020); Ahuja <i>et al.</i> (2020); Elsaay; Othman (2021); Viana; Carvalho (2021); Wu <i>et al.</i> (2021); Hyarat; Al Kuisi (2022).
Alto custo	Dificulta a adoção inicial do BIM, especialmente em organizações com restrições orçamentárias.	• Implementar gradualmente; • Iniciar com piloto; • Usar <i>softwares</i> gratuitos ou <i>open source</i>.	Stanley; Thurnell; Zealand (2013); Eadie <i>et al.</i> (2013); Zhou; Yang; Yang (2019); Chien; Wu; Huang (2014); Charef <i>et al.</i> (2019); Ahuja <i>et al.</i> (2020); Olanrewaju <i>et al.</i> (2020); Leśniak; Górka; Skrzypczak (2021); Viana; Carvalho (2021); Arrotéia; Freitas; Melhado (2021); Hyarat; Al Kuisi (2022). Lembagan; Nurdiah (2025).
Indisponibilidade de recursos financeiros	Falta de investimentos para equipe, <i>softwares</i> e infraestrutura.	• Fazer projeções de investimento; • Acompanhar resultados; • Buscar apoio financeiro organizacional ou governamental.	Arayici; Egbu; Coates (2012); Stanley; Thurnell; Zealand (2013); Chien; Wu; Huang (2014); Coelho (2017); Eadie <i>et al.</i> (2013); Brito (2019); Muthusamy; Chew (2020); Ahuja <i>et al.</i> (2020); Wu <i>et al.</i> (2021); Leśniak; Górka; Skrzypczak (2021); Hyarat; Al Kuisi (2022); Lembagan; Nurdiah (2025).
Contratação do BIM apropriada	Requisitos contratuais e formas de entrega devem estar alinhados à estratégia.	• Estabelecer critérios de qualificação; • Definir método de entrega e cronogramas; • Elaborar BEP para contratações.	Brito (2019); Olanrewaju <i>et al.</i> (2020).

Fonte: Elaborado pela autora (2025), com base na revisão de escopo e documental.

3.4.2 Benefícios da Implementação do BIM

Apesar das barreiras identificadas, a literatura especializada evidencia benefícios significativos associados à adoção do *Building Information Modeling* (BIM), os quais abrangem aspectos técnicos, econômicos e gerenciais (Eastman *et al.*, 2018; Succar; Kassem, 2015; Abbasnejad *et al.*, 2021). Estudos demonstram que a metodologia, quando implementada

de forma adequada, contribui para elevar a qualidade do projeto, reduzir custos e otimizar prazos, configurando-se como uma ferramenta estratégica para a modernização do setor da construção (Froese, 2010; Araújo *et al.*, 2019).

Entre os benefícios mais recorrentes apontados pela literatura, destacam-se:

- Redução de custos e prazos mediante a detecção antecipada de interferências (*clash detection*) e a minimização de retrabalhos (Eastman *et al.*, 2018; Viana; Carvalho, 2021);
- Melhoria da qualidade do projeto, com modelos integrados e informações consistentes em todo o ciclo de vida do ativo (Succar; Kassem, 2015);
- Aumento da produtividade, decorrente da automação de processos, uso de bibliotecas paramétricas e integração entre disciplinas (Gu; London, 2010);
- Transparência e rastreabilidade em processos licitatórios e contratações, fortalecendo a governança pública e o controle social (BRASIL, 2018; Stradiotto, 2018);
- Sustentabilidade, viabilizada por simulações energéticas e planejamento eficiente do uso de recursos (Cheng; Lu, 2015).

Pesquisa conduzida por Stradiotto (2018) evidencia ganhos expressivos: até 30% de melhoria na compatibilização de projetos e 20% de redução nos custos indiretos em comparação aos métodos convencionais. Esses achados convergem com estudos internacionais, reforçando que os investimentos iniciais tendem a ser compensados por ganhos de eficiência, redução de desperdícios e maior previsibilidade nos processos construtivos (Eastman *et al.*, 2018; Araújo *et al.*, 2019).

Observa-se, portanto, um paradoxo: embora os benefícios do BIM sejam amplamente reconhecidos, sua materialização depende da superação das barreiras técnicas e organizacionais previamente discutidas. A gestão desse desafio exige estratégias integradas, baseadas em capacitação continuada, padronização normativa e planejamento gradual de implantação (Gu; London, 2010; Abbasnejad *et al.*, 2021). Nesse contexto, torna-se indispensável a criação de instrumentos normativos e operacionais que orientem a implementação do BIM, tema abordado na seção seguinte.

3.5 GUIAS, MANUAIS E PROTOCOLOS BIM

Os guias, manuais e protocolos do BIM desempenham papel fundamental na adoção bem-sucedida dessa metodologia, pois fornecem diretrizes, padrões e melhores práticas para orientar profissionais no uso do BIM em projetos e no ciclo de vida das edificações.

Um Guia BIM é definido como uma coleção estruturada de práticas e instruções para implementação do BIM em projetos, fornecendo orientações específicas para atender requisitos, muitas vezes vinculados a políticas ou diretrizes governamentais (Eastman *et al.*, 2008). Embora existam diferentes terminologias, manual, *handbook*, protocolo, *guidelines*, requisitos, especificações, normalmente referem-se ao mesmo tipo de material, cujo objetivo é padronizar processos, fluxos e entregáveis.

Os protocolos possuem caráter mais operacional, auxiliando na elaboração do Plano de Execução BIM (PEB) e na orientação da implementação em nível de projeto detalhado. Geralmente incluem definições de papéis e responsabilidades, fluxos de trabalho, controle de processos e são apoiados por fluxogramas que consideram aspectos de tecnologia, políticas e processos (Sacks; Gurevich; Shrestha, 2016).

Apesar da ampla disponibilidade de guias e padrões, estudos apontam que a falta de coordenação e padronização clara das funções pode gerar ambiguidades e comprometer a eficácia, mesmo quando se acredita estar seguindo as melhores práticas (Davies; Wilkinson; McMeel, 2017). Revisões abrangentes, como a de Kassem, Succar e Dawood (2015), destacam a diversidade de mandatos e protocolos adotados em países como Austrália, Noruega, Reino Unido e Estados Unidos, propondo taxonomias para reduzir lacunas conceituais. Da mesma forma, análises recentes reforçam a importância de documentos de referência para sistematizar a implementação e minimizar incertezas (Sacks; Gurevich; Shrestha, 2016).

Neste trabalho, foram identificados e analisados guias, manuais e protocolos nacionais e internacionais, com seus respectivos objetivos e principais diretrizes. A descrição detalhada desses documentos encontra-se no Apêndice E, enquanto nesta seção é apresentada uma síntese crítica e comparativa entre as principais referências, bem como sua conexão com a proposta de protocolo desenvolvida neste trabalho.

3.5.1 Síntese Crítica

A análise comparativa entre guias internacionais, como a série ISO 19650 (adaptada no Brasil como ABNT NBR 19650:2022), a PAS 1192 (especificação britânica precursora da ISO 19650) e o BIM *Handbook*, e documentos nacionais, como os Cadernos da Estratégia BIM BR, guias da CBIC, manuais da ABDI/MDIC e diretrizes estaduais, evidenciou pontos de convergência e lacunas significativas (Succar; Kassem, 2015; Gu; London, 2010). Entre as convergências, destacam-se:

- Obrigatoriedade ou recomendação expressa do Plano de Execução BIM (PEB), elemento considerado fundamental para organização dos processos;
- Definição clara de papéis e responsabilidades, com uso de matriz RACI nos guias internacionais;
- Diretrizes para interoperabilidade, com ênfase em padrões abertos (*openBIM*) para garantir compatibilidade entre diferentes plataformas.

Contudo, nos guias nacionais, persistem lacunas relevantes:

- Ausência de adaptação às especificidades das instituições públicas de ensino, que possuem estruturas organizacionais e recursos distintos das grandes construtoras privadas;
- Predominância de modelos voltados a grandes empreendimentos, sem detalhamento para projetos de menor porte ou para edificações educacionais;
- Baixa maturidade normativa e carência de padronização formal, especialmente no que se refere à definição de responsabilidades, interoperabilidade e critérios para contratação;
- Restrição na abordagem de governança, limitada à gestão básica de arquivos, sem detalhamento sobre fluxos avançados de dados e processos colaborativos.

O Quadro 8 sintetiza essa comparação, evidenciando cinco elementos críticos para a implementação do BIM: Plano de Execução, Papéis e Responsabilidades, Interoperabilidade, Contratação e Governança.

Quadro 8 – Comparação entre guias e protocolos BIM

Elementos	Guias Internacionais	Guias Nacionais
Plano de Execução BIM (PEB)	Obrigatório (ISO 19650, PAS 1192).	Presente (Cadernos BIM, CBIC).
Papéis e Responsabilidades	Detalhados, com matriz <i>Responsible, Accountable, Consulted e Informed</i> (RACI).	Listados sem padronização formal.
Interoperabilidade	Ênfase em IFC e openBIM.	Recomendação sem exigência formal.
Contratação BIM	Diretrizes claras (Reino Unido, EUA).	Indicações gerais, ausência de padrão unificado.
Governança e Fluxos	Modelos avançados de CDE.	Abordagem restrita a armazenamento básico.

Fonte: Elaborado pela autora (2025), com base na revisão documental.

- Plano de Execução BIM: Normas internacionais exigem PEB obrigatório e detalhado; no Brasil, o PEB aparece de forma genérica, sem requisitos mínimos.

- Papéis e Responsabilidades: Guias estrangeiros definem funções com matriz RACI; nacionais não possuem padrão formal, dificultando governança.
- Interoperabilidade: Internacionais priorizam padrões abertos (IFC); nacionais apresentam apenas recomendações.
- Contratação: Estrangeiros trazem diretrizes vinculadas a editais; nacionais carecem de modelo normativo.
- Governança: Internacionalmente, há CDE estruturado; no Brasil, práticas restritas ao armazenamento básico, sem integração plena.

Essas diferenças reforçam a necessidade de instrumentos normativos e protocolos adaptados, capazes de traduzir boas práticas internacionais para a realidade institucional brasileira.

A ISO 19650 e guias internacionais recomendam a definição clara de papéis e responsabilidades, muitas vezes por meio de matrizes como a RACI (*Responsible, Accountable, Consulted, Informed*). Essa matriz é amplamente utilizada para garantir transparência na governança de processos BIM e a integração entre equipes multidisciplinares.

- R (*Responsible*): Responsável direto pela execução da atividade.
- A (*Accountable*): Autoridade final, que aprova e responde pelo resultado.
- C (*Consulted*): Deve ser consultado antes ou durante a execução.
- I (*Informed*): Deve ser informado sobre o andamento ou a conclusão da tarefa.

O Quadro 9, apresenta um exemplo aplicado ao contexto BIM.

Quadro 9 – Exemplo de Matriz RACI para Atividades BIM

Atividade / Entregável	Gestor BIM	Coordenador de Projetos	Arquiteto	TI	Contratante
Elaborar Plano de Execução BIM (PEB)	R	A	C	I	I
Definir modelos de informação	C	A	R	I	I
Garantir interoperabilidade (openBIM)	C	C	R	A	I
Aprovação final do PEB	I	A	C	I	R
Suporte técnico às plataformas	I	C	I	R	I

Fonte: Elaborado pela autora (2025), adaptado de ISO 19650 e PAS 1192.

3.5.2 Conexão com a Proposta de Protocolo

Os guias internacionais analisados apresentam padrões robustos de governança e gestão da informação, porém sua aplicação direta no contexto brasileiro enfrenta barreiras, especialmente nos Institutos Federais, devido a limitações de recursos e ausência de normativas internas consolidadas.

Por essa razão, este trabalho propõe uma Proposta de Protocolo de Implementação BIM adaptado, que incorpora as melhores práticas identificadas nesses guias, ajustando-as às condições e necessidades específicas das instituições públicas de ensino federais. Essa proposta de protocolo busca oferecer um modelo viável e escalável, capaz de alinhar exigências legais, boas práticas e restrições operacionais do setor público educacional.

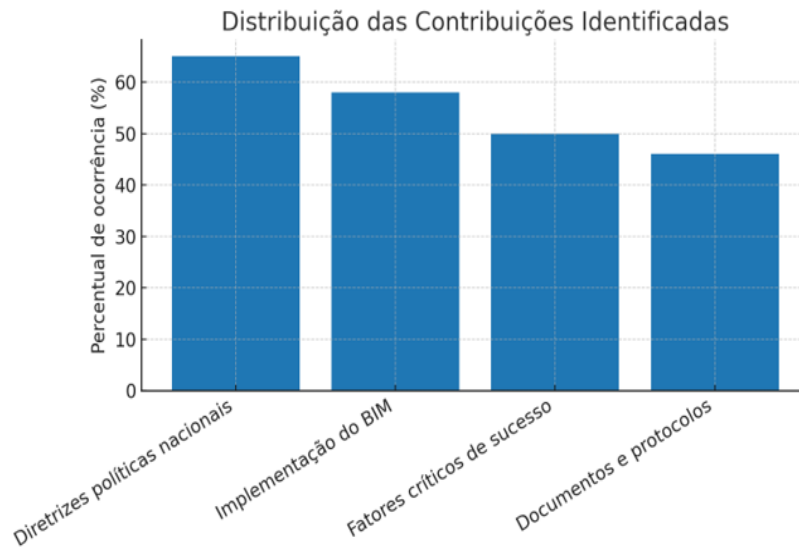
3.6 SÍNTESE INTEGRADA DOS RESULTADOS DA REVISÃO DE ESCOPO E DOCUMENTAL

A revisão de escopo e a análise documental realizadas neste estudo permitiram identificar padrões, recorrências e lacunas relacionadas à implementação do BIM no setor público, compondo um panorama abrangente das contribuições teóricas, normativas e operacionais disponíveis na literatura. Esta seção consolida esses achados, articulando-os em cinco dimensões principais: (i) distribuição das contribuições identificadas, (ii) diretrizes políticas e normativas, (iii) fatores críticos e barreiras, (iv) síntese de guias, manuais e protocolos, e (v) análise comparativa entre literatura e documentos técnicos. Essa integração fundamenta a formulação do protocolo proposto no Capítulo 6, alinhando melhores práticas ao contexto institucional dos Institutos Federais.

3.6.1 Distribuição das Contribuições Identificadas

A análise dos documentos selecionados revelou predominância de quatro eixos temáticos: diretrizes políticas nacionais, implementação do BIM, fatores críticos de sucesso e documentos/protocolos de referência (Figura 3). Esses resultados evidenciam que a evolução da metodologia BIM no país é fortemente influenciada por políticas públicas, ao mesmo tempo em que depende de processos organizacionais estruturados e de instrumentos técnicos de padronização.

Figura 3 - Distribuição das Contribuições Identificadas



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

A partir da Figura 3, observa-se que as diretrizes políticas nacionais constituem o tema mais recorrente, refletindo o papel central do marco regulatório na indução do BIM no setor público. Em seguida, destacam-se os estudos sobre processos de implementação, os fatores críticos de sucesso e os documentos técnicos que orientam práticas padronizadas. Essa distribuição reforça a necessidade de integrar normas, métodos e processos como base para um protocolo institucional consistente.

3.6.2 Diretrizes Políticas e Normativas Identificadas

A análise documental permitiu mapear os principais instrumentos legais que orientam a implementação do BIM no Brasil. Esses instrumentos estruturam diretrizes, metas e critérios obrigatórios que influenciam diretamente as instituições públicas, especialmente no que se refere à contratação, gestão da informação e modelagem de projetos. O Quadro 10 sintetiza os principais instrumentos normativos analisados, considerando sua relevância para a estruturação do protocolo proposto neste trabalho.

Quadro 10 - Síntese das Diretrizes Estratégicas Nacionais para Implementação do BIM

Ano	Diretriz/Norma	Objetivo Principal
2017	Decreto nº 9.377, de 17 de maio de 2018 (revogado em 2019).	Instituição da Estratégia Nacional BIM BR.
2018	Indicadores e metas da Estratégia BIM BR	Planejamento da adoção gradual do BIM no setor público.
2020	Decreto nº 10.306/2020	Uso obrigatório do BIM em obras públicas federais.
2021	Lei nº 14.133/2021 (Nova Lei de Licitações)	Inclusão do BIM nos critérios de contratação.
2024	Decreto nº 11.888/2024	Atualização e consolidação da Estratégia BIM BR.

Fonte: Elaborado pela Autora (2025).

3.6.3 Fatores Críticos e Barreiras na Implementação do BIM

A implementação do BIM no setor público é condicionada por uma série de fatores críticos que influenciam diretamente o desempenho institucional, a adoção da metodologia e a maturidade digital das organizações. A revisão de escopo identificou que as barreiras mais recorrentes estão associadas tanto a aspectos tecnológicos quanto a desafios organizacionais, culturais e financeiros, tornando o processo de transição para práticas digitais mais complexo e gradual.

Figura 4 - Aspectos críticos na implementação do BIM



Fonte: Elaborado pela Autora (2025).

Como demonstrado na Figura 4, os fatores mais frequentemente identificados incluem:

- falta de conhecimento técnico e capacitação insuficiente;

- interoperabilidade limitada entre plataformas;
- altos custos iniciais relacionados à aquisição de *hardware*, *software* e infraestrutura;
- indisponibilidade de recursos financeiros,
- resistência à mudança por parte de equipes e gestores.

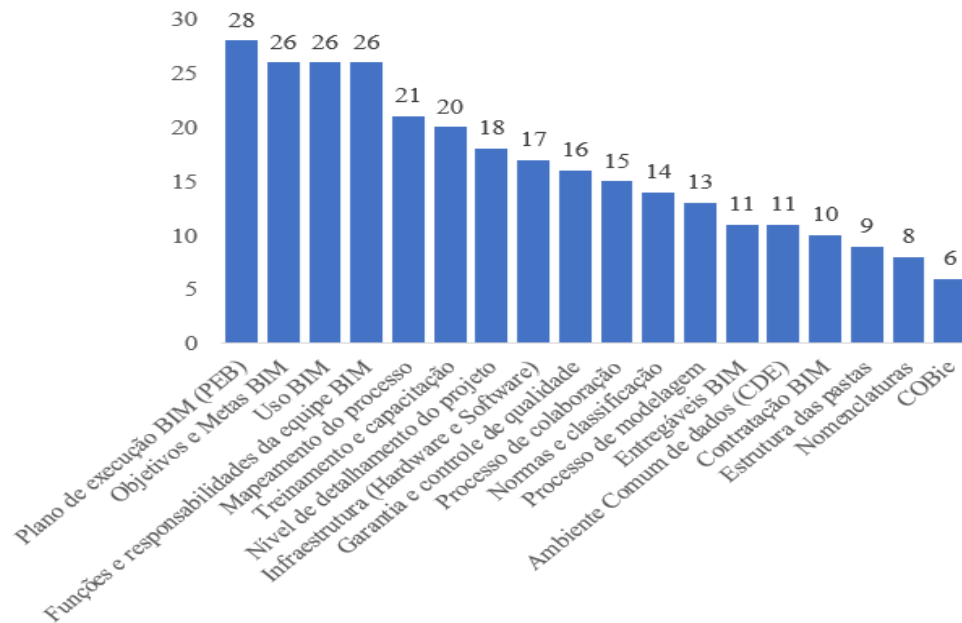
Esses resultados evidenciam que, embora o BIM apresente benefícios amplamente reconhecidos, como melhoria na qualidade dos projetos, redução de retrabalhos e maior precisão na gestão da informação, sua implementação exige mais do que investimentos tecnológicos. Ela requer ações estruturadas de gestão da mudança, fortalecimento da governança institucional, definição clara de papéis e responsabilidades, além de programas contínuos de formação e qualificação profissional.

No contexto dos Institutos Federais, essas barreiras tornam-se ainda mais significativas devido à estrutura multicampi, à heterogeneidade das equipes e às limitações orçamentárias, reforçando a necessidade de um protocolo institucional que considere essas particularidades.

3.6.4 Síntese de Guias, Manuais e Protocolos BIM

A análise de 28 guias, manuais e protocolos nacionais e internacionais identificou elementos recorrentes considerados essenciais para um processo de implementação consistente, incluindo: definição de objetivos e usos BIM, atribuição de funções e responsabilidades, mapeamento de processos, elaboração do PEB, colaboração interdisciplinar, requisitos de entregáveis, padronização de nomenclaturas, estrutura de pastas, integração com CDE e diretrizes para contratação.

Figura 5 -Frequência dos itens nos documentos BIM



Fonte: Elaborado pela Autora (2025).

Como apresentado na Figura 5, os elementos mais recorrentes incluem:

- Plano de Execução BIM (PEB),
- definição de objetivos e metas BIM,
- usos BIM pretendidos,
- funções e responsabilidades da equipe,
- requisitos de infraestrutura tecnológica (hardware e software),
- colaboração interdisciplinar e coordenação,
- processos de modelagem,
- definição de entregáveis BIM e níveis de detalhamento,
- padronização de nomenclaturas, estrutura de pastas e Ambiente Comum de Dados (CDE),
- diretrizes para contratação BIM.

Essas recorrências demonstram que, apesar das particularidades de cada documento, há um consenso quanto aos eixos estruturantes de uma implementação eficaz. Contudo, também foi identificado que poucos materiais oferecem orientações completas para padronização de fluxos internos, integração com CDEs ou mecanismos de controle de qualidade, lacunas especialmente relevantes para instituições multicampi como os Institutos Federais.

Os Quadros 11 e 12 a seguir sintetizam os itens identificados nos documentos analisados e apresentam suas respectivas descrições.

Quadro 11 - Descrição dos itens selecionados nos documentos BIM

Nº	Itens abordados	Descrição
1	Objetivos e Metas do BIM	Definição clara para alcançar os resultados BIM esperados.
2	Uso BIM	Conjunto de atividades para as quais se pretende implementar a metodologia BIM, relacionadas às fases de projeto, construção e operação do empreendimento (AsBEA, 2015)
3	Funções e responsabilidades da equipe BIM	Definições de papéis e responsabilidades para os trabalhos realizados.
4	Treinamento e Capacitação	Ações para tornar a equipe apta, qualificada e proficiente em tarefas e processos relacionados ao BIM.
5	Mapeamento do processo	Identificação e organização das informações e processos que serão realizados com o uso do BIM.
6	Plano de execução BIM (PEB)	Documento que define como serão realizados os aspectos de modelagem, troca de informações e formatação dos dados do projeto (AEC UK, 2015).
7	Nível de detalhamento do projeto	Grau de detalhamento do projeto BIM em cada fase.
8	Processo de Colaboração	Premissa de colaboração contínua e integrada entre todas as disciplinas no desenvolvimento do projeto (AsBEA, 2015).
9	Entregáveis BIM	Requisitos de informação a serem entregues no modelo, ou seja, o resultado esperado do processo BIM.
10	Garantia e controle de qualidade	Validação do conjunto de dados, detecção de interferências e verificação de modelos BIM para coordenação interdisciplinar (BCA, 2013).
11	Ambiente Comum de dados (CDE)	Fonte única de informações usada para coletar, gerenciar e compartilhar documentos relevantes do projeto em um processo gerenciado (Rail Baltica, 2018).
12	Estrutura das pastas	Organização padronizada das pastas para armazenar arquivos de projeto, evitando erros e otimizando a busca de informações.
13	Nomenclatura	Definição padronizada para nomeação de arquivos e documentos, baseada na série ISO 19650, que estabelece princípios de gerenciamento de informações.
14	Processo de Modelagem	Criação de um modelo digital de informações de construção (CIC, 2015).
15	Normas e Classificações	Conjunto de boas práticas e normas técnicas a serem seguidas durante o processo BIM.
16	COBie	Especificação para troca de informações, garantindo a captura e fornecimento de dados necessários ao longo do ciclo de vida da edificação (USC, 2012).
17	Determinar a infraestrutura (<i>hardware, software</i>)	Recursos tecnológicos para suportar o BIM, incluindo <i>softwares, hardwares</i> , redes e ambientes físicos de trabalho (PSU, 2013).
18	Contratação BIM	Diretrizes e metodologias para contratação baseada em BIM.

Fonte: Elaborado pela Autora (2025).

Quadro 12 - Itens selecionados nos documentos estudados

Nº	Documentos analisados	Aspectos abordados																
		Objetivos e Metas	Uso BIM	Funções e responsabilidade da equipe BIM	Treinamento e capacitação	Mapeamento do processo	Plano de execução BIM(PEB)	Nível de detalhamento do projeto	Processo de colaboração	Entregáveis BIM	Garantia e controle de qualidade	Ambiente Comum de dados (CDE)	Estruturas das pastas	Nomenclaturas	Processo de modelagem	Normas e classificações	COBie	Infraestrutura (Hardware e Software)
1	BIM Handbook (Eastman <i>et al.</i> , 2008)	✓	✓	✓	✓	✓			✓				✓					✓
2	Building Information Modeling (BIM) Guidelines V. 1.6 (USC, EUA, 2012)			✓			✓	✓		✓	✓			✓	✓		✓	
3	BIM Guidelines (DDC, 2012)		✓	✓		✓	✓			✓					✓			✓
4	BIM Planning Guide for Facility Owners (2013)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓					✓			✓
5	Singapore BIM Guide Version 2.0 (BCA, 2013)	✓		✓			✓		✓	✓		✓						✓
6	Guia AsBEA Boas Práticas em BIM (Fascículo 1, Brasil, 2013)	✓	✓		✓	✓		✓	✓				✓				✓	✓
7	BIM Standard & Guide (FIU, 2014)		✓	✓			✓		✓				✓		✓	✓		✓
8	Caderno de apresentação de projetos em BIM (SC, Brasil, 2014)	✓			✓	✓		✓		✓				✓	✓	✓		✓
9	Manual de implementação Piloto BIM (Autodesk, 2015)	✓	✓	✓	✓	✓			✓							✓		✓

Continua na próxima página.

Nº	Documentos analisados	Aspectos abordados																
		Objetivos e Metas BIM	Uso BIM	Funções e responsabilidade da equipe BIM	Treinamento e capacitação	Mapeamento do processo	Plano de execução BIM(PEB)	Nível de detalhamento do projeto	Processo de colaboração	Entregáveis BIM	Garantia e controle de qualidade	Ambiente Comum de dados (CDE)	Estruturas das pastas	Nomenclaturas	Processo de modelagem	Normas e classificações	COBie	Infraestrutura (Hardware e Software)
10	Guia AsBEA Boas Práticas em BIM (Fascículo II, Brasil, 2015)	✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓			✓	✓				✓
11	CIC Building Information Modelling Standards (One Phase), (CIC, 2015)		✓		✓		✓		✓			✓	✓	✓	✓		✓	✓
12	AEC (UK) BIM Technology Protocol (AEC- UK, 2015)	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓
13	BIM Guidelines for Design and Construction (AEC Infosystems, Inc. 2015)		✓	✓			✓		✓	✓	✓		✓	✓				✓
14	BIM Guide 07 - Building Elements (GSA, 2016)		✓	✓			✓	✓		✓								
15	Coletânea CBIC (Brasil, 2016)	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓		✓				✓	✓
16	National BIM Guide for Owners (NIBS, 2017)	✓					✓			✓	✓						✓	✓
17	Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC (Brasil, 2017)	✓	✓				✓	✓						✓				✓
18	BIM Manual (VA, 2017)	✓	✓	✓			✓		✓							✓	✓	✓

Continua na próxima página.

Nº	Documentos analisados	Aspectos abordados																
		Objetivos e Metas	Uso BIM	Funções e responsabilidade da equipe BIM	Treinamento e capacitação	Mapeamento do processo	Plano de execução BIM(PEB)	Nível de detalhamento do projeto	Processo de colaboração	Entregáveis BIM	Garantia e controle de qualidade	Ambiente Comum de dados (CDE)	Estruturas das pastas	Nomenclaturas	Processo de modelagem	Normas e classificações	COBie	Infraestrutura (Hardware e Software)
19	BIM Manual (Rail Baltica, 2018)			✓			✓			✓	✓	✓						
20	BIM Project Execution Planning (Messner <i>et al.</i> , 2019)	✓	✓	✓		✓	✓		✓			✓			✓			
21	BIM Handbook (NZIA, 2019)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓				✓		✓	✓	✓		
22	Caderno de Projetos e de Gestão em Edificações em BIM (Brasil, 2020a)		✓				✓	✓		✓	✓		✓				✓	
23	Caderno de Plano de Implantação & Implementação do BIM (MINFRA, 2022)	✓	✓	✓	✓													✓
24	Smithsonian Facilities BIM Guidelines (SF, 2021)	✓		✓			✓	✓	✓	✓			✓	✓				✓
25	NATSPEC National BIM Guide (NATSPEC, 2022)			✓			✓				✓	✓			✓	✓		
26	Guia de implantação e Implementação BIM (SC, Brasil, 2022)	✓	✓		✓	✓	✓			✓	✓				✓			✓
27	Guia prático BIM contratação e início da implantação (SINDUSCON-PR e AsBEA-PR, 2022)	✓	✓		✓	✓	✓				✓	✓						✓
28	Guia de Contratação BIM Volume 1 - Conceitos básicos e requisitos para contratação BIM (BIM Fórum Brasil, 2023)				✓	✓	✓			✓		✓					✓	✓

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

De modo geral, os resultados apontam que os guias e protocolos existentes fornecem uma base sólida para a adoção do BIM, mas ainda apresentam limitações quando considerados os desafios organizacionais e culturais característicos dos Institutos Federais (IFs). Assim, sua aplicação deve ser adaptada ao contexto institucional para garantir coerência, eficiência e sustentabilidade na implementação da metodologia.

3.6.5 Análise Comparativa entre Literatura e Documentos Técnicos

A comparação entre os resultados da revisão bibliográfica e da análise documental revelou convergências significativas, mas também lacunas relevantes que influenciam diretamente o processo de implementação do BIM no setor público. Enquanto a literatura enfatiza barreiras relacionadas à cultura organizacional, à resistência à mudança, à falta de conhecimento técnico e à limitação de recursos, os documentos técnicos e normativos tendem a concentrar-se em aspectos mais operacionais, como rotinas de modelagem, requisitos de entregáveis, interoperabilidade e padronização dos processos.

No que se refere às convergências, ambos os conjuntos de evidências destacam a importância do Plano de Execução BIM (PEB) como instrumento estruturante da implementação, bem como a necessidade de definição clara de papéis e responsabilidades, adoção de processos colaborativos, atenção aos níveis de detalhamento e garantia de controle de qualidade. Esses elementos aparecem tanto nas diretrizes de boas práticas quanto nos estudos acadêmicos, demonstrando consenso quanto à sua relevância para mitigar falhas de coordenação e promover maior eficiência.

Por outro lado, emergem discrepâncias importantes. A literatura aponta que o sucesso da implementação depende fortemente de fatores associados à gestão da mudança, governança institucional, capacitação das equipes, comunicação interna e engajamento da alta administração, temas pouco explorados nos guias e protocolos analisados. Esses documentos, embora robustos tecnicamente, apresentam foco predominantemente normativo e metodológico, oferecendo orientações detalhadas sobre modelagem e fluxos informacionais, mas dedicando atenção limitada às dimensões humanas e organizacionais.

Essa assimetria revela uma lacuna crítica: a adoção bem-sucedida do BIM exige uma abordagem integrada que considere simultaneamente tecnologia, processos e pessoas. Assim, a implementação no setor público educacional não deve restringir-se ao atendimento de requisitos técnicos, mas incluir estratégias institucionais que promovam maturidade digital, disseminação de conhecimento, fortalecimento da governança e gestão contínua da mudança.

3.6.6 Implicações para a Proposição do Protocolo de Implementação do BIM

Os resultados integrados da revisão apontam que a implementação do BIM nos Institutos Federais demanda um alinhamento entre diretrizes normativas, práticas organizacionais e capacidades institucionais. A análise revelou que, embora exista um arcabouço legal consistente orientando a adoção do BIM no setor público, sua aplicação ainda enfrenta limitações relacionadas à infraestrutura tecnológica, aos processos internos e à qualificação das equipes.

Nesse sentido, tornam-se essenciais ações voltadas à padronização de fluxos de trabalho, definição de responsabilidades, capacitação continuada, governança da informação e integração com ambientes de dados comuns (CDE). Além disso, os desafios mapeados, especialmente aqueles ligados à gestão da mudança, comunicação institucional e restrições orçamentárias, reforçam a necessidade de um protocolo capaz de orientar a implementação de forma gradual, contextualizada e sustentável.

Assim, as evidências apresentadas neste capítulo fundamentam o desenvolvimento da Proposta de Protocolo de Implementação do BIM exposto no Capítulo 6, concebido para adaptar as melhores práticas e diretrizes analisadas às particularidades do setor público. O protocolo integra dimensões tecnológicas, processuais e institucionais, visando apoiar o avanço da maturidade BIM nos Institutos Federais e assegurar que a adoção da metodologia ocorra de maneira eficiente, transparente e alinhada às exigências nacionais.

Com a consolidação dos principais referenciais teóricos, normativos e operacionais relacionados à implementação do BIM, o capítulo subsequente dedica-se à avaliação diagnóstica conduzida junto aos Institutos Federais. A aplicação de um questionário específico possibilita identificar práticas atuais, limitações e necessidades institucionais, complementando os resultados da revisão realizada.

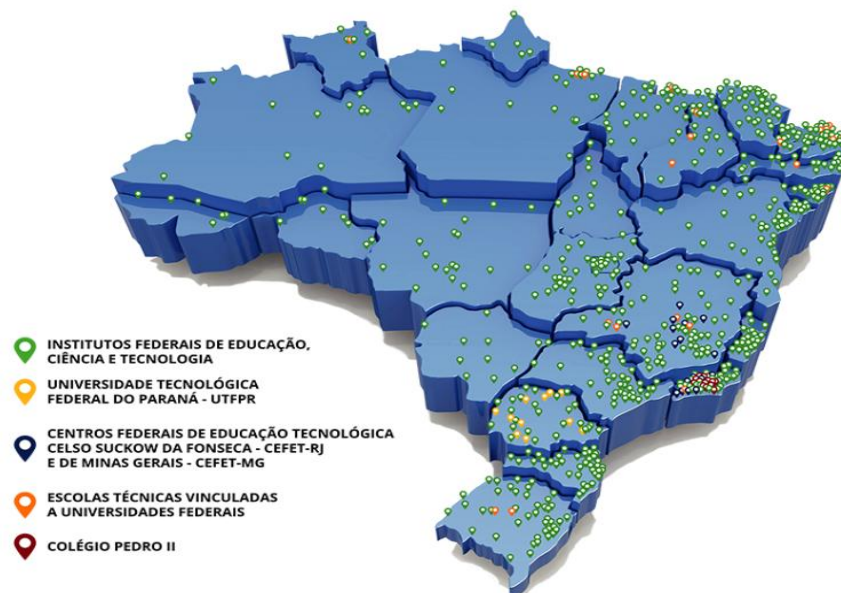
4 AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA ATRAVÉS DE QUESTIONÁRIO APLICADO AOS IFs

Este capítulo apresenta uma visão geral dos Institutos Federais (IFs), sua estrutura administrativa e organizacional, destacando os setores de engenharia e arquitetura, além dos resultados preliminares da avaliação diagnóstica, que busca classificar os níveis de maturidade BIM dessas instituições.

4.1 INSTITUTOS FEDERAIS

Os Institutos Federais são instituições pluricurriculares e multicampi (compostas por reitoria, campus, campus Avançado, polos de inovação e polos de educação a distância), especializadas na oferta de Educação Profissional e Tecnológica (EPT), abrangendo cursos técnicos, licenciaturas, bacharelados e programas de pós-graduação *stricto sensu*, distribuídos por todo o território nacional (Brasil, 2008). A Figura 6 ilustra a distribuição das instituições no território brasileiro.

Figura 6- Rede Federal de Educação com as localidades dos IFs no território nacional



Fonte: Brasil, 2024a.

Em 2024, a Rede Federal era composta por 685 unidades, vinculadas a 38 Institutos Federais, 2 Centros Federais de Educação Tecnológica (CEFETs), à Universidade Tecnológica

Federal do Paraná (UTFPR), 22 escolas técnicas vinculadas às Universidades Federais e ao Colégio Pedro II (Brasil, 2024a). Esse número permanece inalterado em 2025.

Esta pesquisa concentrou-se nos 38 Institutos Federais, aos quais foi aplicado um questionário para diagnosticar o nível de implementação do BIM, bem como analisar os processos de trabalho nas áreas de arquitetura e engenharia e a estrutura de gestão em cada instituição.

4.1.1 Estrutura Organizacional dos IFs

A administração dos IFs é exercida por Órgãos Colegiados Superiores, pela Reitoria, pelas Direções-Gerais dos Campi e por órgãos de assessoramento e controle, apoiados em estruturas administrativas próprias. A Reitoria é o órgão executivo central, responsável por coordenar e supervisionar as atividades institucionais, composta por um(a) Reitor(a) e cinco Pró-Reitorias.

Embora cada IF apresente particularidades, a estrutura administrativa geralmente inclui:

- Reitoria, com Pró-Reitorias;
- Campus e campus avançados;
- Polos de inovação e de EAD.

Os setores de engenharia costumam estar vinculados à Reitoria e, em muitos casos, subordinados à Pró-Reitoria de Administração. Tomando como exemplo o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro (IFTM), a gestão técnica é realizada por uma Coordenação de Engenharia, Arquitetura e Infraestrutura (CEAI), composta por servidores das áreas de arquitetura, engenharia civil, engenharia elétrica, engenharia de segurança do trabalho e técnicos de segurança do trabalho. Esse setor é responsável por orientar e definir procedimentos técnicos, conforme o Regimento Geral da instituição.

Nos campi, a área de engenharia pode contar com servidores próprios ou depender do suporte da CEAi, quando não houver profissionais especializados. Mesmo sem vínculo hierárquico direto, os setores locais devem seguir as orientações técnicas da Reitoria, conforme normativos internos, como a Instrução Normativa IFTM nº 73/2022.

Diante das diferenças estruturais entre os institutos, o Quadro 13 sintetiza a organização dos setores de engenharia e arquitetura das 38 Reitorias, indicando também o número de campi vinculados.

Quadro 13 - Gestão das infraestruturas dos setores de engenharia e arquitetura da Reitoria dos 38 IFs

Nº	INSTITUTOS FEDERAIS	Nº DE CAMPI	ORGANOGRAMA	Fonte
1	IFAL	16	<pre> graph TD Reitoria[Reitoria] --> PRODIN[Pró-Reitoria de Desenvolvimento Institucional (PRODIN)] PRODIN --> Diretoria[Diretoria de Infraestrutura e Expansão] Diretoria --> DeptGer[Departamento de Gerenciamento de Obras] Diretoria --> DeptObras[Departamento de Obras e Fiscalização] DeptGer --> CoordProj[Coordenação de Projetos] DeptGer --> CoordOrç[Coordenação de Orçamento de Projetos] DeptObras --> CoordFisc[Coordenação de Fiscalização] DeptObras --> CoordTéc[Coordenação Técnica de Contratos e Obras] </pre>	(IFAL, 2024)
2	IFBA	25	<pre> graph TD Reitoria[Reitoria] --> PRODIN[Pró-Reitoria de Desenvolvimento Institucional (PRODIN)] PRODIN --> Diretoria[Diretoria de Infraestrutura] Diretoria --> DeptPlanej[Departamento de Planejamento de Obras] Diretoria --> CoordFiscObras[Coordenação de Fiscalização de Obras] DeptPlanej --> CoordProj[Coordenação de Projetos] DeptPlanej --> CoordOrç[Coordenação de Orçamento de Projetos] CoordFiscObras --> CoordFisc[Coordenação de Fiscalização] CoordFiscObras --> CoordTéc[Coordenação Técnica de Contratos e Obras] </pre>	(IFBA, 2024)
3	IFBAIANO	15	<pre> graph TD Reitoria[Reitoria] --> ProdPlan[Pró-Reitoria de Planejamento e Administração] ProdPlan --> CoordEng[Coordenadora de Engenharia] </pre>	(IFBAIANO, 2024)

Continua na próxima página.

Nº	INSTITUTOS FEDERAIS	Nº DE CAMPI	ORGANOGRAMA	Fonte
4	IFCE	35	<pre> graph TD Reitoria[Reitoria] --> ProReitoria[Pró-Reitoria de Administração] ProReitoria --> Diretoria[Diretoria de Infraestrutura e Engenharia] Diretoria --> CoordMan[Coordenação de Manutenção e Obras de Engenharia] Diretoria --> CoordProj[Coordenação de Estatuto de Projetos DIEP] </pre>	(IFCE, 2024)
5	IFMA	29	<pre> graph TD Reitoria[Reitoria] --> Diretoria[Diretoria de Gestão de Infraestrutura] Diretoria --> DeptProj[Departamento de projetos] Diretoria --> ProjArq[Projeto de Arquitetura e Engenharia] Diretoria --> ManPred[Manutenção Predial] </pre>	(IFMA, 2020)
6	IFPB	21	<pre> graph TD Reitoria[Reitoria] --> Diretoria[Diretoria de Administração e Planejamento] Diretoria --> DeptLog[Departamento de Logística, Obra e Manutenção] </pre>	(IFPB, 2020)
7	IFPE	16	<pre> graph TD Reitoria[Reitoria] --> DeptObras[Departamento de Obras e Projetos] </pre>	(IFPE, 2022)
8	IF SERTÃO DE PE	07	<pre> graph TD Reitoria[Reitoria] --> ProReitoria[Pró-Reitoria de Orçamento e Administração (PROAD)] ProReitoria --> Diretoria[Diretoria de Engenharia e Infraestrutura] </pre>	(IF SERTÃO DE PE, 2023)

Continua na próxima página.

Nº	INSTITUTOS FEDERAIS	Nº DE CAMPI	ORGANOGRAMA	Fonte
9	IFPI	21	<pre> graph TD Reitoria[Reitoria] --> PRODIN[Pró-Reitoria de Desenvolvimento Institucional - PRODIN] PRODIN --> DI[Diretoria de Infraestrutura] DI --> DPEM[Departamento de Projetos Elétricos e Manutenção Predial] DI --> CPA[Coordenação de Projetos Arquitetônicos e Fiscalização de Obras] </pre>	(IFPI, 2020)
10	IFS	09	<pre> graph TD Reitoria[Reitoria] --> PRODIN[Pró-Reitoria de Desenvolvimento Institucional - PRODIN] PRODIN --> DPG[Diretoria de Planejamento e Gestão] DPG --> CLSE[Coordenação de Licitação de Obras e Serviços de Engenharia] DPG --> CA[Coordenação de Arquitetura] DPG --> CE[Coordenação de Engenharia Civil] DPG --> CM[Coordenação de Manutenção] CLSE --> CA CLSE --> CM CE --> CA CE --> CM </pre>	(IFS, 2024)
11	IFAC	6	<pre> graph TD Reitoria[Reitoria] --> PROADMIN[Pró-Reitoria de Administração] PROADMIN --> DOI[Diretoria de Obras e infraestrutura] DOI --> COO[Coordenação de Obras] DOI --> COI[Coordenação de Infraestrutura] </pre>	(IFAC, 2022)

Continua na próxima página.

Nº	INSTITUTOS FEDERAIS	Nº DE CAMPI	ORGANOGRAMA	Fonte
12	IFRN	22	<pre> graph TD Reitoria[Reitoria] --> ProReitoria[Pró-Reitoria de Administração] ProReitoria --> Diretoria[Diretoria de Engenharia e Infraestrutura (DIENG/RE)] Diretoria --> CoordProj[Coordenação de Projeto e Orçamento] Diretoria --> CoordMan[Coordenação de Manutenção e Infraestrutura] Diretoria --> CoordFisc[Coordenação de Fiscalização de Obras] </pre>	(IFRN, 2020)
13	IFAP	5	<pre> graph TD Reitoria[Reitoria] --> Diretoria[Diretoria de Engenharia e Infraestrutura] Diretoria --> SetorMan[Setor de Manutenção] Diretoria --> SetorPlan[Setor de planejamento, projeto e orçamento] Diretoria --> SetorFisc[Setor de fiscalização de Obras e serviços] </pre>	(IFAP, 2023)
14	IFAM	15	<pre> graph TD Reitoria[Reitoria] --> ProReitoria[Pró-Reitoria de Desenvolvimento Institucional (PRODIN)] ProReitoria --> Diretoria[Diretoria Planejamento (DIPLAN)] Diretoria --> CoordExec[Coordenação de Execução e Fiscalização de Obras] Diretoria --> CoordObras[Coordenação de Obras e Serviços de Engenharia] </pre>	(IFAM, 2015)
15	IFPA	18	<pre> graph TD Reitoria[Reitoria] --> ProReitoria[Pró-Reitoria de Administração] ProReitoria --> Diretoria[Diretoria de Infraestrutura] </pre>	(IFPA, 2022)

Continua na próxima página.

Nº	INSTITUTOS FEDERAIS	Nº DE CAMPI	ORGANOGRAMA	Fonte
16	IFRO	10	<pre> graph TD Reitoria[Reitoria] --> PRAdmin[Pró-Reitoria de Administração] PRAdmin --> Diretoria[Diretoria de Engenharia e Infraestrutura] Diretoria --> CP[Coordenação de Projetos de Engenharia e Arquitetura] Diretoria --> CE[Coordenação de Execução e Fiscalização] </pre>	(IFRO, 2022)
17	IFTO	11	<pre> graph TD Reitoria[Reitoria] --> Diretoria[Diretoria de Infraestrutura] Diretoria --> CE[Coordenação de Engenharia e Arquitetura] Diretoria --> CF[Coordenação de Fiscalização de Obras e projetos] Diretoria --> CS[Coordenação de Segurança do Trabalho e Meio Ambiente] </pre>	(IFTO, 2019)
18	IFRR	04	<pre> graph TD Reitoria[Reitoria] --> PRDI[Pró-Reitoria de Desenvolvimento Institucional - PRODIN] PRDI --> DT[Departamento Técnico de Engenharia e Obras] </pre>	(IFRR, 2022)
19	IFES	23	<pre> graph TD Reitoria[Reitoria] --> PRDI[Pró-Reitoria de Desenvolvimento Institucional - PRODIN] PRDI --> Diretoria[Diretoria de Planejamento] Diretoria --> Gerencia[Gerência de Engenharia] Gerencia --> CF[Coordenação de Fiscalização e Acompanhamento de Obras] </pre>	(IFES, 2010)

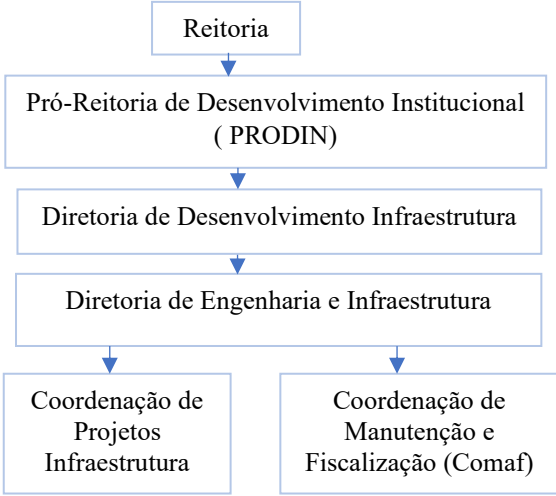
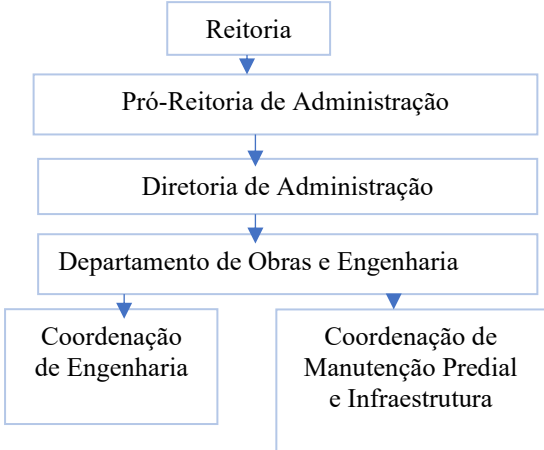
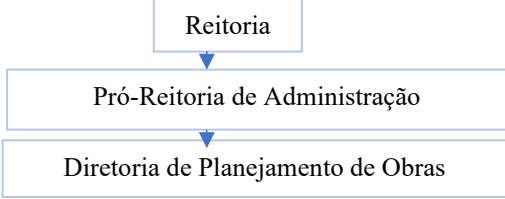
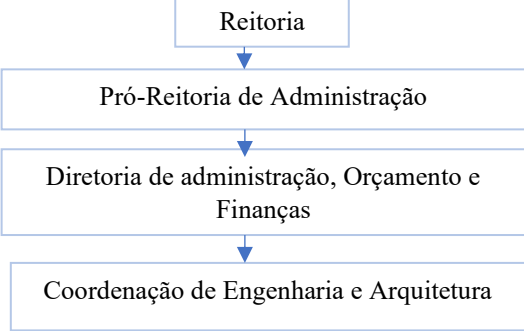
Continua na próxima página.

Nº	INSTITUTOS FEDERAIS	Nº DE CAMPI	ORGANOGRAMA	Fonte
20	IFRJ	15	<pre> graph TD A[Reitoria] --> B[Pró-Reitoria de Administração] B --> C[Diretoria de Engenharia, Serviços, Infraestrutura e Expansão] </pre>	(IFRJ, 2021)
21	IFF	14	<pre> graph TD A[Reitoria] --> B[Diretoria de Infraestrutura] </pre>	(IFF, 2022)
22	IFMG	18	<pre> graph TD A[Reitoria] --> B[Pró-Reitoria de Administração] B --> C[Diretoria de Administração e Infraestrutura] </pre>	(IFMG, 2023)
23	IFNMG	12	<pre> graph TD A[Reitoria] --> B[Pró-Reitoria de Administração] B --> C[Diretoria de Administração e Infraestrutura] C --> D[Departamento de Infraestrutura] </pre>	(IFNMG, 2023)
24	IFSULDESTED EMG	10	<pre> graph TD A[Reitoria] --> B[Pró-Reitoria de Desenvolvimento Institucional - PRODIN] B --> C[Diretoria de engenharia e Arquitetura] </pre>	(IFSULDESTED EMG, 2023)
25	IFSULDE MINAS	08	<pre> graph TD A[Reitoria] --> B[Diretoria de Desenvolvimento Institucional] B --> C[Coordenadoria-Geral de Obras e Infraestrutura Fiscalização] </pre>	(IFSULDE MINAS, 2023)

Continua na próxima página.

Nº	INSTITUTOS FEDERAIS	Nº DE CAMPI	ORGANOGRAMA	Fonte
26	IFTM	09	<pre> graph TD A[Reitoria] --> B[Pró-Reitoria de Administração] B --> C[Coordenação de Engenharia, Arquitetura e Infraestrutura] </pre>	(IFTM, 2023)
27	SP	41	<pre> graph TD A[Reitoria] --> B[Pró-Reitoria de Administração] B --> C[Diretoria de Infraestrutura e Expansão] C --> D[Coordenação de Manutenção] C --> E[Coordenadoria de Projetos] C --> F[Coordenadoria de Obras e Construção Civil] </pre>	(IFSP, 2020)
28	IFG	14	<pre> graph TD A[Reitoria] --> B[Pró-Reitoria de Administração] B --> C[Coordenação de Projetos e Infraestrutura] </pre>	(IFG, 2023)
29	IFGOIANO	11	<pre> graph TD A[Reitoria] --> B[Pró-Reitoria de Desenvolvimento Institucional (PRODI)] B --> C[Coordenadoria Geral de Infraestrutura e Obras] </pre>	(IFGOIANO, 2023)
30	IFB	10	<pre> graph TD A[Reitoria] --> B[Pró-Reitoria de Administração] B --> C[Diretoria de Engenharia] C --> D[Coordenação Geral de Projetos] D --> E[Coordenação Geral de Obras e Manutenção] </pre>	(IFB, 2024)

Continua na próxima página.

Nº	INSTITUTOS FEDERAIS	Nº DE CAMPI	ORGANOGRAMA	Fonte
32	IFMS	10	 <pre> graph TD Reitoria[Reitoria] --> PRODIN[Pró-Reitoria de Desenvolvimento Institucional (PRODIN)] PRODIN --> DDI[Diretoria de Desenvolvimento Infraestrutura] DDI --> DEI[Diretoria de Engenharia e Infraestrutura] DEI --> CPI[Coordenação de Projetos Infraestrutura] DEI --> CMF[Coordenação de Manutenção e Fiscalização (Comaf)] </pre>	(IFMS, 2022)
33	IFSC	22	 <pre> graph TD Reitoria[Reitoria] --> PROA[Pró-Reitoria de Administração] PROA --> DA[Diretoria de Administração] DA --> DEO[Departamento de Obras e Engenharia] DEO --> CE[Coordenação de Engenharia] DEO --> CMP[Coordenação de Manutenção Predial e Infraestrutura] </pre>	(IFSC, 2023)
34	IFRS	17	 <pre> graph TD Reitoria[Reitoria] --> PROA[Pró-Reitoria de Administração] PROA --> DPO[Diretoria de Planejamento de Obras] </pre>	(IFRS, 2023)
35	IF FARROUPILHA	11	 <pre> graph TD Reitoria[Reitoria] --> PROA[Pró-Reitoria de Administração] PROA --> DAF[Diretoria de administração, Orçamento e Finanças] DAF --> CE[Coordenação de Engenharia e Arquitetura] </pre>	(IF FARROUPILHA, 2016)

Continua na próxima página.

Nº	INSTITUTOS FEDERAIS	Nº DE CAMPI	ORGANOGRAMA	Fonte
36	IFC	15	<pre> graph TD Reitoria[Reitoria] --> ProReitoria[Pró-Reitoria de Administração] ProReitoria --> Diretoria[Diretoria de Administração e Planejamento] Diretoria --> CoordProj[Coordenação de Projetos de Obras] Diretoria --> CoordFisc[Coordenação de Fiscalização de Obras] </pre>	(IFC, 2023)
37	IFPR	20	<pre> graph TD Reitoria[Reitoria] --> DiretoriaSist[Diretoria Sistêmica de Infraestrutura] DiretoriaSist --> DiretoriaProj[Diretoria de Projetos] DiretoriaSist --> DiretoriaObras[Diretoria de Obras] DiretoriaProj --> SeçãoMan[Seção de Manutenção] </pre>	(IFPR, 2024)
38	IFSUL	14	<pre> graph TD Reitoria[Reitoria] --> DiretoriaProj[Diretoria De Projetos e Obras] DiretoriaProj --> CoordFisc[Coordenação de Fiscalização] DiretoriaProj --> CoordProj[Coordenadoria de Projetos] DiretoriaProj --> DeptMan[Departamento de Manutenção da Reitoria] DeptMan --> CoordMan[Coordenação de Manutenção Predial e serviço] </pre>	(IFSUL, 2023)

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

A gestão de infraestrutura nos Institutos Federais (IFs), em sua maioria, é composta por equipes técnicas vinculadas às áreas de engenharia e arquitetura. Esses setores, geralmente subordinados a Pró-Reitorias de Administração ou Diretorias Sistêmicas, desempenham papel estratégico no planejamento, execução e manutenção das edificações.

Considerando essa estrutura, torna-se essencial avaliar a capacidade dessas equipes quanto à adoção do *Building Information Modeling* (BIM). Com esse propósito, aplicou-se um questionário direcionado aos setores técnicos, visando diagnosticar o nível de conhecimento e a aplicação do BIM nas áreas de arquitetura e engenharia das instituições.

A avaliação diagnóstica apresenta relevância por permitir:

- Identificar a situação atual dos IFs em relação ao BIM;
- Compreender necessidades específicas das equipes técnicas;
- Definir estratégias adequadas para subsidiar a proposta de protocolo de implementação.

A pesquisa buscou responder à seguinte questão central:

Qual é a situação atual dos Institutos Federais em relação aos pilares tecnologia, pessoas e processos, que sustentam a adoção do BIM?

Para responder a essa questão, o diagnóstico foi estruturado com base em três pilares fundamentais para a implementação do BIM:

- Tecnologia (infraestrutura física, plataformas digitais e *softwares*);
- Pessoas (capacitação técnica, gestão de competências e atribuições funcionais);
- Processos (fluxos de trabalho, normativos internos e padrões de informação).

Esses pilares, amplamente reconhecidos na literatura especializada e nas boas práticas internacionais, orientaram a análise e permitiram classificar o nível de maturidade institucional. A mensuração desse nível é indispensável para definir estratégias progressivas e garantir a adoção escalonada do BIM, respeitando as condições e especificidades de cada organização.

4.2 MODELOS DE MATURIDADE BIM

Diante da diversidade de modelos apresentados, optou-se por utilizar o modelo iBIM, de Bew e Richards, como base conceitual para a análise da maturidade BIM nos Institutos Federais. Essa escolha se justifica pela clareza dos níveis propostos, pela ampla aceitação do modelo no cenário nacional e internacional, e pela sua capacidade de adaptação a contextos institucionais diversos. O modelo permite não apenas classificar o grau de maturidade, mas também identificar de forma estruturada as lacunas em pessoas, processos e tecnologias, fornecendo um referencial sólido para o planejamento de ações futuras. Com base nesse arcabouço teórico, foi elaborado e aplicado um questionário junto aos profissionais de engenharia e arquitetura dos IFs, cujos resultados são apresentados nas seções a seguir.

4.2.1 Visão Geral

Diversos modelos de avaliação de maturidade foram desenvolvidos para mensurar o nível de implementação do Building Information Modeling (BIM). Entre os mais citados na literatura destacam-se: Interactive Capability Maturity Model (I-CMM), BIM Proficiency

Matrix, BIM QuickScan, BIM Maturity Matrix e BIM Wedge (ou Modelo iBIM) (Succar, 2010; Berlo et al., 2012; Bew & Richards, 2008). Essas ferramentas auxiliam organizações e pesquisadores a avaliar a maturidade BIM tanto em projetos específicos quanto no âmbito organizacional, permitindo identificar lacunas e estabelecer diretrizes estratégicas para a melhoria contínua.

4.2.2 Modelo I-CMM

O Interactive Capability Maturity Model (I-CMM) foi proposto pelo National Institute of Building Sciences (NIBS) em 2007, como parte do National BIM Standard (NBIMS). O modelo mede a qualidade e quantidade mínima de informações necessárias para um projeto ser considerado BIM, avaliando 11 áreas principais em uma escala de dez níveis (NIBS, 2007).

4.2.3 BIM Proficiency Matrix

Desenvolvida em 2009 pela Indiana University, a BIM Proficiency Matrix é baseada no BIM Capability Maturity Model (BIM CMM). Avalia oito áreas de interesse com pontuação máxima de 32 pontos distribuídos em seis níveis de maturidade, com foco na maturidade de projetos específicos (CIC, 2012).

4.2.4 BIM QuickScan

Criado na Holanda, o BIM QuickScan fornece um diagnóstico rápido da maturidade BIM por meio de um questionário com 50 questões. As dimensões avaliadas são: organização e gestão, maturidade e cultura, estrutura e fluxo de informação, ferramentas e aplicações (Berlo *et al.*, 2012).

4.2.5 BIM Maturity Matrix (Bilal Succar)

A BIM Maturity Matrix, proposta por Succar (2010), é uma das ferramentas mais completas, com três componentes principais:

- Capacidades BIM: competências mensuráveis da organização;
- Estágios BIM: fases de evolução (Modelagem, Colaboração e Integração);
- Níveis de maturidade: Inicial, Definido, Gerenciado, Integrado e Otimizado.

4.2.6 Modelo iBIM (BIM Wedge)

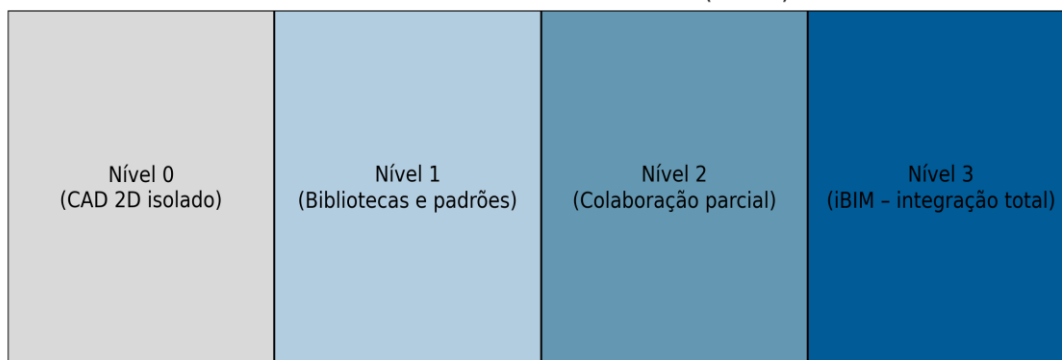
Proposto por Bew e Richards (2008), o Modelo iBIM tornou-se referência no Reino Unido e no Brasil. Apresenta quatro níveis de maturidade organizacional em formato de “escada”:

- Nível 0: CAD 2D não integrado;
- Nível 1: uso parcial de modelos 3D;
- Nível 2: colaboração parcial com formatos interoperáveis (IFC, COBie, CDE);
- Nível 3: colaboração total com modelo centralizado e atualizado em tempo real.

A Figura 7 apresenta a visualização desse modelo.

Figura 7- Modelo iBIM (Bew & Richards, 2012)

Modelo iBIM – Bew & Richards (2012)



Fonte: Adaptado de PAS 1192-2 (2013).

Entre os modelos de avaliação de maturidade BIM, destacam-se o iBIM Maturity Model, desenvolvido por Bew e Richards, e a BIM Maturity Matrix, proposta por Bilal Succar. Ambos apresentam diretrizes estruturadas que auxiliam as organizações na transição de métodos convencionais para processos digitais colaborativos e integrados.

Para a análise dos resultados do questionário aplicado aos Institutos Federais (IFs), optou-se pelo modelo iBIM de Bew e Richards, em razão de sua simplicidade, ampla aceitação e adaptabilidade a diferentes contextos institucionais. Trata-se de uma abordagem reconhecida internacionalmente e empregada em iniciativas nacionais, incluindo sua aplicação pela SIENGE no Brasil em 2022. Além de fornecer parâmetros claros para mensuração da maturidade BIM, o modelo contribui para o planejamento de estratégias de implementação e para o alinhamento das organizações às melhores práticas, consolidando-se como referência confiável para projetos relacionados ao BIM.

4.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO

Esta etapa é tão relevante quanto a revisão de escopo e documental, pois cumpre uma função essencial: fornecer informações sobre a realidade dos Institutos Federais (IFs) em relação ao conhecimento e à adoção do BIM.

Segundo Succar (2009), a implementação do BIM nas organizações geralmente é um processo gradual e complexo, que exige adaptações tecnológicas e culturais.

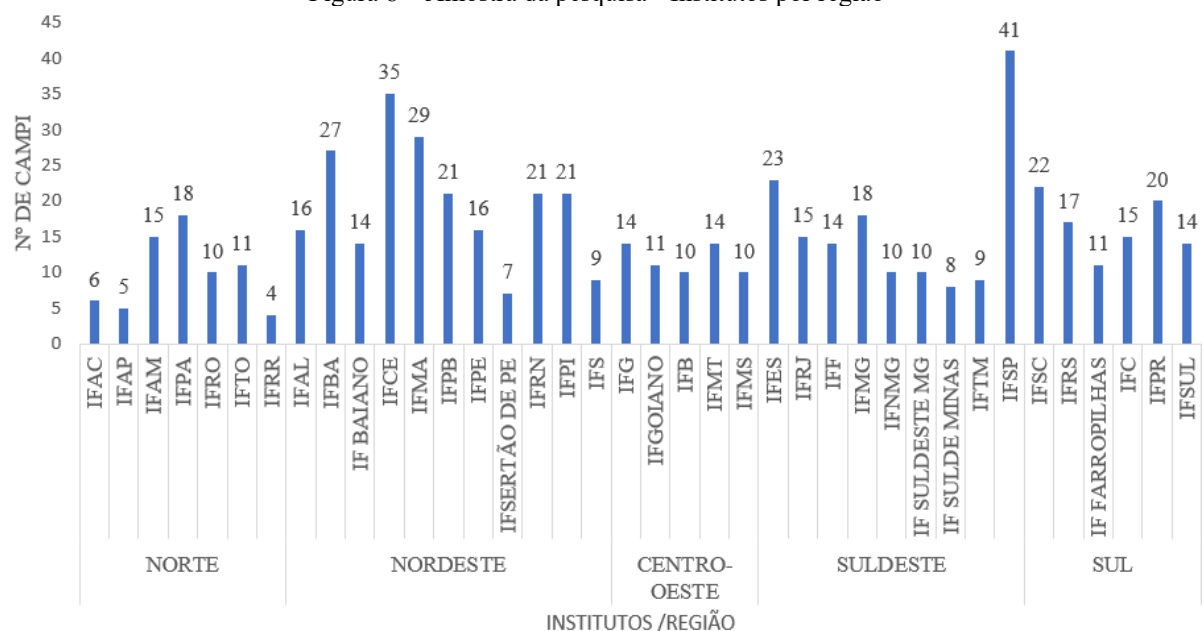
A concepção de avaliar, adquirir e aplicar as competências BIM é fundamental para apoiar essa transição e tornar claros os procedimentos envolvidos. Esse processo estruturado contribui para direcionar a implementação (Succar; Sher; Williams, 2013).

A maturidade BIM abrange três pilares principais: tecnologia, processo e política. Esses elementos são determinantes para a evolução da metodologia dentro das organizações (Succar, 2009). Nesta pesquisa, a análise concentrou-se nos pilares tecnologia, processos e pessoas, a fim de verificar a experiência e a capacidade das equipes técnicas para a adoção do BIM.

O questionário foi aplicado aos setores de engenharia e arquitetura das Reitorias dos 38 IFs, no período de julho a novembro de 2024. Cada Instituto respondeu a um formulário, representado por profissionais técnicos da Reitoria

Os Institutos Federais possuem abrangência nacional, distribuídos pelas cinco regiões do Brasil. A Figura 8 apresenta a amostra da pesquisa, organizada por região e pelo número de campi vinculados a cada Instituto.

Figura 8 – Amostra da pesquisa - Institutos por região



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Os profissionais técnicos que compõem as equipes de cada Instituto Federal exercem papel estratégico na gestão da infraestrutura institucional. Suas atribuições abrangem o desenvolvimento de projetos arquitetônicos e de engenharia para novas edificações e reformas, a fiscalização e execução de obras e serviços, a elaboração de orçamentos e estimativas de custos, a contratação e acompanhamento de empreendimentos, bem como a coordenação das atividades de operação e manutenção predial. Além dessas funções operacionais, cabe a essas equipes a elaboração de normas, regulamentos internos e documentação técnica, fundamentais para a padronização e conformidade dos processos.

Quando as instituições não dispõem de mão de obra especializada ou de infraestrutura adequada para desenvolver projetos internamente, recorrem à contratação de serviços externos por meio de processos licitatórios, conforme previsto na legislação vigente, o que evidencia a dependência de soluções terceirizadas em parte significativa dos campi.

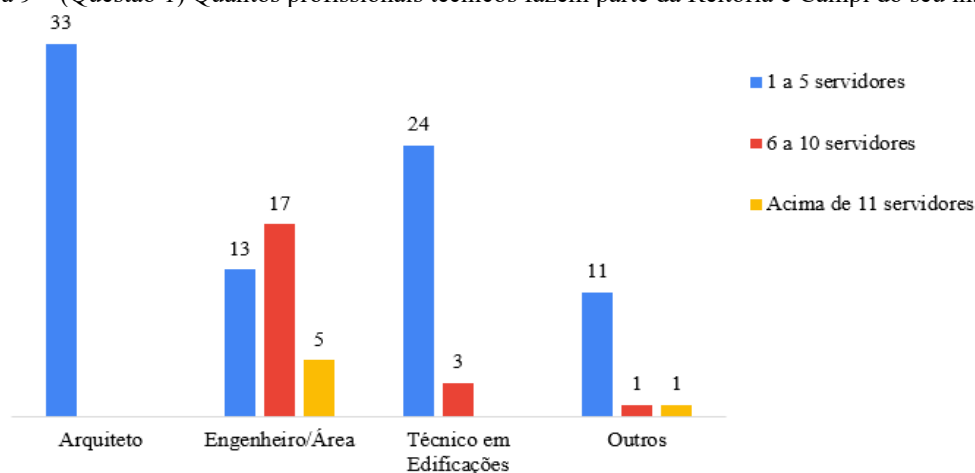
A análise dos resultados obtidos neste estudo foi organizada em três blocos, correspondentes aos pilares fundamentais da implementação do BIM: pessoas, tecnologia e processos. Essa estrutura de análise possibilita avaliar de forma integrada a composição e capacitação das equipes, a infraestrutura tecnológica disponível e os fluxos de trabalho e práticas institucionais, oferecendo uma visão abrangente do estágio atual de maturidade dos Institutos Federais quanto à adoção da metodologia.

4.3.1 Recursos Humanos e Capacitação (Pessoas)

O fator humano é determinante para a implementação bem-sucedida do BIM, pois são as pessoas que conduzem, utilizam e mantêm os processos, ferramentas e tecnologias. A adoção de metodologias digitais no setor da construção vai além de questões técnicas ou organizacionais, exigindo transformação cultural e investimento contínuo em capacitação das equipes envolvidas.

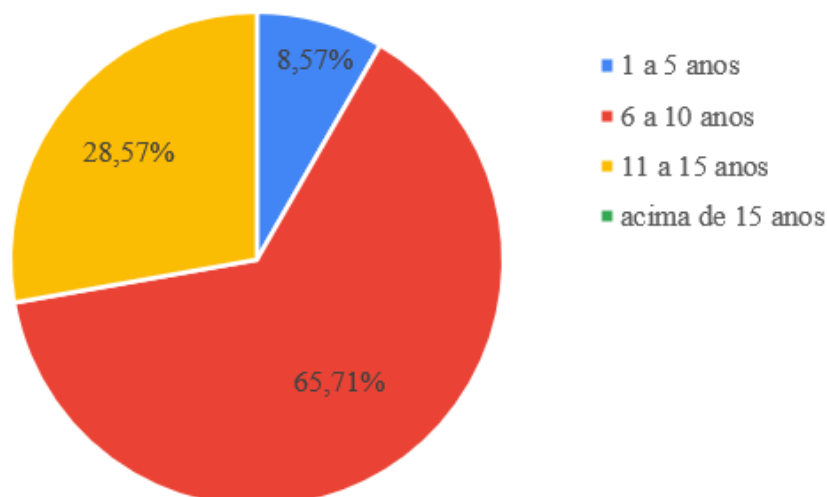
As Figuras 9 e 10 - apresentam a composição da equipe técnica, por área de atuação, e o tempo de efetivo exercício dos profissionais.

Figura 9 – (Questão 1) Quantos profissionais técnicos fazem parte da Reitoria e Campi do seu instituto?



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Figura 10- (Questão 2) Qual o tempo de efetivo exercício dos profissionais das áreas de engenharia e arquitetura no instituto?



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Nos 35 institutos que responderam (Figura 9):

- Dois não possuem arquitetos;
- A maioria conta com até cinco arquitetos e números similar de engenheiros e técnicos;
- A categoria “outros” inclui profissionais como: técnicos em mecânica, eletrotécnica e segurança do trabalho, assistentes administrativos, gestores públicos, projetistas, desenhistas, técnicos de laboratório, analistas de TI e estagiários.

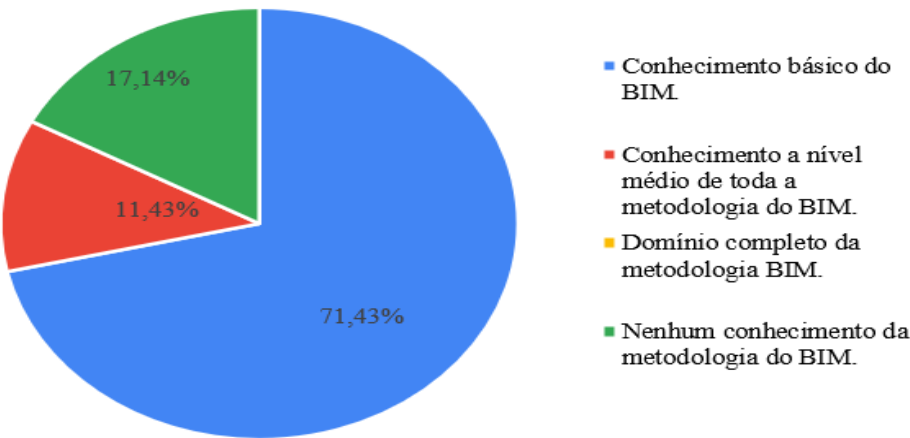
Em casos isolados, foram mencionados tecnólogos em construção civil e profissionais administrativos (Quadro Técnico com 11 ou mais servidores).

Essa diversidade reflete a necessidade de suporte administrativo para as demandas do setor. Entretanto, nem todos os Institutos dispõem de pessoal suficiente, o que resulta em sobrecarga para muitos profissionais.

Quanto ao tempo de serviço (Figura 10), a maioria dos servidores possui entre 6 e 10 anos de experiência, enquanto apenas 8,57% têm entre 1 e 5 anos, e não houve registros acima de 15 anos. Isso indica estabilidade funcional, embora não necessariamente reflita experiência em BIM, dado que os concursos para áreas técnicas ocorreram em apenas três Institutos nos últimos cinco anos.

Nesse contexto, as Figuras 11 e 12 avaliam o conhecimento do BIM pela parte técnica.

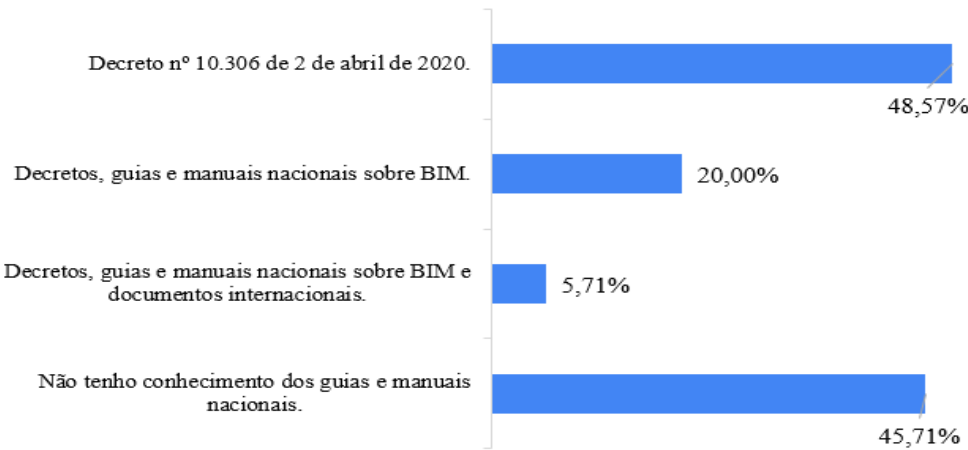
Figura 11 – (Questão 3) Qual o conhecimento do BIM da parte técnica dos IFs?



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

De acordo com a Figura 11, 71,43% dos respondentes declararam possuir apenas nível básico de conhecimento em BIM, enquanto 17,14% afirmaram não ter nenhum conhecimento da metodologia. Por outro lado, nenhuma instituição indicou domínio avançado ou completo do BIM.

Figura 12 - (Questão 4) Qual o conhecimento de normas, guias, manuais e protocolo BIM da equipe técnica dos IFs?

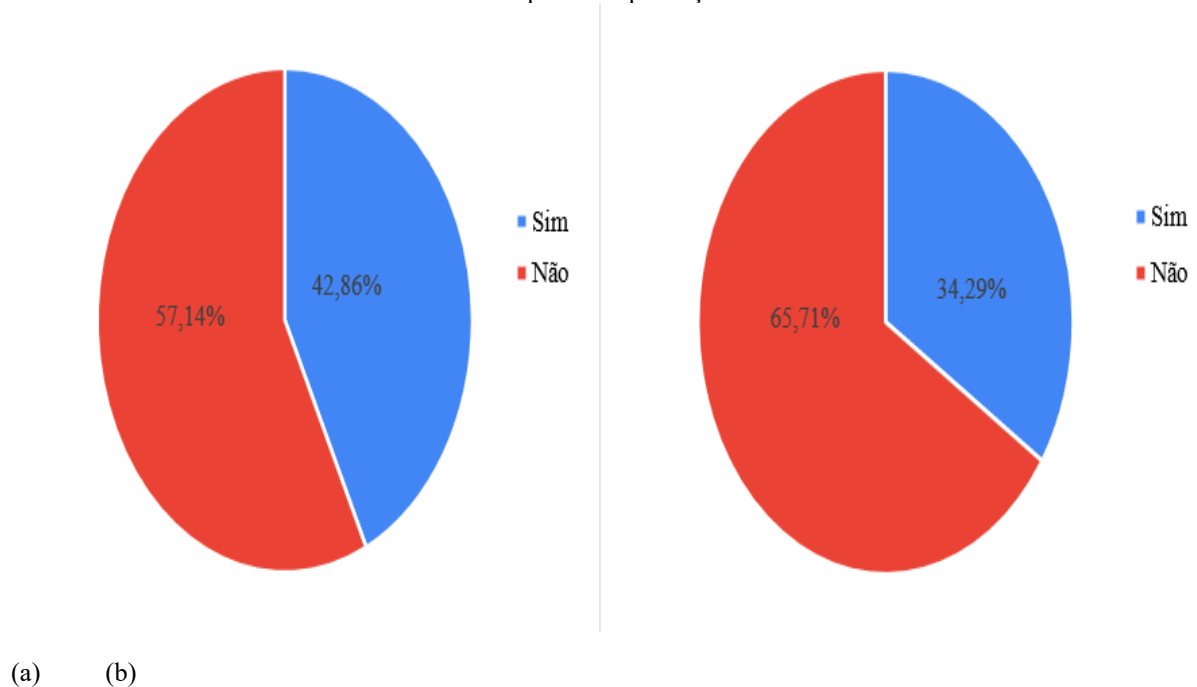


Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Quanto as normas e guias (Figura 12), 45,71% afirmaram não conhecer os documentos nacionais, que são essenciais para orientar processos de implementação. Esses documentos, tanto os nacionais quanto os internacionais, são recursos que fornecem orientações detalhadas sobre como cumprir as exigências associadas à implementação BIM. Esses achados reforçam a importância de programas contínuos de capacitação para consolidar práticas alinhadas às diretrizes normativas (Eastman *et al.*, 2008).

As figuras 13 a 15 abordam a oferta institucional de cursos e treinamentos, bem como a existência de profissionais a capacitação para o uso BIM.

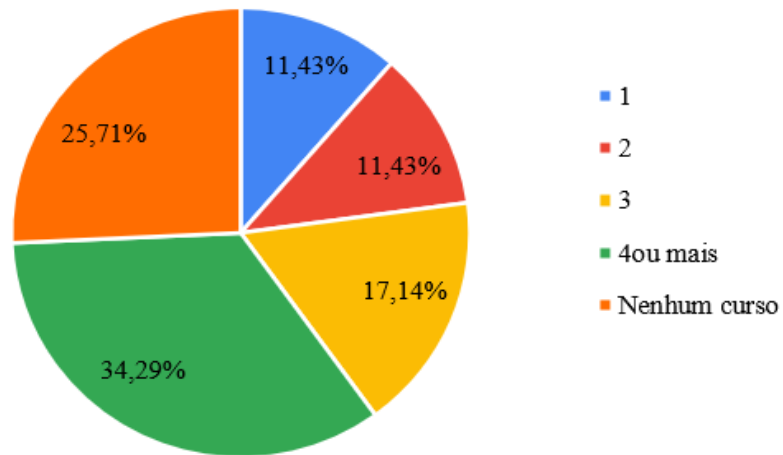
Figura 13 –(Questões 5 e 6) (a) A instituição já ofereceu algum curso em BIM? (b) A instituição dispõe de cursos, treinamentos ou workshops para capacitar os funcionários na atuação com os *softwares* BIM? Há incentivo financeiro para a capacitação dos funcionários?



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

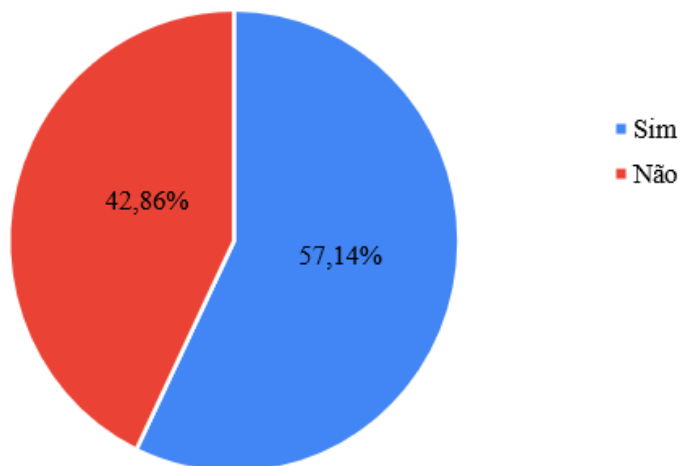
Os resultados (Figura 13 (a)), 57,14% das instituições nunca ofereceram cursos em BIM, e apenas 34,29% dispõem de programas regulares ou incentivos para a capacitação (Figura 13(b)).

Figura 14 – (Questão 7) Dentre os profissionais do setor da engenharia e arquitetura da instituição, quantos já realizaram algum curso de formação BIM?



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Figura 15 – (Questão 8) Existem pessoas qualificadas para trabalhar com as ferramentas BIM dentro da instituição?



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Na Figura 14, em termos de adesão, 25,71% dos servidores nunca participaram de treinamentos, o que indica fragilidades na formação de profissionais aptos a aplicar o BIM. Em contrapartida, 57,14% das instituições possuem pessoas qualificadas para trabalhar com a ferramenta BIM, conforme mostrado na Figura 15.

A ausência de investimentos consistentes em qualificação representa um obstáculo crítico, visto que a adoção do BIM requer não apenas infraestrutura tecnológica, mas também atualização constante em ferramentas e práticas colaborativas (Sun et al., 2017). Recomenda-se que os IFs estabeleçam estratégias institucionais para liberar tempo para capacitação, adotar

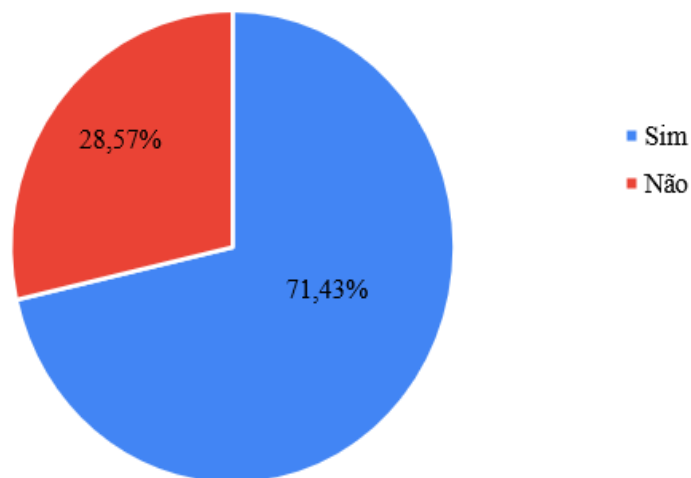
programas flexíveis e promover uma cultura de aprendizagem contínua, reduzindo lacunas de conhecimento e fortalecendo a implementação do BIM.

4.3.2 Infraestrutura Tecnológica (Tecnologia)

A dimensão tecnológica é essencial para o desenvolvimento e a implementação do BIM, pois fornece ferramentas, métodos e inovações necessárias para explorar todo o potencial da metodologia. Essa dimensão inclui a infraestrutura indispensável às operações, como *softwares*, equipamentos, rede interna, conexão à internet, segurança e armazenamento de dados (Brito, 2019).

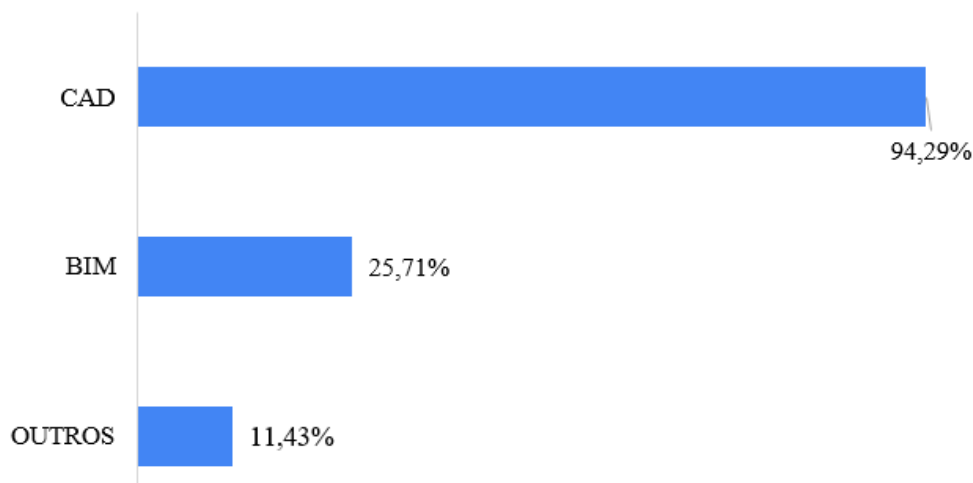
As Figuras 16 a 20 apresentam a análise da infraestrutura física e tecnológica das instituições.

Figura 16 – (Questão 9) A organização dispõe de computadores e/ou notebooks com configurações de hardware adequadas para a utilização de softwares BIM?



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

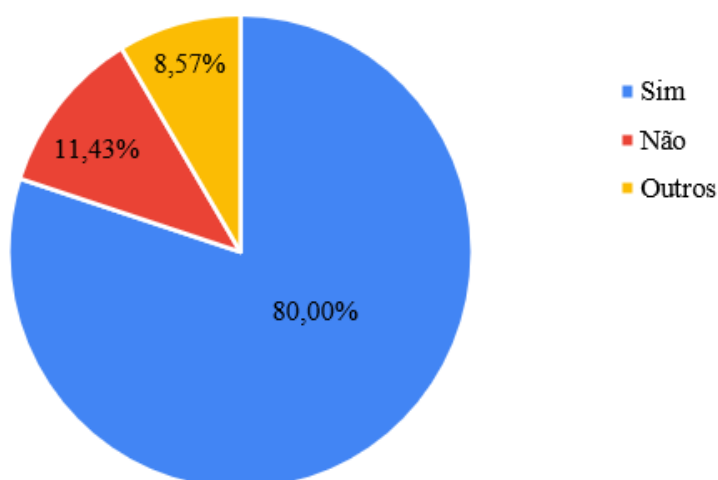
Figura 17 –(Questão 10) Quais são os *softwares* utilizados no processo de elaboração de projetos de arquitetura e engenharia, quando realizados pela própria equipe do Instituto?



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

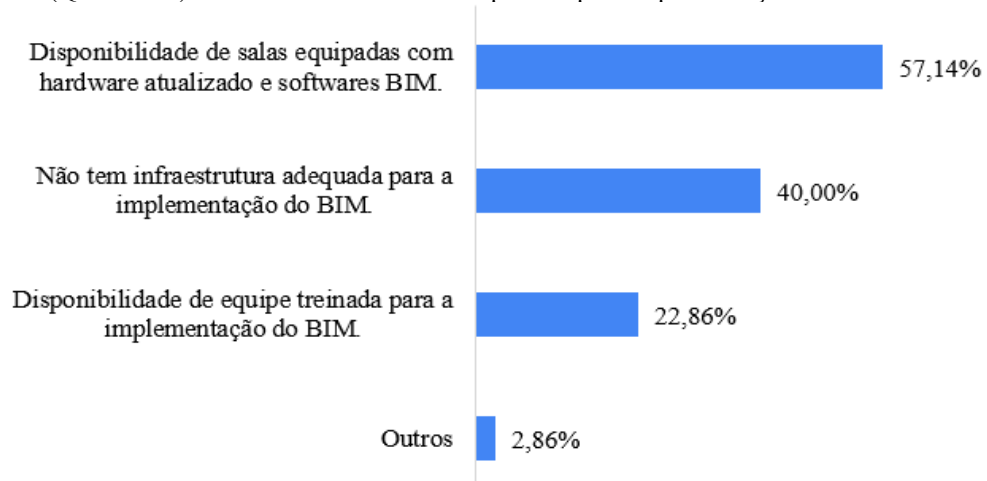
De acordo com a Figura 16, 71,43% dos respondentes afirmaram que os *hardwares* disponíveis são adequados para utilização de *softwares* BIM. Contudo, a ferramenta mais usada para desenvolvimento de projetos continua sendo o CAD, presente em 94,29% das respostas. Observa-se que 25,71% das instituições utilizam simultaneamente *softwares* BIM e CAD (Figura 17). Entre as ferramentas citadas na opção “outros”, destacam-se Pré-Elétrica, Revit, Qbuilder, SketchUp, TQS, Eberick, QIBuilder, ArchiCAD, AltoQi e OrçaFascio. A maior dependência do CAD, em detrimento das soluções BIM, está associada à falta de recursos para aquisição de licenças e à carência de capacitação da equipe, fatores que dificultam a migração tecnológica.

Figura 18 – (Questão 11) A instituição possui infraestrutura adequada, como salas, computadores e/ou notebooks com configurações de *hardware* e *softwares* para desenvolver seus próprios projetos?



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Figura 19- (Questão 12) Como é a infraestrutura disponível para implementação do BIM no seu instituto?

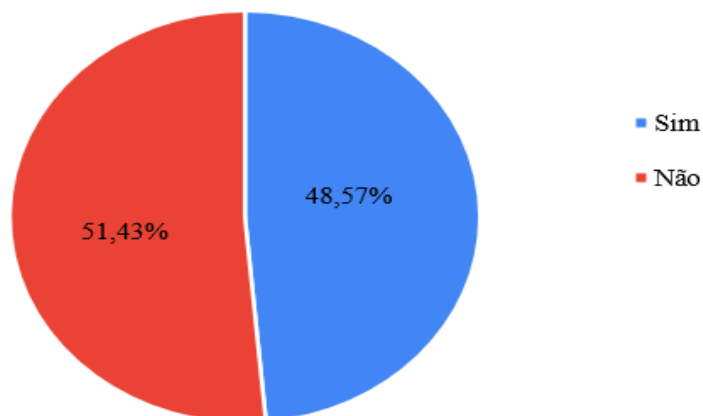


Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Quanto à infraestrutura geral, conforme a Figura 18, apenas quatro respondentes (11,43%) declararam não possuir recursos adequados para desenvolvimento de projetos. Na opção “outros”, 8,57% indicaram que só têm condições de elaborar projetos arquitetônicos e elétricos no AutoCAD, destacando limitações de *hardware*, mesmo com infraestrutura física disponível.

No que se refere à implementação do BIM, a Figura 19 mostra que 57,14% dos Institutos consideram ter infraestrutura adequada, mas apenas 22,86% contam com equipes capacitadas. Alguns respondentes ainda apontaram a falta de servidores para atender todas as demandas como um obstáculo adicional.

Figura 20 – (Questão 13) Existe um ambiente comum de dados (CDE) que possibilita o trabalho colaborativo entre os funcionários, com interoperabilidade de dados?



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Na análise do ‘ambiente comum de dados’ (CDE – *Common Data Environment*), Figura 20, revela que 51,43% dos Institutos não possuem um ambiente colaborativo para gerenciamento centralizado das informações. Essa limitação reforça a necessidade de

investimentos em plataformas que possibilitem compartilhamento seguro e integrado, além de programas de capacitação para as equipes técnicas. A inexistência de um CDE inviabiliza um dos princípios centrais do BIM: a coordenação integrada entre diferentes disciplinas ao longo do ciclo de vida do projeto.

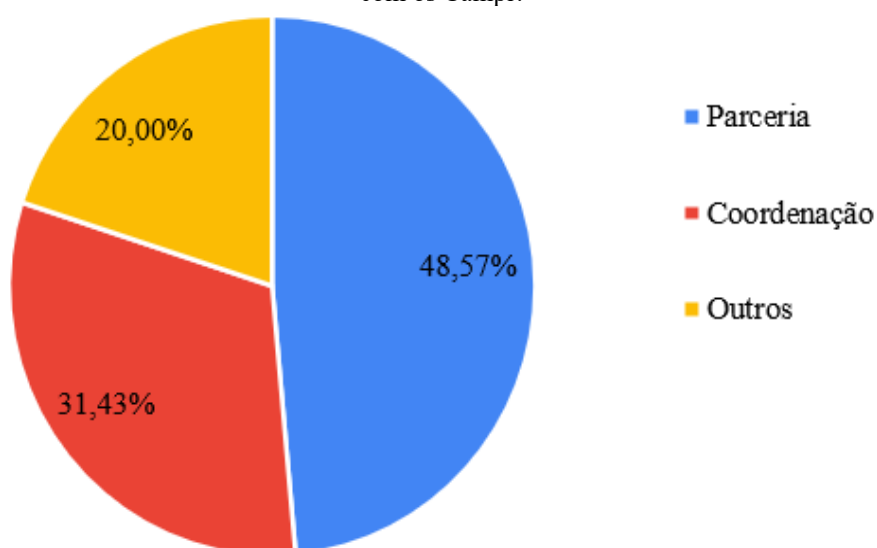
4.3.3 Fluxos de Trabalho e Normativos (Processos)

O pilar processos abrange aspectos como o plano de execução, fluxos de trabalho, cronograma, especificação de entregáveis, métodos de comunicação, definição de papéis, níveis de detalhamento e usos do modelo (Brito, 2019). Para esta pesquisa, foram analisados:

- O grau de integração entre profissionais da Reitoria e dos campi;
- As principais atividades desenvolvidas pelas instituições;
- O modelo organizacional para execução de projetos;
- A existência de setores específicos de projetos e práticas de manutenção preventiva.

As Figuras 21 a 26 apresentam os resultados dessa análise.

Figura 21 – (Questão 14) Qual a vinculação dos profissionais das áreas de engenharia/arquitetura da Reitoria com os Campi?



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

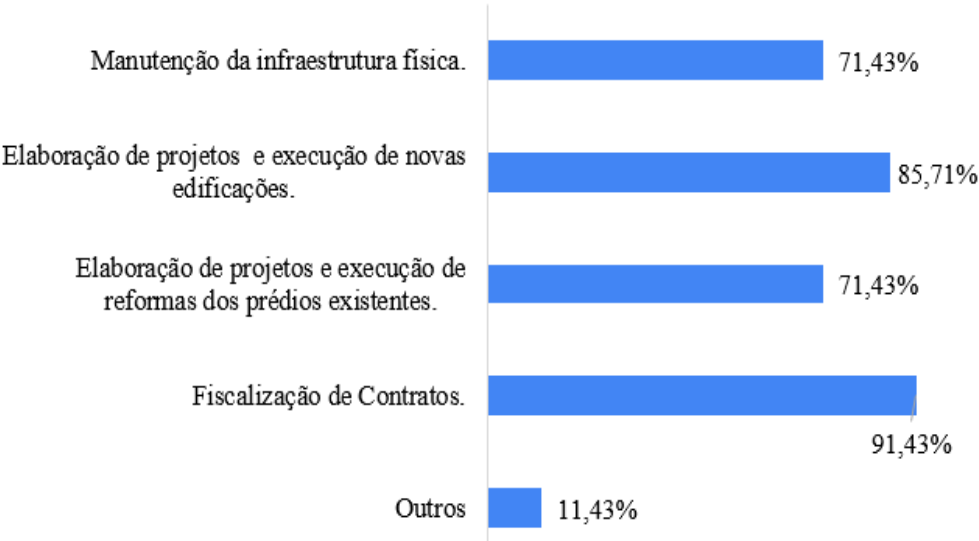
Conforme apresentado na Figura 21, 48,57% dos Institutos adotam um modelo de parceria entre Reitoria e campi. Já 31,43% indicam que os setores de engenharia e arquitetura da Reitoria atuam como coordenadores das equipes locais.

A opção “outros”, que representa 20% das respostas, engloba diferentes arranjos organizacionais, tais como:

- Profissionais técnicos concentrados na Reitoria, cada grupo atendendo um conjunto de campi;
- Ausência de profissionais técnicos nos campi;
- Setores próprios nos campi, com atuação colaborativa da Reitoria;
- Estruturas técnico-administrativas centralizadas na Reitoria, sem engenheiros lotados nos campi;
- Prestação de assessoria técnica aos campi;
- Reitoria responsável integralmente pelos processos de obras e serviços de engenharia.

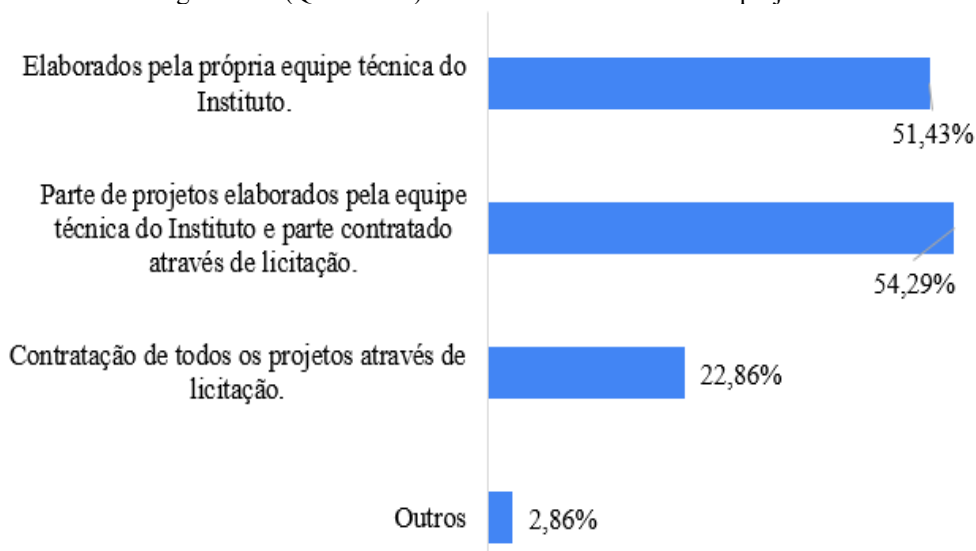
Essa diversidade evidencia a heterogeneidade estrutural existente entre os IFs, o que influencia diretamente a adoção de processos padronizados, incluindo práticas baseadas em BIM.

Figura 22 – (Questão 15) Quais as principais demandas desenvolvidas pelos profissionais das áreas técnicas de engenharia e arquitetura dos IFs?



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Figura 23 – (Questão 16) Como são desenvolvidos os projetos?

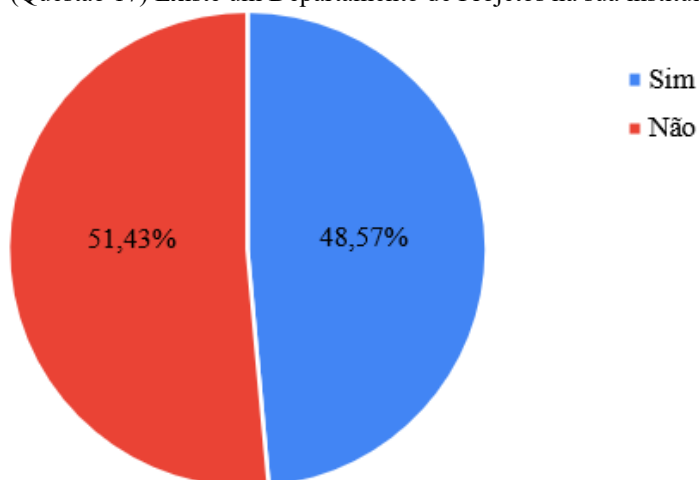


Fonte: Elaborado pela autora (2024).

As demandas mais recorrentes nos Institutos Federais (IFs) referem-se à elaboração de projetos, execução de novas edificações e fiscalização de contratos (Figura 22). Na categoria “outros” da mesma figura, foram mencionadas atividades como planejamento e fiscalização de usinas fotovoltaicas, suporte e instrução para processos licitatórios, avaliação de imóveis, análise de propostas, elaboração de termos de referência e fiscalização técnica de obras.

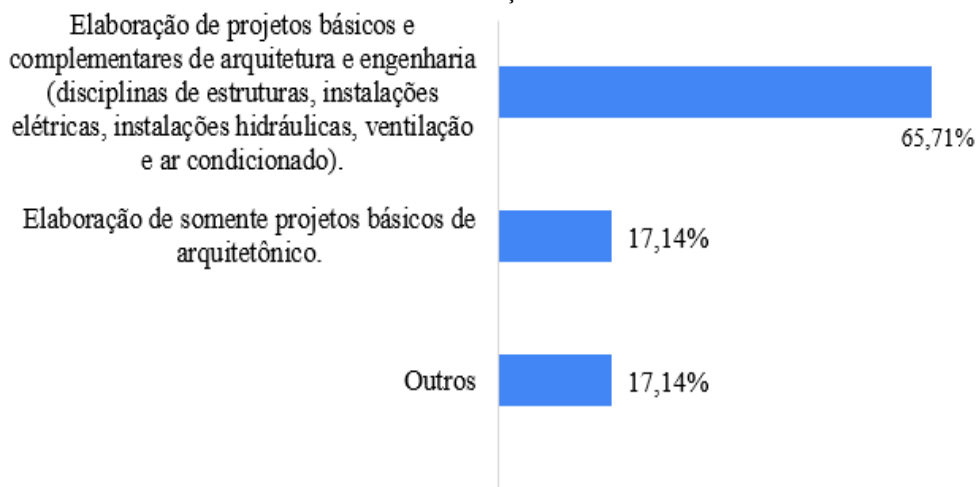
Quanto à forma de desenvolvimento dos projetos, 22,86% das instituições afirmaram contratar todos os projetos por meio de licitação. Na categoria “outros”, um respondente relatou que há parcerias para utilização de projetos elaborados por outros IFs (Figura 23).

Figura 24 – (Questão 17) Existe um Departamento de Projetos na sua instituição?



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

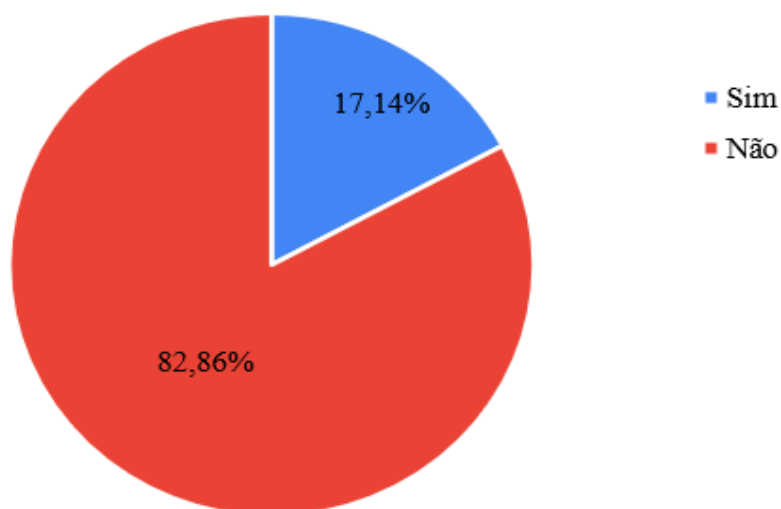
Figura 25 – (Questão 18) Quais são os projetos desenvolvidos pelo setor de engenharia/arquitetura de sua instituição?



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Em relação à estrutura organizacional, 51,43% dos respondentes informaram que não possuem um Departamento de Projetos (Figura 24). Apesar disso, 65,71% afirmaram que elaboram seus próprios projetos básicos e complementares (Figura 25).

Figura 26 – (Questão 19) A sua instituição usa algum sistema de manutenção preventiva na edificação?

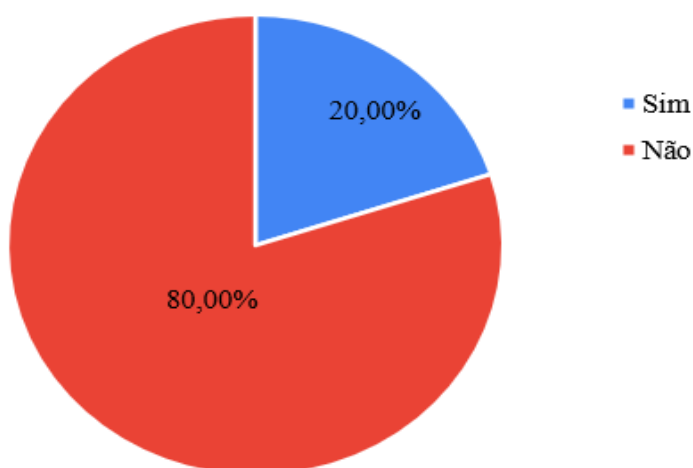


Fonte: Elaborado pela autora (2024).

No tocante à manutenção preventiva, 82,86% afirmaram não possuir sistema implementado, enquanto 17,14% declararam realizar manutenções preventivas pontuais em equipamentos como sistemas de climatização, elevadores e sistemas de proteção e combate a incêndio (Figura 26). A ausência de manutenção preventiva é atribuída à sobrecarga de trabalho das equipes técnicas, reduzido número de servidores e demandas urgentes, que priorizam ações corretivas.

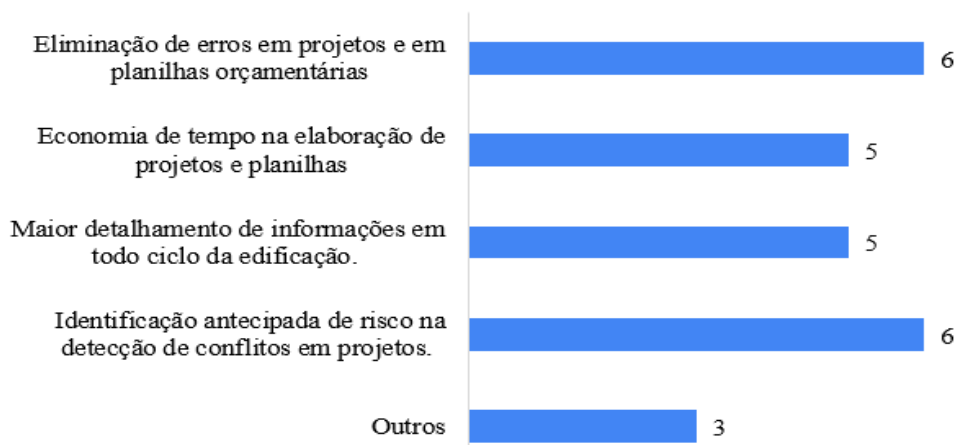
Nesse contexto, as Figuras 27 a 32 avaliam os processos utilizando a metodologia BIM. Essa etapa foca na análise da implementação do BIM, os benefícios alcançados, a atividade em que o BIM está sendo utilizado, as dificuldades encontradas para a implementação do BIM, os benefícios que um protocolo BIM pode trazer para a implementação da metodologia, além dos benefícios do BIM para os IFs, os investimentos disponibilizados para as instituições e as iniciativas pela administração pública em relação ao BIM.

Figura 27 – (Questão 20) O BIM já foi implementado em seu Instituto?



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Figura 28 – (Questão 21) Quais os principais benefícios alcançados na implementação do BIM?

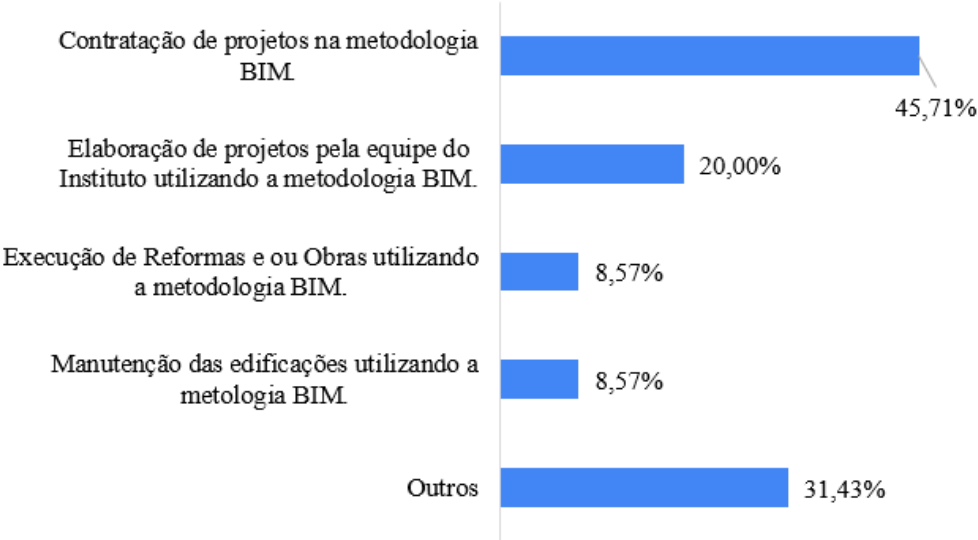


Fonte: Elaborado pela autora (2024).

De acordo com a Figura 24, apenas 20% dos IFs implementaram parcialmente a metodologia, enquanto 80% não utilizam BIM. Os principais benefícios apontados pelas instituições que adotaram a metodologia incluem eliminação de erros, identificação de conflitos, economia de tempo e detalhamento das informações ao longo do ciclo de vida da

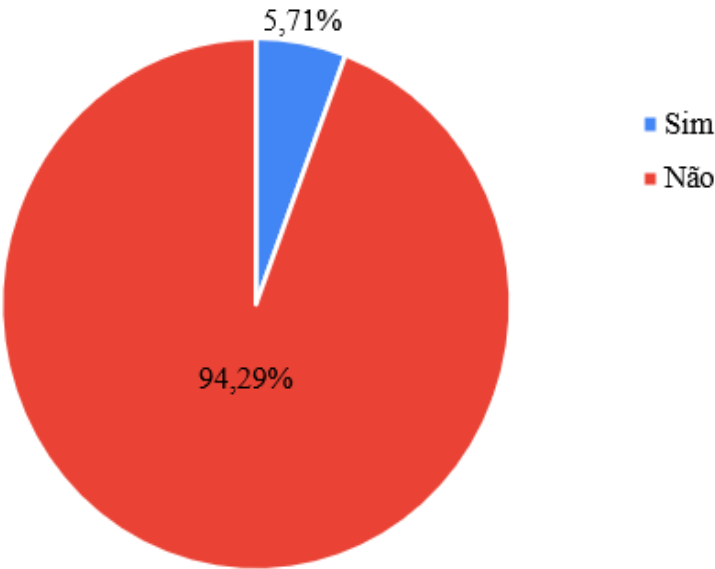
edificação (Figura 28). Em contrapartida, 31,43% declararam não utilizar BIM em nenhuma atividade (Figura 29).

Figura 29 – (Questão 22) Em qual atividade o BIM está sendo aplicado no seu Instituto?



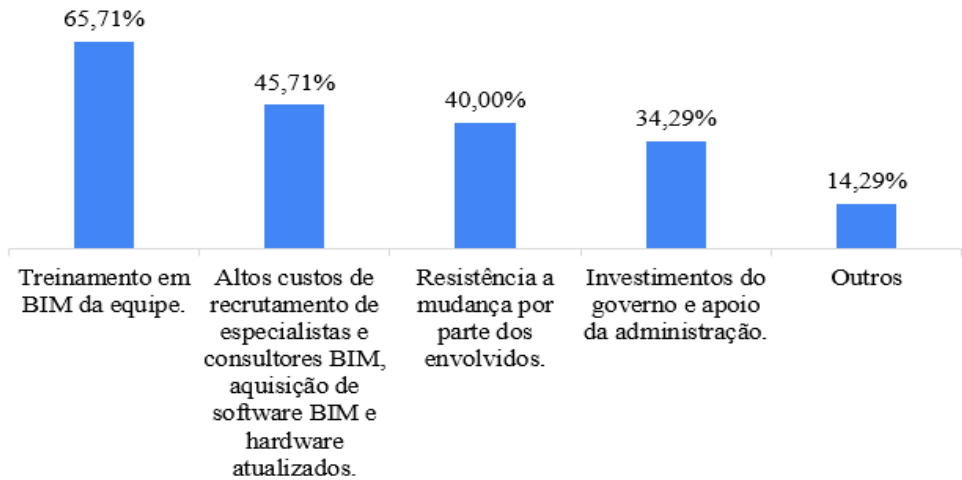
Fonte: Elaborado pela autora (2024)

Figura 30 – (Questão 23) Sua instituição é treinada para atender às especificações BIM quando solicitadas em licitações públicas?



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Figura 31 – (Questão 24) Quais são as principais dificuldades enfrentadas para o estabelecimento do marco regulatório do BIM no IF?

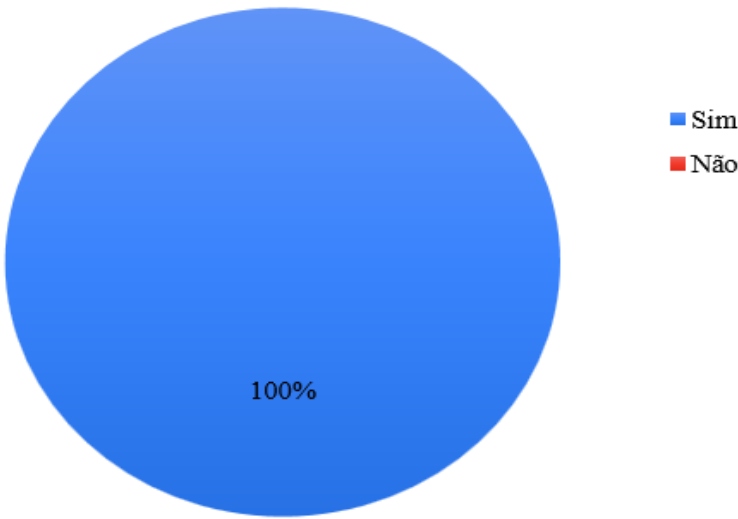


Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Somente 5,71% das instituições afirmaram estar preparadas para atender especificações BIM em processos licitatórios (Figura 30). A baixa preparação está relacionada a fatores críticos identificados na Figura 31, como falta de capacitação (65,71%), altos custos de contratação de consultores, aquisição de infraestrutura, resistência à mudança e ausência de apoio institucional.

As respostas evidenciam que o treinamento das equipes é um fator determinante para a criação de um Plano de Execução BIM (PEB), documento fundamental para padronizar processos, reduzir riscos contratuais e garantir maior eficiência em licitações.

Figura 32 - (Questão 25) Em sua opinião, um protocolo de implementação BIM, específico para os IFs, contribuirá para adoção do mesmo nos Institutos?

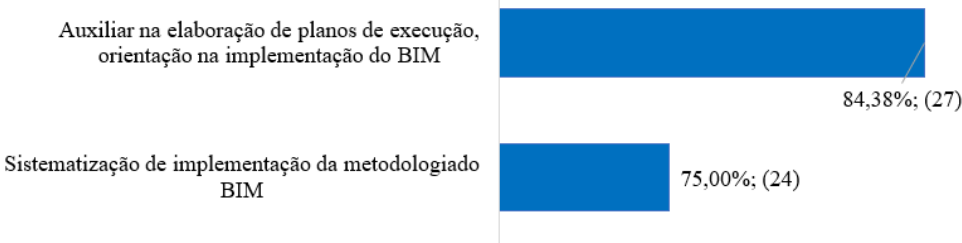


Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Todos os respondentes concordam que um protocolo específico para os IFs contribuirá para a implementação do BIM (Figura 32). Entre os benefícios apontados, destacam-se:

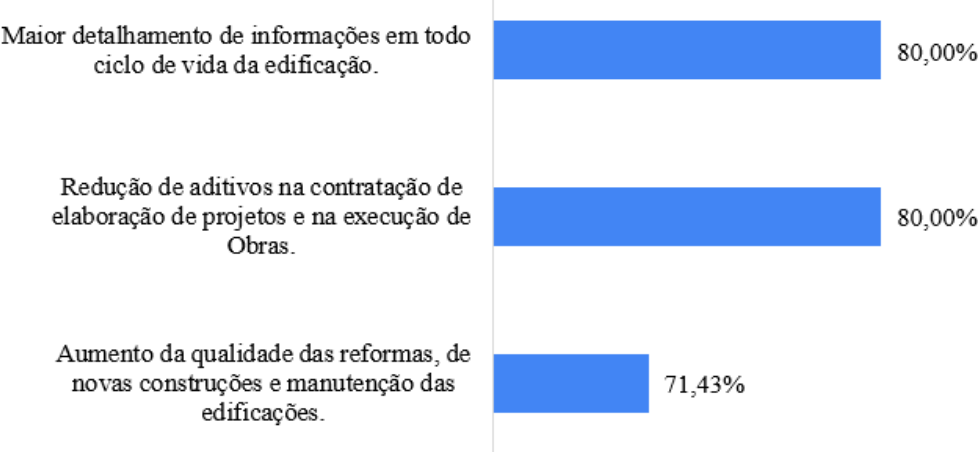
sistematização da metodologia, definição de processos, clareza nos contratos, padronização de entregáveis e alinhamento às normas nacionais (Figura 30).

Figura 33 - (Questão 26) Quais benefícios que um protocolo pode proporcionar na implementação do BIM nos IFs?



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

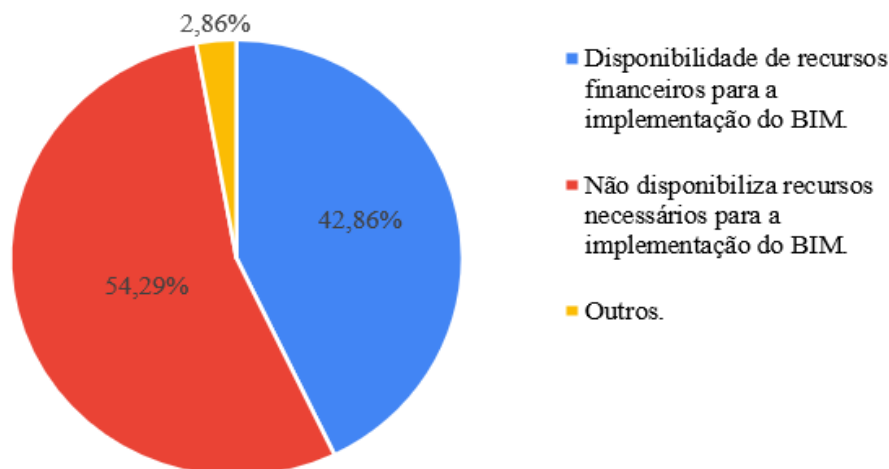
Figura 34 – (Questão 27) Quais os principais benefícios da implementação do BIM para os IFs?



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

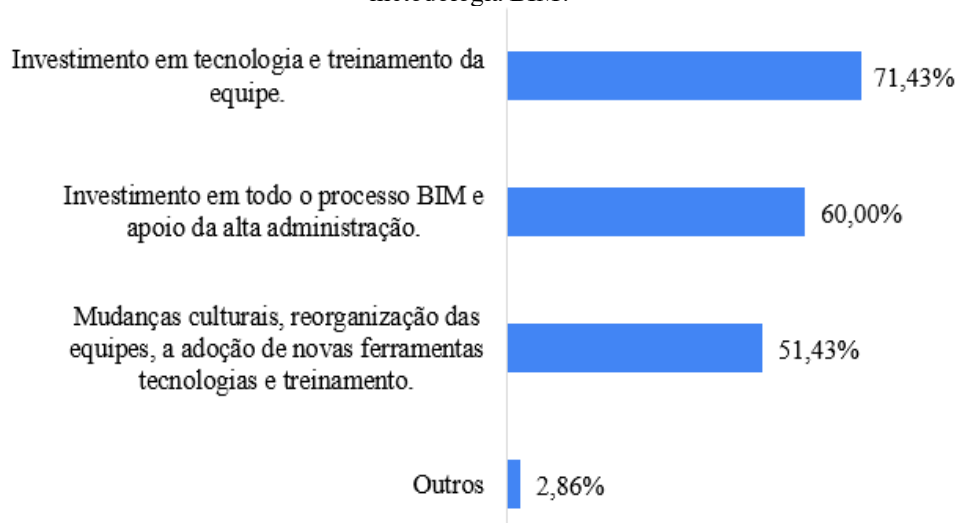
Na Figura 33, os respondentes destacam que o BIM trará ganhos significativos em todas as fases do ciclo de vida da edificação, como aumento da qualidade, redução de aditivos contratuais e melhoria da gestão de reformas e manutenções.

Figura 35 –(Questão 28) Como estão os investimentos disponíveis para a implementação do BIM na sua instituição?



Fonte: Elaborado pela autora (2024)

Figura 36 – (Questão 29) Qual a principal mudança deve acontecer para a adequação de sua instituição na metodologia BIM?



Fonte: Elaborado pela autora (2024)

Apesar dos benefícios, 54,29% dos IFs informaram não possuir recursos financeiros para implementar o BIM (Figura 32), sendo o investimento em infraestrutura e capacitação apontado como prioridade por 71,43% dos respondentes (Figura 35).

A ausência de investimentos impacta diretamente na maturidade BIM dos IFs. Recomenda-se, portanto, ampliar o quadro técnico e estruturar ações estratégicas, como contratação de serviços especializados, caso a expansão da equipe não seja viável.

A questão 30 abordou as iniciativas da Administração Pública com a seguinte pergunta: “Qual sua opinião sobre as iniciativas que estão sendo tomadas pela Administração Pública para promover, desenvolver e implementar a metodologia BIM no campo da construção?”

De modo geral, os respondentes destacaram fragilidade e lentidão nessas iniciativas. Parte significativa não identificou nenhuma ação concreta por parte da Administração Pública,

enquanto outros mencionaram apenas os decretos federais e a atualização da Lei de Licitações, que estabelecem a preferência pela utilização do BIM em obras e serviços de engenharia.

Nesse contexto, os participantes enfatizaram a necessidade de maior apoio governamental para a difusão e implementação da metodologia nos Institutos Federais. Esse apoio deveria contemplar investimentos financeiros em treinamentos, capacitação de equipes e na aquisição de infraestrutura tecnológica, elementos considerados essenciais para a plena adoção do BIM. Foi destacada, ainda, a relevância de investimentos específicos do MEC/SETEC para viabilizar a implementação da metodologia em toda a Rede Federal.

Alguns respondentes reconheceram o mérito das iniciativas já existentes, mas ressaltaram a complexidade da adoção do BIM em equipes técnicas reduzidas, frequentemente sobrecarregadas pelas altas demandas institucionais. Nesse sentido, reforçaram a importância de ampliar os quadros técnicos das instituições como condição para o sucesso da implementação.

Por fim, os participantes destacaram a necessidade de uma sistematização padronizada para orientar a aplicação do BIM nos institutos. O desenvolvimento de documentos de referência, padrões e normas foi apontado como medida fundamental, sobretudo para uniformizar os processos de contratação de projetos em BIM.

4.3.4 Consolidação dos Resultados e Estratégias

O Quadro 14 sintetiza os resultados do questionário, categorizando-os nos pilares pessoas, tecnologia e processos, bem como as estratégias propostas para adequação à metodologia BIM.

Quadro 14 – Resultados do questionário aplicados aos técnicos dos IFs e estratégias para adequação à implementação do BIM

PILAR	PRINCIPAIS RESULTADOS	ESTRATÉGIAS PROPOSTAS
Pessoas	Baixo conhecimento em BIM; ausência de capacitação; falta de incentivos.	Implementar programas de formação; liberar tempo para capacitação; criar política interna de incentivo.
Tecnologia	Uso predominante de CAD; infraestrutura insuficiente; ausência de CDE.	Investir em <i>hardwares</i> e <i>softwares</i> BIM; adotar plataforma colaborativa (CDE).
Processos	Falta de PEB; ausência de fluxos padronizados; baixa integração entre equipes.	Elaborar PEB institucional; padronizar fluxos e entregáveis; definir responsabilidades (RACI).

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

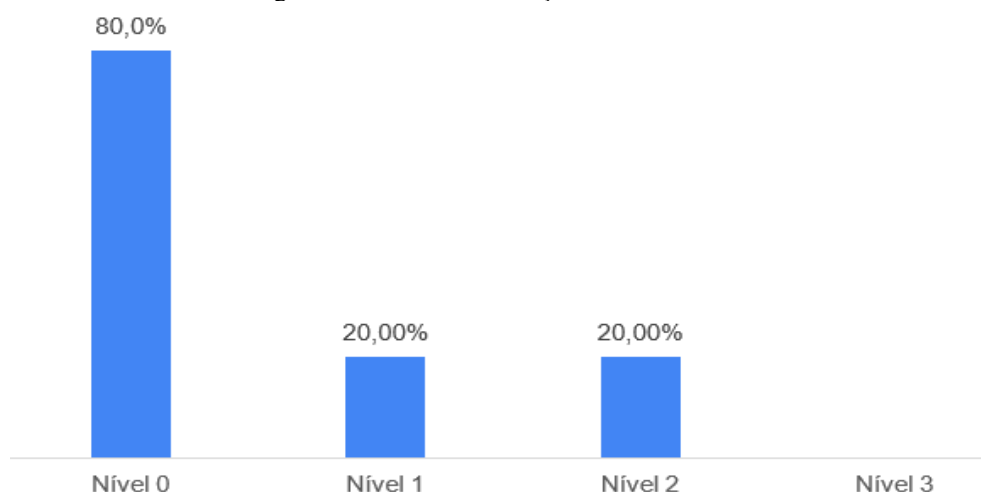
É importante destacar que o engajamento da alta administração constitui fator determinante para o êxito das ações propostas. Esse envolvimento não se restringe à alocação

de recursos financeiros e materiais, mas implica também a definição de políticas institucionais claras, a promoção de um ambiente favorável à inovação e ao exercício de uma liderança ativa no processo de transformação digital. A atuação da gestão superior deve, portanto, orientar-se pela formulação de estratégias de longo prazo, pelo estabelecimento de mecanismos de governança e pelo fomento à cultura organizacional voltada à adoção do BIM, assegurando que a metodologia seja incorporada de forma sustentável e alinhada aos objetivos institucionais.

4.4 NÍVEL DE MATURIDADE DO USO BIM

Para a classificação do nível de maturidade do BIM nos Institutos Federais (IFs), utilizou-se como referência o modelo proposto por Mark Bew e Mervyn Richards. A Figura 37 foi elaborada com base nas respostas obtidas no questionário.

Figura 37 - Nível de utilização do BIM nos IFs



Fonte: Elaborado pela Autora (2025)

A análise evidencia que a adoção do BIM nos IFs ocorre de forma lenta: 80% das instituições ainda não implementaram a metodologia. Dos 38 Institutos Federais convidados, 35 participaram da pesquisa, representando 92% do total de IFs existentes no Brasil.

As equipes técnicas são compostas, em sua maioria, por arquitetos, engenheiros, técnicos em edificações, técnicos em segurança do trabalho, desenhistas/projetistas e tecnólogos em construção civil e, em alguns casos, por profissionais de apoio administrativo, como gestores públicos e assistentes administrativos. Embora esses profissionais possuam experiência consolidada no serviço público, tal expertise não se traduz necessariamente em proficiência no uso do BIM.

Quanto ao conhecimento específico, apenas 22,86% das instituições afirmaram dispor de equipes treinadas para implementação da metodologia, enquanto a maioria declara possuir apenas conhecimentos básicos. Em termos tecnológicos, a realidade é semelhante: a infraestrutura disponível, incluindo *softwares*, *hardwares* e redes, ainda não atende aos requisitos necessários para adoção plena do BIM. A maior parte das instituições mantém capacidade adequada para o desenvolvimento de projetos, mas restrita aos métodos convencionais baseados em CAD.

Entre os desafios apontados, destacam-se:

- necessidade de investimentos em capacitação e treinamento;
- contratação de especialistas e consultores BIM;
- aquisição de *softwares* e equipamentos atualizados.

Em síntese, apenas 20% dos respondentes encontram-se em fase inicial de utilização do BIM. Além disso, 65,71% consideram o treinamento e a capacitação da equipe como o principal obstáculo, enquanto 71,43% apontam a necessidade de investimentos em infraestrutura tecnológica e qualificação como condição indispensável para viabilizar a implementação da metodologia nos Institutos Federais.

4.5 DESAFIOS PARA IMPLEMENTAÇÃO DO BIM

Com base nas entrevistas e na análise dos formulários aplicados, três desafios principais foram identificados:

- A ausência de processos formalizados e padronizados;
- A necessidade de capacitação continuada das equipes técnicas;
- A limitação na integração entre sistemas e tecnologias adotadas.

Esses desafios reforçam a necessidade de uma proposta estruturada e adaptável de protocolo. A Figura 38 apresenta os principais aspectos críticos identificados na implementação do BIM, conforme análise da literatura.

Figura 38 - Aspectos críticos na implementação do BIM



Fonte: Elaborado pela Autora (2025).

4.6 ANÁLISE COMPARATIVA: LITERATURA E DIAGNÓSTICO NOS IFS

A partir do cruzamento entre os achados da literatura e os resultados do diagnóstico, observa-se que os desafios enfrentados pelos Institutos Federais refletem diretamente as lacunas apontadas nos documentos normativos. Aspectos como maturidade institucional incipiente, ausência de fluxos estruturados e baixa integração entre as etapas do ciclo de vida das obras aparecem tanto na teoria quanto na realidade prática das instituições.

Essa convergência reforça a pertinência da proposta apresentada, ao evidenciar a necessidade de padronização e estruturação dos processos para viabilizar a adoção do BIM nos IFs. Dessa forma, os resultados obtidos até aqui não apenas justificam a elaboração de um protocolo adaptado à realidade multicampi, como também subsidiam tecnicamente sua estruturação.

O capítulo seguinte apresenta a Proposta de Protocolo de Implementação do BIM, descrevendo sua organização interna e os fundamentos que orientaram sua construção, alinhando as práticas institucionais às melhores referências nacionais e internacionais.

5 DESENVOLVIMENTO DO ARTEFATO: PROPOSTA DE UM PROTOCOLO DE IMPLANTAÇÃO DO BIM NOS IFs

Este capítulo apresenta o desenvolvimento do artefato concebido a partir da metodologia *Design Science Research* (DSR), detalhando as etapas, diretrizes e componentes que constituem a Proposta do Protocolo de Implementação do *Building Information Modeling* (BIM) nos Institutos Federais (IFs), e a validação feita por profissionais da área do BIM.

Os artefatos são concebidos com a finalidade de solucionar problemas práticos específicos, promovendo eficiência, padronização e melhoria de processos nas organizações. Segundo Dresch *et al.* (2015), esses artefatos representam instrumentos aplicados para aprimorar sistemas e processos, agregando valor em contextos determinados. Sua essência está na capacidade de atender às necessidades dos usuários, proporcionando eficiência operacional e eficácia na superação dos desafios identificados.

A abordagem *Design Science Research* (DSR), utilizada neste trabalho, confere ao artefato desenvolvido um caráter não apenas prescritivo, mas também cientificamente fundamentado e passível de generalização. De acordo com Oliveira (2019), a aplicação da DSR permite que os artefatos concebidos para resolver problemas específicos possam ser replicados ou adaptados em diferentes cenários organizacionais, oferecendo contribuições relevantes tanto para a prática profissional quanto para a academia.

Nesse contexto, o artefato apresentado, a Proposta do Protocolo de Implementação do BIM nos Institutos Federais (IFs), foi estruturado para atender à realidade institucional da Rede Federal de Educação Profissional e Tecnológica, respondendo às necessidades operacionais das áreas de engenharia e arquitetura. Sua elaboração baseou-se nos resultados obtidos a partir da revisão da literatura, da análise de guias e protocolos BIM e das informações coletadas por meio de questionário aplicado aos IFs, conforme apresentado nos capítulos anteriores.

5.1 O ARTEFATO - PROPOSTA DO PROTOCOLO

A proposta do protocolo desenvolvido neste estudo será posteriormente consolidada em um manual técnico, voltado para os profissionais das áreas de engenharia e arquitetura dos Institutos Federais, bem como para órgãos públicos que considerem este modelo aplicável às suas necessidades. Essa decisão visa facilitar a compreensão e aplicação prática das diretrizes apresentadas, promovendo a adoção gradual do BIM em conformidade com os objetivos institucionais.

O artefato proposto tem como principal finalidade servir como um guia de apoio estratégico, fornecendo orientações claras e estruturadas para a implementação do BIM no contexto das instituições públicas. É importante destacar que este documento não pretende substituir normas, guias ou manuais já existentes, mas sim complementá-los, atuando como uma referência objetiva, prática e adaptável. Seu enfoque recai sobre a aplicação de boas práticas, de forma a integrar os elementos essenciais de pessoas, processos e tecnologia, garantindo coerência com legislações vigentes, estratégias nacionais (BIM BR) e padrões internacionais de governança BIM.

A elaboração desta proposta do protocolo está diretamente relacionada aos achados do Capítulo 4, que evidenciaram os principais desafios para a adoção do BIM, como a falta de conhecimento, resistência à mudança, interoperabilidade limitada e restrições orçamentárias, bem como as melhores práticas identificadas em documentos normativos, guias e protocolos nacionais e internacionais. Ao reunir esses elementos, o artefato busca mitigar barreiras críticas, propor mecanismos de padronização e governança e estabelecer diretrizes práticas para a implementação efetiva da metodologia nos Institutos Federais.

5.2 DESENVOLVIMENTO

O desenvolvimento da proposta do protocolo seguiu um processo estruturado de construção teórica e prática, fundamentado nos pressupostos da *Design Science Research* (DSR), conforme discutido no Capítulo 2. O objetivo central foi transformar o conhecimento produzido ao longo da pesquisa em um artefato aplicável, funcional e adaptado à realidade multicampi dos Institutos Federais.

A proposta do protocolo partiu da integração de três bases fundamentais:

- Revisão da literatura e documentos normativos: foi realizada uma análise crítica de manuais, guias e protocolos nacionais e internacionais (Quadro 12), da qual se extraiu um conjunto de 18 elementos recorrentes entre as boas práticas de implementação do BIM no setor público e privado;
- Análise documental dos IFs: levantamento e exame de portarias, normativas internas e organogramas dos setores de engenharia e arquitetura dos Institutos, buscando compreender os fluxos institucionais existentes e o grau de formalização de práticas relacionadas ao ciclo de vida das obras;
- Diagnóstico da maturidade BIM: coleta de dados junto a representantes técnicos dos IFs, realizada por meio de questionário estruturado com base no modelo iBIM. Essa

etapa permitiu identificar fragilidades, práticas isoladas e lacunas que precisariam ser consideradas no desenho da proposta do protocolo.

A partir dessas três evidências, a proposta de protocolo foi estruturada em módulos temáticos, com o objetivo de permitir sua aplicação gradual, respeitando o nível de maturidade de cada instituição. Cada módulo contempla diretrizes específicas que abrangem desde a concepção inicial até a manutenção dos empreendimentos, sempre em alinhamento com as premissas de interoperabilidade, colaboração e rastreabilidade definidas pelas estratégias nacionais (BIM BR) e pelas normativas internacionais (ISO 19650, PAS 1192, entre outras).

O processo de desenvolvimento foi iterativo, com revisões frequentes da estrutura do protocolo à medida que novas evidências eram incorporadas. As principais seções da proposta do protocolo incluem:

- Objetivos e escopo institucional da implementação;
- Modelo de governança BIM e fluxograma macro de implantação;
- Definição de papéis e responsabilidades institucionais;
- Diretrizes para modelagem, compatibilização e gestão de informações;
- Planos de capacitação e estratégia de comunicação organizacional;
- Indicadores de monitoramento e acompanhamento da maturidade BIM ao longo do tempo.

Esse desenho permitiu alinhar a proposta do protocolo a diferentes estágios de prontidão tecnológica e organizacional, propondo rotas alternativas para instituições com menor grau de maturidade. Assim, o artefato não se propõe a ser um modelo rígido, mas uma proposta escalável e flexível, com parâmetros claros de adoção progressiva.

A versão inicial da Proposta do Protocolo de Implementação do BIM nos Institutos Federais, elaborada com base nas diretrizes mencionadas, resultou em um documento técnico composto por 83 páginas. Essa versão contempla, de forma detalhada, todos os módulos estruturantes necessários para a adoção da metodologia BIM no contexto dos IFs.

Concluída a elaboração da proposta do protocolo com base nas diretrizes técnicas e evidências empíricas, a etapa seguinte consistiu na validação do artefato por meio da contribuição de especialistas, conforme descrito a seguir.

5.3 VALIDAÇÃO DO ARTEFATO – PROPOSTA DE PROTOCOLO DE IMPLEMENTAÇÃO DO BIM

Este item apresenta os resultados da validação da proposta do protocolo, com o objetivo de aferir sua qualidade e aplicabilidade prática frente aos objetivos definidos nesta pesquisa. A análise foi conduzida com a participação de professores especialistas em BIM, que avaliaram o conteúdo, a estrutura e a viabilidade do documento técnico preliminar (com 83 páginas).

A metodologia adotada envolveu entrevistas online, nas quais os avaliadores ofereceram sugestões de ajustes e melhorias. A validação considerou critérios como clareza, coerência interna, aderência às necessidades institucionais e consistência com as boas práticas do setor público. Os resultados desse processo de validação são detalhados ao longo deste item.

5.3.1 Grupo de avaliadores

Os participantes das entrevistas constituem um grupo de especialistas em BIM vinculados a universidades públicas brasileiras. A seleção dos avaliadores foi realizada a partir de informações disponibilizadas nos sites institucionais, considerando suas publicações acadêmicas e linhas de pesquisa relacionadas à temática.

Ao todo, foram expedidos 22 convites. Destes, 10 profissionais responderam inicialmente: um docente declarou não possuir disponibilidade, mas indicou outros dois especialistas; outro informou impossibilidade de participação; e oito manifestaram interesse em colaborar. Entretanto, somente seis concluíram efetivamente a etapa de entrevistas, visto que dois avaliadores, embora tenham confirmado interesse, não prosseguiram até a finalização.

Dessa forma, a validação do protocolo fundamentou-se na contribuição de seis especialistas em BIM. Para preservar a identidade desses participantes, optou-se por identificá-los ao longo do texto pelas letras A, B, C, D, E e F, porém, para ter conhecimento da experiência de cada avaliador na área BIM, o Quadro 15, apresenta a experiência de cada avaliador.

Quadro 15 - Caracterização dos Especialistas Participantes da Validação

AVALIADORES	PROFISSÃO	EXPERIÊNCIA	DATA DA ENTREVISTA	DURAÇÃO
A	Arquitetura e Urbanismo	Docente e integrante do grupo <i>Model Uses</i> (BIM Excellence Initiative) desde 2021. Atuação voltada ao BIM.	03/07/2025	45 minutos
B	Arquitetura e Urbanismo	Professora com experiência em projeto arquitetônico, modelagem paramétrica, fabricação digital e BIM	25/06/2025	35 minutos
C	Engenheiro Civil	Docente nas áreas de TICs, ambientes colaborativos, realidade virtual e BIM.	06/06/2025	45 minutos
D	Engenheira Civil	Professora atuante em construção civil, gestão de projetos, riscos, sustentabilidade, BIM e IA.	28/08/2025	30 minutos
E	Arquitetura e Urbanismo	Professor em conforto ambiental, eficiência energética, CAD e modelagem BIM.	01/07/2025	40 minutos
F	Engenheiro Civil	Professor com foco em gestão de projetos, BIM, sustentabilidade, qualidade e inovação na construção civil.	16/07/2025	65 minutos

Fonte: Elaborada pela autora (2025).

5.3.2 Questões da entrevista

As questões apresentadas no Quadro 16 foram elaboradas para direcionar a avaliação, de forma a alinhar as percepções dos especialistas com os objetivos da pesquisa.

Quadro 16 - Questões da avaliação da proposta do protocolo de implementação do BIM

Nº	Questões	Objetivos
01	Você avalia que a criação do artefato, protocolo de implementação do BIM, irá contribuir ou facilitar na implementação do BIM nos IFs?	Avaliar a eficácia do protocolo na facilitação do processo de adoção do BIM nos Institutos Federais (IFs).
02	Em sua opinião, o conteúdo do protocolo de implementação do BIM, apresenta uma linguagem clara, objetiva e de fácil compreensão?	Verificar a clareza, objetividade e facilidade de compreensão da linguagem utilizada no protocolo de implementação do BIM.
03	A estrutura dos capítulos do protocolo esta bem organizada?	Avaliar a adequação da organização estrutural dos capítulos do, considerando a lógica, a sequência e a coerência das informações apresentadas.
04	Os processos e procedimentos apresentados no protocolo, garantem a qualidade e aplicabilidade para a implementação do BIM?	Verificar se os processos e procedimentos descritos no protocolo asseguram a qualidade e a aplicabilidade necessárias para a efetiva implementação do BIM.
05	Em sua opinião, o protocolo apresenta todas as fases de implementação do BIM?	Avaliar se o protocolo abrange de maneira completa todas as fases do processo de implementação do BIM.

Continua na próxima página.

Nº	Questões	Objetivos
06	Quais são os itens que podem ser incluídos ou eliminados no protocolo para uma melhor funcionalidade?	Identificar possíveis ajustes no protocolo de implementação do BIM, incluindo sugestões de inclusão ou remoção de itens, visando aprimorar sua funcionalidade e eficiência.
07	Você indicaria o protocolo para auxiliar nos estudos de implementação do BIM para alguma organização?	Avaliar a relevância e a utilidade do protocolo como ferramenta de apoio para organizações interessadas na implementação do BIM, considerando sua aplicabilidade e eficácia.
08	Quanto ao tamanho do protocolo, acredita que está dimensionado adequadamente?	Verificar a percepção dos especialistas sobre a adequação do tamanho do protocolo, considerando seu equilíbrio entre detalhamento e praticidade para a implementação do BIM.
09	Por fim, para a validação do protocolo, qual o crítica ou sugestão que você tem a fazer ao protocolo de implementação do BIM?	Coletar críticas e sugestões dos especialistas para aprimorar o protocolo de implementação do BIM, contribuindo para sua validação.

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

5.3.3 Resultados da validação

A seguir, apresentam-se os resultados obtidos a partir das entrevistas com os especialistas, organizados conforme as questões norteadoras para a validação. As análises sintetizam as percepções dos avaliadores e destacam aspectos relacionados à relevância, aplicabilidade e clareza da Proposta de Protocolo de Implementação do *Building Information Modeling* (BIM).

5.3.3.1 Questão 1 – Contribuição do Protocolo

A maioria dos avaliadores (A, B, C, D, E e F) reconheceu que a proposta do protocolo representa uma contribuição relevante para os Institutos Federais (IFs), por oferecer orientações alinhadas às diretrizes da Estratégia BIM BR e aos normativos nacionais. Apenas o avaliador F apresentou uma posição mais crítica, destacando a necessidade de um diagnóstico prévio das condições institucionais para assegurar a aplicabilidade efetiva do documento.

5.3.3.1.1 Interpretação e Fundamentação Teórica

O consenso majoritário indica que a proposta do protocolo atende ao seu objetivo central: apoiar a implementação do BIM nos IFs de forma padronizada e orientada por boas práticas. Essa percepção está em consonância com a Estratégia BIM BR (BRASIL, 2019) e com o Decreto nº 10.306/2020, que determinam ações progressivas para adoção do BIM em contratações públicas. Contudo, a ressalva feita pelo avaliador F evidencia um ponto crítico amplamente reconhecido na literatura: a implementação bem-sucedida do BIM requer diagnóstico organizacional prévio, que considere recursos, competências e processos existentes.

Autores como Succar (2009) e Kassem e Succar (2017) reforçam que a adoção do BIM deve ser gradual e contextualizada, de modo a evitar modelos prescritivos que desconsiderem a heterogeneidade institucional. Essa abordagem está relacionada à ideia de maturidade BIM, que varia conforme os níveis de capacitação tecnológica, normativa e cultural de cada organização.

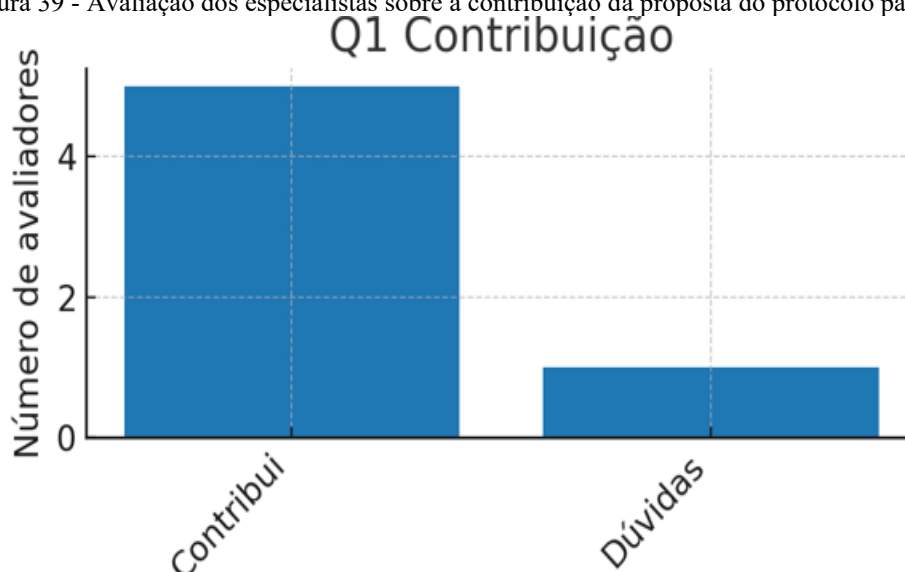
5.3.3.1.2 Discussão Crítica

Embora a proposta do protocolo seja amplamente valorizada por sua contribuição estratégica, a crítica à sua abrangência sugere a necessidade de incorporar instrumentos diagnósticos, como *checklists* ou matrizes de maturidade, que permitam avaliar a prontidão institucional antes da aplicação integral do documento. Essa medida não apenas aumentaria a eficácia do protocolo, como também o alinharia a modelos internacionais de gestão da informação, conforme orientações da NBR 19650 (2022).

Dessa forma, os resultados indicam que, embora a proposta do protocolo represente um avanço significativo para a padronização da implementação do BIM nos IFs, sua efetividade depende da adaptação às realidades locais e do suporte com ferramentas diagnósticas.

Em síntese, a percepção predominante é positiva, mas reforça-se a importância de mecanismos que assegurem flexibilidade e contextualização, garantindo que a proposta do protocolo se mantenha aplicável em diferentes níveis de maturidade organizacional. A Figura 39 apresenta a ilustração dos avaliadores.

Figura 39 - Avaliação dos especialistas sobre a contribuição da proposta do protocolo para os IFs.



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

5.3.3.2 Questão 2 – Clareza e linguagem

Os avaliadores A, B, C, D, E e F apontaram que a linguagem da proposta do protocolo é clara e objetiva, embora tenham sugerido ajustes para maior síntese, como separar conceitos, reduzir explicações extensas e disponibilizar uma versão resumida. O avaliador F também reconheceu a clareza, mas enfatizou que a compreensão do conteúdo depende do nível de preparo técnico do leitor, o que pode limitar a efetividade do documento em determinados contextos.

5.3.3.2.1 Interpretação e Fundamentação Teórica

A percepção geral de clareza indica que a proposta do protocolo atenda a um requisito essencial para documentos técnicos e normativos: facilidade de leitura e compreensão. Contudo, a necessidade de maior síntese e segmentação do conteúdo aponta para desafios relacionados à usabilidade. A observação do avaliador F reforça a importância de considerar diferentes perfis de usuários, desde gestores administrativos até equipes técnicas especializadas em BIM.

De acordo com Kassem e Succar (2017), documentos orientativos devem equilibrar rigor técnico e acessibilidade, evitando excesso de tecnicismo que dificulte a apropriação do conteúdo. Essa preocupação também é destacada por Viana e Carvalho (2021), ao apontarem que a proposta dos protocolos institucionais precisam oferecer clareza sem comprometer a

profundidade. Diretrizes da Estratégia BIM BR e da ABNT NBR 19650 (2022) reforçam essa perspectiva, ao recomendar que orientações sejam apresentadas de forma padronizada e segmentada, facilitando a aplicação prática.

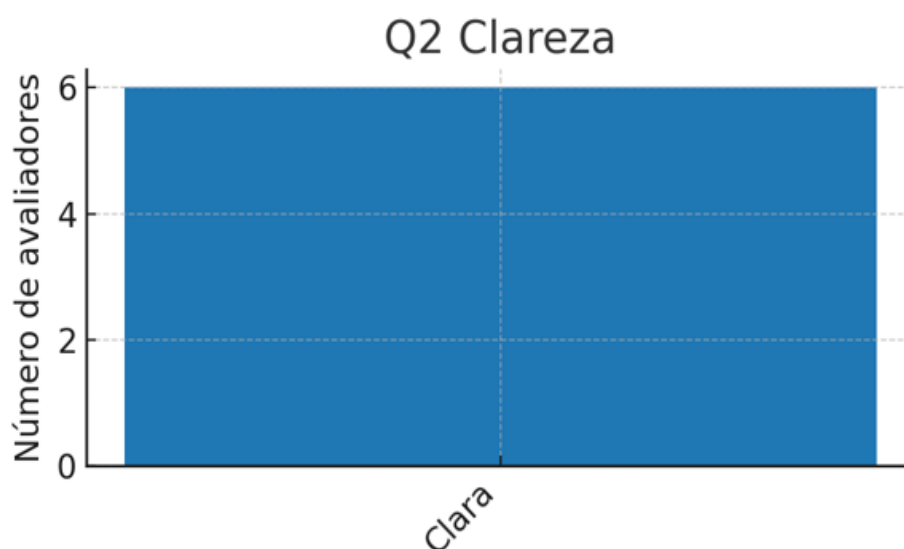
5.3.3.2.2 Discussão Crítica

Apesar do reconhecimento da clareza, os comentários evidenciam a necessidade de tornar a proposta do protocolo mais objetivo e adaptável. A elaboração de versões resumidas ou guias práticos, associadas a recursos visuais (fluxogramas, quadros e *checklists*), pode reduzir barreiras cognitivas e facilitar a consulta rápida por diferentes perfis de leitores. Essa estratégia contribui para que a proposta do protocolo cumpra sua função não apenas como documento técnico, mas também como ferramenta de gestão acessível, em consonância com as boas práticas normativas.

Portanto, a melhoria da linguagem envolve não apenas simplificação, mas também customização por público-alvo e integração de elementos gráficos, garantindo maior eficácia comunicativa e aderência às diretrizes nacionais.

Em síntese, a linguagem da proposta do protocolo é adequada, conforme ilustração Figura 40, mas requer ajustes para assegurar síntese, clareza e flexibilidade, fortalecendo sua aplicabilidade prática em ambientes institucionais diversos.

Figura 40 – Apresentação da clareza do documento



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

5.3.3.3 Questão 3 – Estrutura dos capítulos

Os avaliadores A, B, C, D, E e F apontaram que a estrutura da proposta do protocolo está organizada de forma clara, coerente e de fácil acompanhamento, favorecendo a leitura sequencial. Já o avaliador F sugeriu a adoção de uma estrutura modular, que permitisse maior flexibilidade na aplicação, de acordo com o nível de maturidade BIM das instituições.

5.3.3.3.1 Interpretação e Fundamentação Teórica

A percepção predominante de que a estrutura está organizada confirma a adequação do documento às boas práticas de elaboração de protocolos institucionais. Entretanto, a recomendação de modularidade apresentada pelo avaliador F encontra respaldo nas normas internacionais, como a ABNT NBR 19650:2022, que orienta a organização da informação em pacotes ou módulos para garantir eficiência de gestão ao longo do ciclo de vida da construção.

Esse raciocínio também dialoga com os estudos de Succar (2009), que defende a implementação progressiva do BIM em estágios, e com os *frameworks* propostos por Kassem e Succar (2017), que ressaltam a importância da flexibilidade nos protocolos para superar barreiras de adoção. Assim, a modularidade possibilita ajustes contextuais sem comprometer a coerência global, favorecendo a aplicabilidade prática.

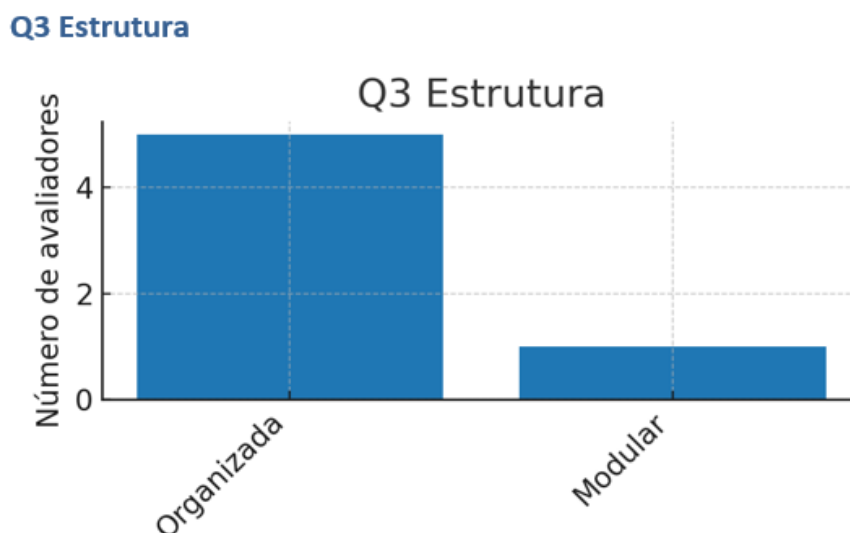
5.3.3.3.2 Discussão Crítica

Apesar do reconhecimento da estrutura atual como satisfatória, as observações indicam que o documento pode evoluir para reduzir redundâncias e incorporar maior flexibilidade. A proposta de modularidade amplia o potencial de aplicação da proposta do protocolo em diferentes realidades dos Institutos Federais, que apresentam variados níveis de maturidade BIM e restrições de recursos. Nesse sentido, como destacam Viana e Carvalho (2021), a escalabilidade e a adaptabilidade são requisitos estratégicos para a adoção do BIM em instituições públicas.

Portanto, o aperfeiçoamento da estrutura deve considerar tanto a manutenção da organização já reconhecida pelos avaliadores, quanto a inclusão de características modulares que assegurem atualização futura, coerência e aderência às diretrizes da Estratégia BIM BR e às normas internacionais.

Em síntese, a estrutura deve evoluir para reduzir redundâncias e incorporar modularidade, assegurando flexibilidade, coerência e aderência a padrões normativos, sem comprometer a clareza e a aplicabilidade. Pontos sugeridos pelos avaliadores apresentados na Figura 41.

Figura 41 – Estruturas do capítulo da proposta do protocolo



Fonte: Elaborada pela autora (2025).

5.3.3.4 Questão 4 – Processos e procedimentos

Os avaliadores A, B, C, D, E e F reconheceram que os processos descritos na proposta do protocolo apresentam coerência com as boas práticas de implementação do BIM e possuem potencial de aplicabilidade prática. Por outro lado, o avaliador D destacou que a disposição atual dos processos apresenta dispersão, o que compromete a clareza e a fluidez da leitura. O avaliador F trouxe uma análise mais ampla, apontando que, além da definição dos processos, é necessário considerar restrições estruturais, como limitações impostas por terceirização e custos adicionais decorrentes da adoção do BIM.

5.3.3.4.1 Interpretação e Fundamentação Teórica

O reconhecimento das boas práticas indica alinhamento com referenciais consolidados, como o Plano de Execução BIM (PEB) proposto no Caderno BIM BR e as recomendações da ABNT NBR 19650:2022, que enfatizam a importância da governança da informação, da padronização de procedimentos e da colaboração entre agentes. Contudo, a crítica à dispersão

dos processos merece atenção, pois a fragmentação das etapas pode dificultar a visão sistêmica e reduzir a eficiência da implementação, especialmente em instituições públicas, cuja estrutura tende a ser mais burocrática.

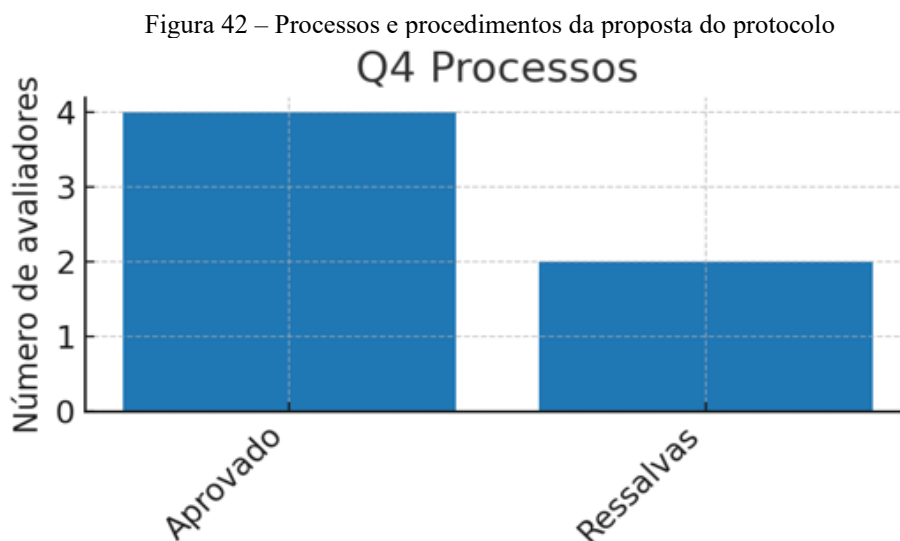
A observação do avaliador F reforça um aspecto recorrente na literatura: a presença de barreiras institucionais e econômicas no setor público. Estudos como Viana e Carvalho (2021) e Santos *et al.* (2022) evidenciam que as dificuldades de contratação de serviços especializados, associadas a limitações orçamentárias, configuram um dos principais entraves para o cumprimento das diretrizes do Decreto nº 10.306/2020, que estabelece a adoção gradual do BIM em obras públicas. Esses desafios exigem que os processos propostos pelo protocolo sejam objetivos, integrados e alinhados à legislação vigente, de modo a garantir viabilidade prática.

5.3.3.4.2 Discussão Crítica

Embora os avaliadores tenham reconhecido a pertinência técnica dos processos, fica evidente a necessidade de aperfeiçoar a organização e a clareza, eliminando redundâncias e estruturando fluxos mais lineares. A sugestão de maior integração com a realidade das contratações públicas é pertinente, visto que muitos Institutos Federais dependem de serviços terceirizados para atividades de modelagem e coordenação BIM. Essa dependência requer processos que definam responsabilidades, estabeleçam mecanismos de fiscalização contratual e garantam conformidade com normas legais, como a Lei nº 14.133/2021 (Nova Lei de Licitações).

Diante disso, recomenda-se que a proposta do protocolo adote ferramentas auxiliares, como mapas de processos e *checklists* vinculados aos dispositivos normativos, com destaque para o Decreto nº 10.306/2020 e a Estratégia BIM BR. Essa abordagem aumentará a objetividade e a aplicabilidade do documento, promovendo maior aderência às práticas de governança e à realidade das instituições públicas.

Em síntese, os processos da proposta do protocolo são válidos e fundamentados em boas práticas, mas devem evoluir para uma estrutura mais clara, integrada e ajustada às condições operacionais do setor público, assegurando escalabilidade e efetividade na implementação do BIM. A Figura 42 ilustra as sugestões de processos e procedimentos.



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

5. 3.3.5 *Questão 5 – Abrangência das fases de implementação*

Os avaliadores (A, B, C, D, E e F) reconheceu que a proposta do protocolo representa uma contribuição relevante para os Institutos Federais (IFs), por oferecer orientações alinhadas às diretrizes da Estratégia BIM BR e aos normativos nacionais. Apenas o avaliador F apresentou uma posição mais crítica, destacando a necessidade de um diagnóstico prévio das condições institucionais para assegurar a aplicabilidade efetiva do documento.

5.3.3.5.1 Interpretação e Fundamentação Teórica

O consenso majoritário indica que a proposta do protocolo atenda ao seu objetivo central: apoiar a implementação do BIM nos IFs de forma padronizada e orientada por boas práticas. Essa percepção está em consonância com a Estratégia BIM BR (BRASIL, 2019) e com o Decreto nº 10.306/2020, que determinam ações progressivas para adoção do BIM em contratações públicas. Contudo, a ressalva feita pelo avaliador F evidencia um ponto crítico amplamente reconhecido na literatura: a implementação bem-sucedida do BIM requer diagnóstico organizacional prévio, que considere recursos, competências e processos existentes.

Autores como Succar (2009) e Kassem e Succar (2017) reforçam que a adoção do BIM deve ser gradual e contextualizada, de modo a evitar modelos prescritivos que desconsiderem a heterogeneidade institucional. Essa abordagem está relacionada à ideia de maturidade BIM,

que varia conforme os níveis de capacitação tecnológica, normativa e cultural de cada organização.

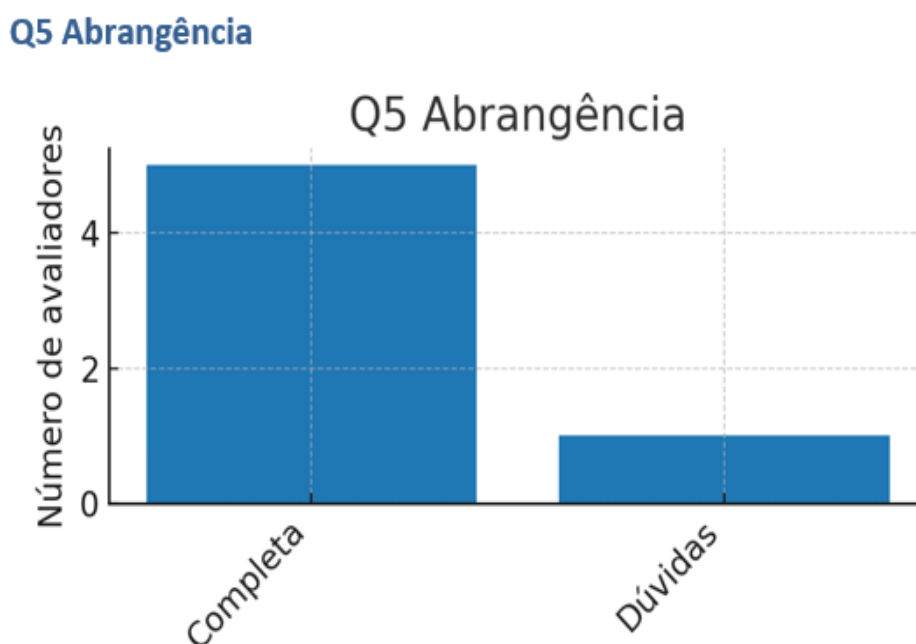
5.3.3.5.2 Discussão Crítica

Embora a proposta do protocolo seja amplamente valorizada por sua contribuição estratégica, a crítica à sua abrangência sugere a necessidade de incorporar instrumentos diagnósticos, como *checklists* ou matrizes de maturidade, que permitam avaliar a prontidão institucional antes da aplicação integral do documento. Cabe destacar que esta pesquisa contemplou essa preocupação no Capítulo 4, por meio de um levantamento aplicado aos Institutos Federais, visando identificar o nível de maturidade BIM, as iniciativas existentes e as principais barreiras de implementação. Esses resultados subsidiaram a construção da proposta do protocolo, garantindo que sua estrutura considerasse diferentes realidades institucionais.

Dessa forma, os resultados indicam que, embora a proposta do protocolo represente um avanço significativo para a padronização da implementação do BIM nos IFs, sua efetividade depende da adaptação às realidades locais e do suporte com ferramentas diagnósticas.

Em síntese, a percepção predominante é positiva, mas reforça-se a importância de mecanismos que assegurem flexibilidade e contextualização, garantindo que a proposta do protocolo se mantenha aplicável em diferentes níveis de maturidade organizacional. Figura 43, apresenta os resultados da abrangência.

Figura 43 - Abrangência das fases da proposta do protocolo



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

5.3.3.6 Questão 6 – Itens a incluir/excluir

As sugestões mais recorrentes entre os avaliadores apontam para a necessidade de inserir fluxogramas de governança (mencionados por C e E), quadros e anexos práticos (sugeridos por B e D) e exemplos reais de aplicação, além de maior objetividade no texto (indicados por A, D e F). Também houve a recomendação de eliminar redundâncias para tornar o documento mais claro e funcional.

5.3.3.6.1 Interpretação e Fundamentação Teórica

As recomendações convergem para a necessidade de transformar a proposta do protocolo em uma ferramenta operacional, não apenas conceitual. A literatura aponta que protocolos eficazes devem incorporar elementos visuais, instruções simplificadas e instrumentos aplicáveis para garantir usabilidade (KASSEM; SUCCAR, 2017). A NBR 19650 (2022) reforça que processos de gestão da informação devem ser representados de forma clara, preferencialmente por diagramas e fluxos. Além disso, a Estratégia BIM BR recomenda que órgãos públicos utilizem materiais acessíveis e padronizados, o que justifica a proposta de criar recursos complementares e versões sintéticas.

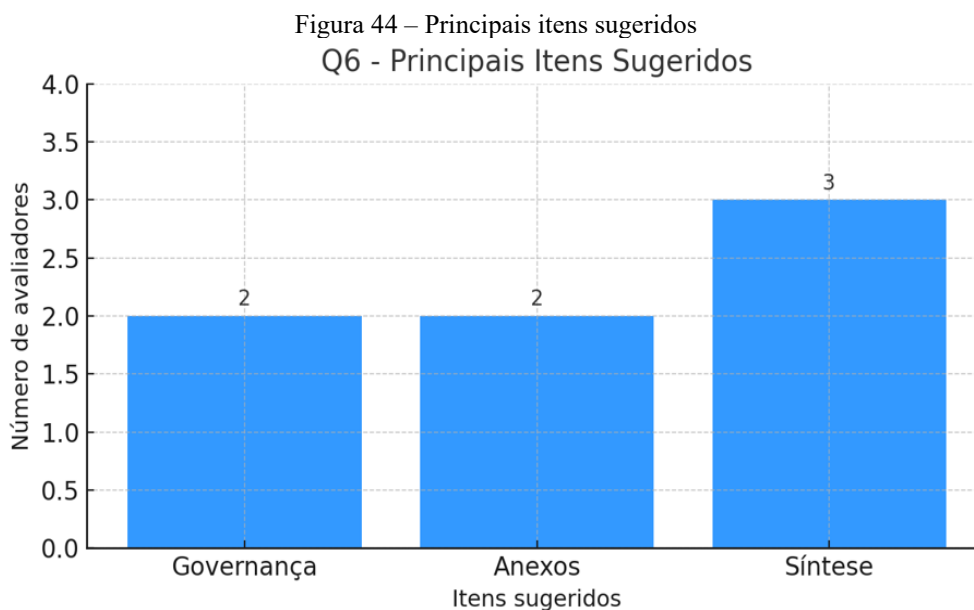
5.3.3.6.2 Discussão Crítica

As contribuições dos avaliadores revelam que, apesar da consistência conceitual da proposta do protocolo, sua aplicabilidade prática depende de recursos complementares. A inclusão de fluxogramas de governança facilita a compreensão das responsabilidades e das interações entre atores, enquanto *checklists* e anexos práticos (como modelos de Plano de Execução BIM) podem reduzir ambiguidades e acelerar a aplicação.

Alguns avaliadores sugeriram ainda que a teoria fosse mantida como apêndice, permitindo que a proposta do protocolo principal seja mais sintética, com ênfase em ferramentas aplicáveis, planilhas e instruções práticas. Outra proposta foi disponibilizar um modelo simplificado em ambiente online. Essa estratégia reforça o caráter funcional da proposta do protocolo e sua compatibilidade com práticas digitais contemporâneas.

Em síntese, a principal recomendação é tornar a proposta do protocolo mais objetiva e interativa, incorporando recursos visuais, anexos práticos e versões digitais, além de eliminar

redundâncias e simplificar a apresentação teórica. A Figura 44 apresenta os principais itens sugeridos.



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

5.3.3.7 Questão 7 – Indicação para outras organizações

Cinco avaliadores (A, B, C, D, E e F) afirmaram que indicariam a proposta do protocolo para outras organizações públicas ou privadas, destacando sua robustez e alinhamento às boas práticas do BIM. O avaliador F, porém, manteve ressalvas, argumentando que a aplicação em contextos diversos exigiria adaptações prévias, principalmente para garantir objetividade e compatibilidade com diferentes níveis de maturidade organizacional.

5.3.3.7.1 Interpretação e Fundamentação Teórica

A indicação majoritária revela que a proposta do protocolo possui potencial de replicabilidade, característica fundamental para instrumentos que visam padronização de processos no setor público. Essa replicabilidade está em consonância com as diretrizes da Estratégia BIM BR, que propõe a disseminação de práticas unificadas para aumentar a maturidade digital no país. A padronização é um elemento-chave para a interoperabilidade e eficiência, princípios defendidos na NBR 19650 (2022), que trata da gestão da informação ao longo do ciclo de vida das construções.

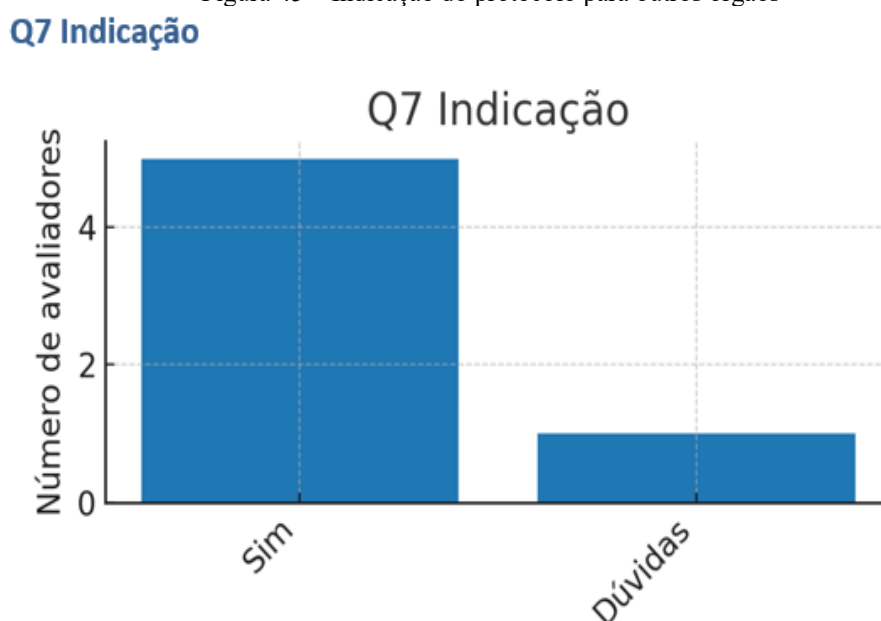
Contudo, a observação do avaliador F reforça um aspecto crítico da literatura: protocolos genéricos podem perder efetividade quando aplicados sem ajustes contextuais. Segundo Succar (2009), a implementação do BIM deve ocorrer de forma progressiva, considerando as particularidades de cada organização, incluindo recursos, cultura e infraestrutura. Portanto, a replicabilidade não deve prescindir da customização orientada por diagnósticos institucionais.

5.3.3.7.2 Discussão Crítica

Os achados indicam que, embora a proposta do protocolo apresente robustez e alinhamento às práticas normativas, sua adoção em larga escala requer mecanismos que permitam personalização. Isso pode ser viabilizado por meio de modelos flexíveis, módulos independentes e ferramentas de diagnóstico, garantindo que as instituições adaptem a aplicação conforme seus níveis de maturidade BIM. Essa abordagem não compromete a padronização, mas assegura que a proposta do protocolo atue como referência nacional, com possibilidade de ajustes locais.

Em síntese, da proposta do protocolo possui forte potencial para ser adotado por diferentes organizações, desde que sejam incorporadas estratégias para síntese, flexibilidade e personalização, garantindo sua aplicabilidade em cenários institucionais diversos. Ilustração na Figura 45 da indicação da proposta do protocolo para outras organizações.

Figura 45 – Indicação do protocolo para outros órgãos



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

5.3.3.8 Questão 8 – Dimensionamento do Documento

Dois avaliadores (A e D) recomendaram que a proposta do protocolo tenha uma versão reduzida, sugerindo cerca de 20 páginas. Os avaliadores C e E destacaram a importância de quadros-resumo e uma versão digital amigável, enquanto o avaliador A considerou o documento extenso. O avaliador F reforçou a necessidade de modularidade para permitir adaptações conforme a realidade institucional. Apenas um avaliador (B) avaliou que o tamanho atual é adequado, embora tenha sugerido complementos gráficos.

5.3.3.8.1 Interpretação e Fundamentação Teórica

A análise evidencia um consenso quanto à necessidade de síntese e diversificação de formatos, buscando equilíbrio entre profundidade conceitual e usabilidade prática. Essa preocupação é recorrente em manuais técnicos e guias institucionais, que devem atender tanto a leitores especializados quanto a gestores com pouca familiaridade com a temática. Diretrizes normativas, como a Estratégia BIM BR, reforçam a importância de materiais acessíveis e de rápida consulta, complementados por conteúdos detalhados para referência quando necessário.

A literatura também aponta para estratégias semelhantes. Segundo Kassem e Succar (2017), protocolos de implementação devem considerar a experiência do usuário para garantir adesão, utilizando recursos como *checklists*, fluxogramas, versões digitais e guias rápidos. A NBR 19650 (2022) reforça a necessidade de organizar a informação de forma estruturada e adaptável, possibilitando segmentação por módulos e diferentes níveis de detalhamento.

5.3.3.8.2 Discussão Crítica

As sugestões apontam que a complexidade da proposta do protocolo, embora necessária para garantir consistência técnica, deve ser acompanhada de mecanismos de simplificação e acesso rápido. Entre as alternativas mais indicadas estão:

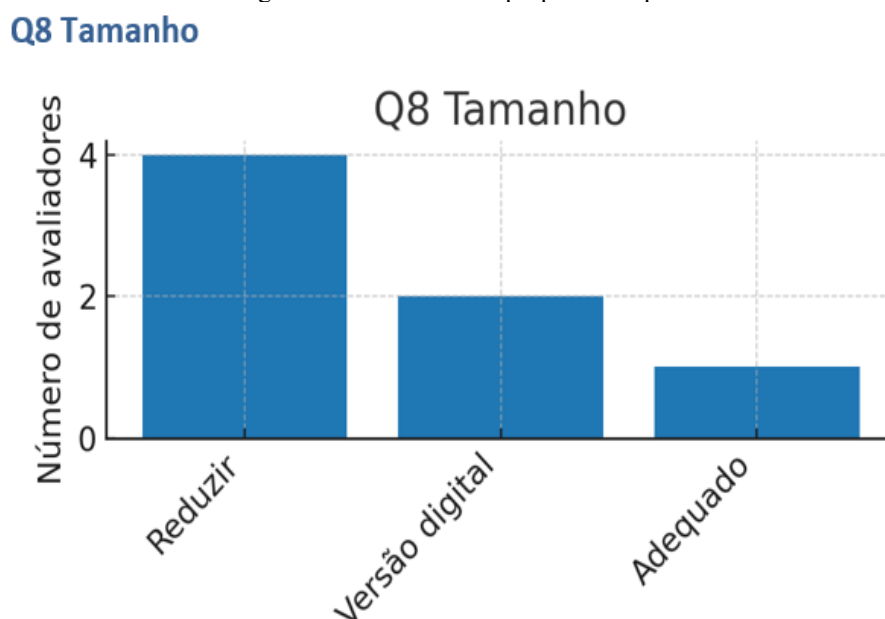
- Versões resumidas com até 34 páginas para consulta executiva.
- Quadros-resumo e *checklists* para facilitar a aplicação prática.

Disponibilização digital interativa, que permita navegação por módulos e atualização contínua. O avaliador F reforça a necessidade de modularidade, alinhada às recomendações discutidas na Questão 3, garantindo que cada organização possa aplicar apenas os componentes pertinentes à sua realidade. Essa abordagem não apenas amplia a aplicabilidade da proposta do

protocolo, mas também reduz barreiras cognitivas e operacionais para diferentes perfis de usuários.

Em síntese, a tendência é a construção de um protocolo flexível e multiplataforma, combinando uma versão detalhada para referência científica com versões resumidas e digitais para aplicação prática, em conformidade com boas práticas de elaboração de guias técnicos. Adequação do tamanho do protocolo, Figura 46.

Figura 46 – Tamanho da proposta do protocolo



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

5.3.3.9 Questão 9 – Críticas e Sugestões Finais

As contribuições finais dos avaliadores reforçam recomendações já identificadas em outras questões, com destaque para: inclusão de um modelo de governança (sugerido por A, C e E), inserção de anexos e quadros práticos (indicados por B e D) e a necessidade de diagnóstico institucional prévio para orientar a aplicação do protocolo (apontado por F). Essas observações indicam a relevância de ajustes que privilegiem a aplicabilidade e a adaptabilidade do documento.

5.3.3.9.1 Interpretação e Fundamentação Teórica

As críticas indicam que, embora a proposta do protocolo apresente consistência técnica, sua efetividade depende de estratégias que reduzam a complexidade e ampliem a funcionalidade. A inclusão de modelos de governança é coerente com as diretrizes da NBR

19650 (2022), que orienta a definição clara de papéis, responsabilidades e fluxos de decisão para a gestão da informação. Em termos práticos, governança refere-se à estrutura hierárquica que define quem decide, quem executa e quem fiscaliza, garantindo transparência e coordenação entre os agentes. Representar isso por meio de fluxogramas visuais é uma recomendação estratégica para minimizar ambiguidades.

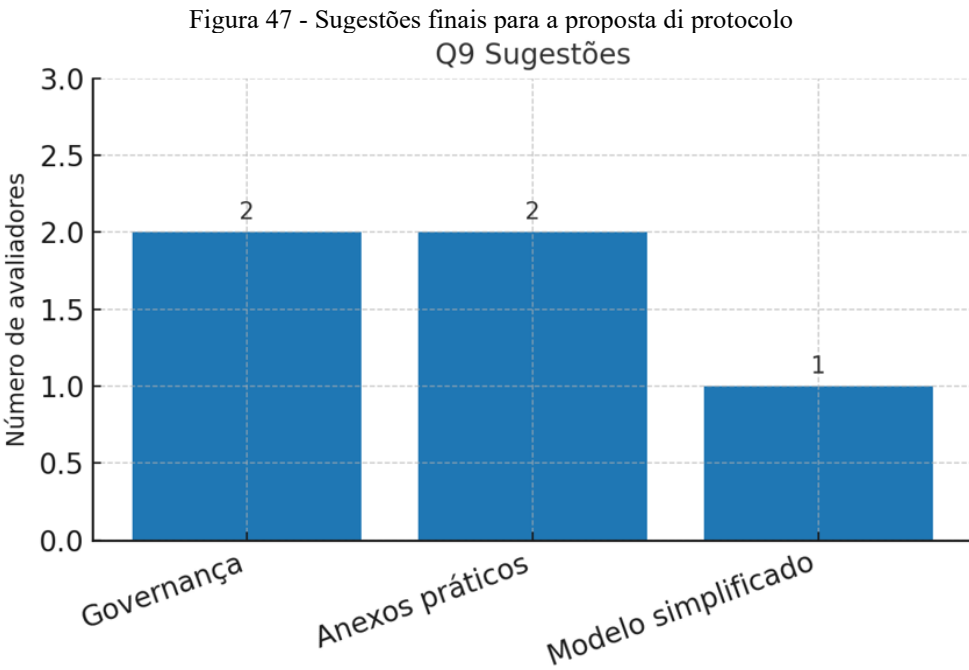
A sugestão de disponibilizar anexos e quadros práticos está alinhada às boas práticas de elaboração de guias, defendidas por Kassem e Succar (2017), que destacam a importância de recursos aplicáveis para reduzir barreiras operacionais. Já a ênfase no diagnóstico prévio reforça discussões apresentadas nas Questões 1 e 5, confirmando a necessidade de avaliar a maturidade BIM antes da aplicação integral do protocolo.

5.3.3.9.2 *Discussão Crítica*

As críticas convergem para um ponto central: da proposta do protocolo deve evoluir para se tornar um instrumento mais objetivo, modular e visual, que não apenas descreva conceitos, mas oriente a prática de forma clara e adaptável. Para isso, destacam-se as seguintes ações:

- Incluir modelos de governança com fluxos de decisão, mostrando a cadeia de responsabilidades entre gestores, coordenadores BIM e equipes técnicas.
- Inserir *checklists*, quadros e anexos práticos, incluindo modelos de PEB, matrizes de responsabilidades e cronogramas.
- Incorporar instrumentos diagnósticos, como matrizes de maturidade BIM, para orientar a aplicação conforme a realidade institucional.

Essas melhorias visam atender à diversidade dos Institutos Federais, garantindo que a proposta do protocolo atue como ferramenta estratégica e operacional, em consonância com as boas práticas normativas. Figura 47 apresenta as sugestões finais para a proposta do protocolo.



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Em síntese, as críticas finais reforçam a necessidade de proposta do protocolo enxuta, adaptável e funcional, apoiado por recursos visuais e práticos, mantendo a base teórica como suporte científico. O Quadro 17, apresenta a síntese das orientações dos avaliadores.

Quadro 17 - Síntese da validação do protocolo

Questões principais	Sugestões dos avaliadores	Atendimento na Proposta do Protocolo Final
1 – Contribuição	Incluir diagnóstico institucional	Sim (diagnóstico realizado e incorporado).
2 – Clareza resumida	Reduzir explicações, criar versão	Sim (texto reduzido e versão digital criada).
3 – Estrutura	Tornar modular	Sim (estrutura modular adotada).
4 – Processos	Tornar mais objetivos, alinhar com legislação	Sim (fluxos ajustados e integração com normas).
5 - Abrangência	Explicitar necessidade de diagnóstico	Sim (formalizado no documento).
6 – Itens a incluir/excluir	Inserir fluxogramas, anexos práticos	Sim (fluxos e anexos adicionados).
7 – Indicação	Possível replicabilidade com ajustes	Sim (versão adaptável implementada).
8 – Dimensionamento	Reduzir páginas, versão digital	Sim (redução para 30 páginas + site).
9 – Críticas finais	Governança, anexos práticos	Sim (incluídos no protocolo).

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Com base nas análises, todas as questões levantadas foram atendidas na proposta do protocolo revisada, que passou por uma reestruturação significativa. O documento, inicialmente com 85 páginas, foi reduzido para 34 páginas, priorizando quadros práticos e síntese textual,

com a teoria completa mantida como Apêndice. Além disso, foi criada uma versão digital simplificada em formato de site, reunindo conteúdos essenciais e recursos interativos (*checklists*, fluxogramas e modelos editáveis). Assim, a proposta do protocolo final atende às recomendações dos avaliadores, mantendo rigor científico e garantindo usabilidade prática para os Institutos Federais, ou para órgãos que acharem a estrutura adequada para utilização.

5.3.4 Resultado final da validação

Após a análise das nove questões e a incorporação das sugestões apresentadas pelos avaliadores, todas as recomendações foram contempladas na proposta do protocolo revisada, que se encontra no Capítulo 6. O documento original, com 83 páginas, foi reduzido para 34 páginas, eliminando repetições e sintetizando o conteúdo, mantendo quadros práticos e anexos essenciais. A fundamentação teórica foi deslocada para os Apêndices e criou-se uma versão digital simplificada em um site institucional. Dessa forma, a proposta do protocolo atende às expectativas de clareza, modularidade, aplicabilidade e recursos visuais, garantindo alinhamento com a Estratégia BIM BR e as diretrizes da NBR 19650 (2022).

Concluída a valiação e consolidação da proposta do protocolo revisado, encerra-se o ciclo de desenvolvimento do artefato. No próximo capítulo, apresentam-se as considerações finais da pesquisa, com a síntese do percurso metodológico, a análise do atendimento aos objetivos e à hipótese, bem como as contribuições, limitações e trabalhos futuros.

6 CONSOLIDAÇÃO DA PROPOSTA DO PROTOCOLO DE IMPLEMENTAÇÃO DO BIM VALIDADO

APRESENTAÇÃO

Este documento foi desenvolvido e apresentado pela autora ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutora em Engenharia Civil.

A proposta do protocolo é um conjunto de regras ou normas estabelecidas para a realização de determinada atividade ou procedimento (AURÉLIO, M. H. Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa).

Na prática, diversos documentos existentes já cumprem total ou parcialmente o papel de um protocolo, mesmo sendo nomeados de formas distintas, como cadernos BIM, manuais BIM ou guias. São exemplos brasileiros: AsBEA (2013), AsBEA (2015), Caderno Governo de Santa Catarina (2014), Coletânea CBIC (2016), Guias ABDI-MDIC (2017), Guia Governo de Santa Catarina (2022), Coletâneas Forum BIM (2023), entre outros documentos nacionais e internacionais.

No contexto da gestão pública, um protocolo funciona como um instrumento orientador, baseado em boas práticas e marcos normativos, que organiza etapas, papéis, fluxos e ferramentas para aplicação prática de políticas, programas ou metodologias.

Este documento, portanto, se propõe a sintetizar e organizar esses elementos em um formato claro, prático e adaptável, servindo como referência para os órgãos públicos que buscam implementar o *Building Information Modeling* (BIM) de forma planejada e realista.

A proposta do protocolo tem como objetivo servir como instrumento de consulta para facilitar a implementação da metodologia BIM nos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia (IFs), bem como em outros órgãos públicos que atendam aos requisitos nele descritos.

É importante destacar que este documento não tem a pretensão de substituir normas, guias ou manuais já existentes relacionados à implementação do BIM. Seu propósito é atuar como material de apoio, aplicável de forma clara e objetiva, servindo como referência de melhores práticas para a adoção do BIM nas instituições públicas.

RESUMO EXECUTIVO

Esta proposta do protocolo apresenta diretrizes para a implementação do BIM nos Institutos Federais, abrangendo planejamento, execução e operação. Inclui quadros práticos, fluxogramas e orientações para adaptação a diferentes contextos. A Figura 48 resume as principais etapas do processo. Essas fases orientam a transição progressiva da adoção do BIM nos IFs, garantindo uma abordagem gradual, consistente e adaptável às diferentes realidades institucionais. Cada uma dessas etapas será detalhada ao longo deste documento.

Figura 48- Fluxograma Geral da Proposta do Protocolo BIM



Fonte: Elaborada pela autora (2025).

6.1 INTRODUÇÃO

O *Building Information Modeling* tem sido adotado como uma metodologia que aprimora a forma de projetar, construir e gerenciar edificações, ao integrar dados, processos e profissionais em uma plataforma digital e colaborativa. Essa abordagem contribui para a articulação entre as diferentes fases do empreendimento, desde o anteprojeto até a operação e manutenção da edificação.

A metodologia fundamenta-se na integração entre políticas, tecnologias, processos e pessoas, o BIM utiliza modelos tridimensionais com dados associados, que possibilitam simulações, planejamento, execução e gestão ao longo de todo o ciclo de vida da edificação (Succar, 2009).

Ao permitir o compartilhamento de dados em tempo real entre os agentes envolvidos, o BIM favorece a transparência, qualifica a tomada de decisões, reduz desperdícios e estimula soluções mais sustentáveis. Mais do que a adoção de *softwares*, trata-se de uma abordagem que promove a interoperabilidade entre sistemas e profissionais, otimizando a gestão da informação ao longo de todo o processo.

A adoção do BIM está alinhada a objetivos estratégicos como maior eficiência, sustentabilidade, previsibilidade de resultados, melhor aproveitamento dos recursos públicos e incentivo à inovação no setor da construção civil (Kassem e Amorim, 2015).

Para alcançar esses benefícios, é essencial que as organizações compreendam o potencial do BIM e adequem sua aplicação às demandas específicas de seus projetos e contextos institucionais. Para conhecer os principais benefícios do BIM, acesse o link: <https://sites.google.com/view/beneficios-do-bim/in%C3%ADcio>, ou ao Apêndice F.

Além dos benefícios, os usos do BIM abrangem aplicações práticas ao longo de todas as fases do empreendimento, como análises de desempenho, estimativas e simulações. A metodologia vai além da modelagem tridimensional (3D), incorporando dimensões como tempo, custo e sustentabilidade. Dessa forma, o BIM consolida-se como uma ferramenta de gestão multidimensional (ABDI-MDIC, 2017). Os principais usos da metodologia estão detalhados no link <https://sites.google.com/d/1RI7Sw9ci2j2r8y7FwyWZ1FJSHv9NHJ97/p/1sY9nUUI7AsEqRII61vB6LaQyJzY0Rfmr/edit> ou no Apêndice F.

No entanto, a implementação do BIM ainda enfrenta desafios relevantes, como a falta de conhecimento técnico entre os envolvidos, a resistência à mudança, a insegurança diante de novas tecnologias e as limitações orçamentárias que dificultam sua adoção. No contexto dos Institutos Federais, soma-se a esses fatores a escassez de equipes técnicas, o que compromete a transição das práticas tradicionais para o novo modelo (Capítulo 4).

Diante desse cenário, esta proposta do protocolo tem como finalidade orientar os procedimentos para a adoção do BIM em instituições públicas, com foco nos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, servindo como referência normativa e técnica para gestores, equipes técnicas e demais envolvidos.

Considerando as especificidades da Rede Federal, especialmente o modelo multicampi, a estrutura da proposta foi concebida para permitir sua aplicação tanto no âmbito das reitorias quanto dos campi. A modularidade e a flexibilidade do protocolo possibilitam a adaptação conforme o grau de maturidade institucional, a capacidade técnica e os recursos disponíveis em cada unidade, tornando-o mais realista e aplicável à diversidade organizacional dos IFs.

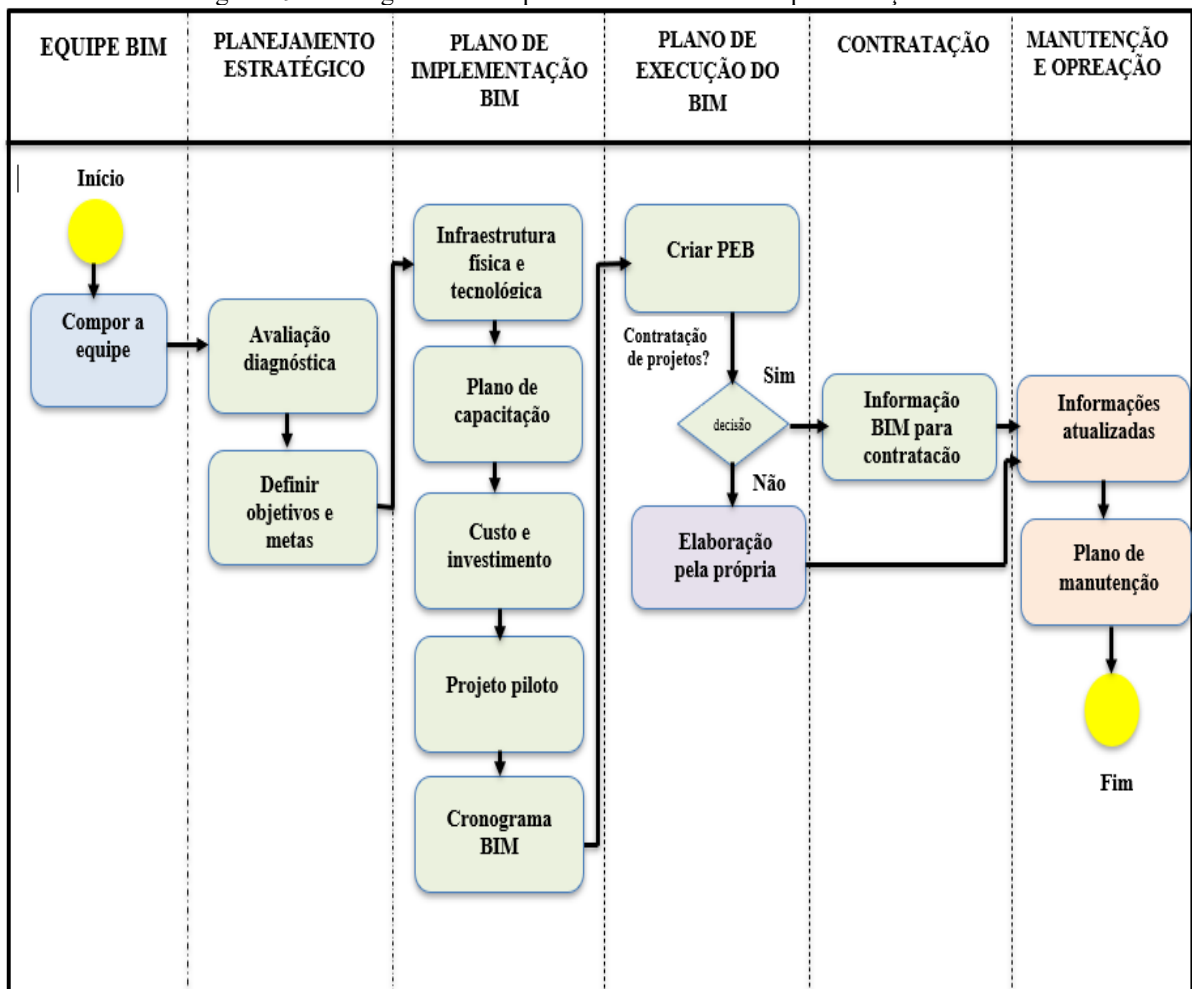
O documento apresenta os principais procedimentos para a implementação do BIM, além de disponibilizar links que direcionam, de forma simplificada, aos fundamentos teóricos de cada tema abordado. Para os leitores que preferirem uma consulta mais aprofundada, os conteúdos completos estão disponíveis no Apêndice F, ao final da proposta do protocolo. Para acesso ao conteúdo simplificado, através do link: <https://sites.google.com/view/protocolobimifs-apresentacao/apresenta%C3%A7%C3%A3o> O conteúdo está organizado em seis tópicos, que tratam dos seguintes temas: (1) formação da equipe BIM, (2) planejamento estratégico, (3) plano de implementação, (4) plano de execução,

(5) contratação e (6) manutenção e operação com BIM. O foco está na aplicação prática, com suporte teórico complementar acessível para aprofundamento.

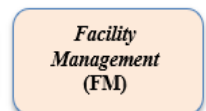
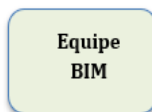
6.2 VISÃO GERAL DA PROPOSTA DO PROTOCOLO: FLUXOGRAMA GERAL

O fluxograma da Figura 49 apresenta uma visão macro da estrutura proposta para a implementação do BIM nos Institutos Federais. Ele sintetiza os principais módulos da proposta do protocolo, detalhados ao longo das seções seguintes deste capítulo.

Figura 49 - Fluxograma da Proposta do Protocolo de Implementação do BIM



Legenda:



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

A seguir, são apresentados os tópicos que estruturam a Proposta do Protocolo de Implementação do BIM nos Institutos Federais, organizados de forma sequencial para orientar sua adoção institucional. Cada item aborda aspectos específicos que devem ser considerados ao longo do processo de implementação, desde a formação da equipe até a fase de operação e manutenção das edificações.

6.2.1 Equipe de implementação do BIM nos IFs

A adoção do BIM nos Institutos Federais (IFs) demanda a constituição de uma equipe técnica multidisciplinar, envolvendo profissionais das áreas de arquitetura, engenharia, tecnologia da informação e gestão, além do apoio estratégico da alta administração. Essa equipe será responsável por planejar, coordenar e operacionalizar a implementação da metodologia, promovendo uma mudança institucional que ultrapassa o uso de ferramentas tecnológicas.

Para uma adoção eficaz, é essencial compreender os diferentes usos do BIM, o que permite mapear processos e garantir a correta disseminação das informações entre todos os agentes envolvidos. A aplicação da metodologia deve ser orientada pelas necessidades específicas de cada instituição, considerando as ferramentas mais adequadas ao seu contexto.

Nos IFs, os usos prioritários do BIM estão voltados para o desenvolvimento ou contratação de projetos de novas edificações e reformas; fiscalização de obras, projetos e serviços; elaboração de planilhas orçamentárias e documentos técnicos; apoio à contratação de empreendimentos; e coordenação da operação e manutenção dos prédios.

6.2.1.1 Composição da equipe

A definição da equipe BIM deve considerar critérios como competências técnicas, alinhamento à estrutura organizacional e capacidade de conduzir processos de mudança. A participação da alta administração é indispensável para garantir apoio institucional, alocação de recursos e definição das diretrizes estratégicas.

O Quadro 18 apresenta as principais funções e responsabilidades recomendadas para a composição de uma equipe BIM. Ressalta-se que essas funções podem variar conforme a estrutura e as necessidades específicas de cada instituição.

Quadro 18 -Principais funções para composição da equipe BIM

Funções	Responsabilidade
Coordenador BIM	Liderar a implementação; interlocução com a alta gestão; definir diretrizes e metas.
Gestor de projetos BIM	Planejar, supervisionar e acompanhar os projetos que utilizam BIM.
Modelador BIM	Elaborar os modelos 3D com informações técnicas (arquitetura, estrutura, instalações etc.).
Gestor da informação BIM	Garantir a qualidade, integridade e padronização dos dados contidos nos modelos.
TI/Infraestrutura	Suporte aos <i>softwares</i> , armazenamento de dados e interoperabilidade entre plataformas.
Profissionais de apoio	Prestam apoio técnico, operacional, administrativo e logístico, além de auxiliar na manutenção dos ambientes digitais e físicos, compostos por técnicos de edificações, desenhistas/projetistas e demais servidores das áreas de engenharia, arquitetura, manutenção, segurança do trabalho e administração e estagiários, responsáveis pelo suporte técnico e operacional.

Fonte: Elaborada pela autora (2025).

Para a escolha da equipe, é importante considerar os objetivos e o escopo de atuação, que devem ser ajustados conforme a realidade e a disponibilidade de cada instituição. O Quadro 19 apresenta um modelo de composição para a equipe BIM, link da planilha editável https://docs.google.com/spreadsheets/d/1ZXPyiIQIrTfbS1K4ve9xJr4JL09cVNUHEwcdYrsq4_s/edit?gid=0#gid=0.

Quadro 19 – Modelo de composição da equipe técnica BIM

função/ responsabilidade	nome completo	cargo/função institucional	setor/ departamento	contato (e-mail/ telefone)	assinatura
Coordenador(a) da Equipe BIM					
Gestor(a) Institucional (Apoio da Alta Administração)					
Líder Técnico BIM – Arquitetura					
Líder Técnico BIM – Engenharia					
Especialista em Modelagem Arquitetônica					
Especialista em Modelagem Estrutural					
Especialista em Modelagem de Instalações (Elétrica e Hidrossanitário)					
Responsável pela Gestão de Dados e Interoperabilidade					
Responsável por Tecnologia da Informação (TI)					
Responsável por Capacitação e Treinamento					
Outros Integrantes (se aplicável)					

Fonte: Elaborada pela autora (2025).

Em estruturas menores, um mesmo profissional poderá acumular funções, desde que possua a capacitação adequada. A criação de um quadro oficial deve ser aprovada pela direção da instituição, com a definição formal das atribuições por meio de documento oficial, como portaria, memorando ou termo de designação.

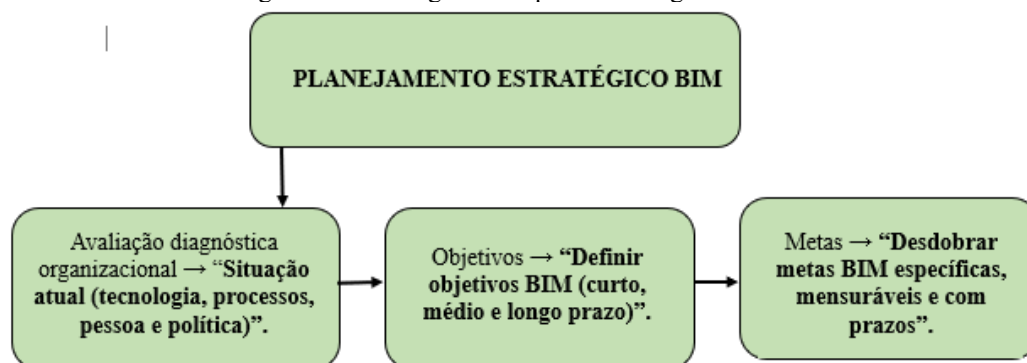
6.2.3 Plano estratégico do BIM

A implementação do BIM visa simplificar processos, padronizar procedimentos e potencializar o uso das tecnologias à construção.

Nota: Embora desenvolvido para Institutos Federais, esta proposta protocolo é adaptável a outras organizações públicas mediante ajustes nos processos e responsabilidades.

O Plano Estratégico de BIM estabelece a visão, os objetivos e as diretrizes gerais para a adoção do *Building Information Modeling* em uma organização ou projeto. Seu propósito é responder à pergunta central: por que e para que implementar o BIM? A Figura 50 apresenta as etapas para a elaboração do Plano Estratégico de BIM.

Figura 50 – Fluxograma do plano estratégico do BIM



Fonte: Elaborada pela autora (2025).

O diagnóstico organizacional é uma etapa fundamental para compreender a situação atual da instituição em relação ao uso do BIM. Esse processo envolve uma análise detalhada do cenário organizacional, abrangendo as atividades desenvolvidas, a qualificação do corpo técnico, a infraestrutura física e tecnológica, além das necessidades e objetivos estratégicos da instituição.

O Quadro 20 apresenta os principais itens a serem avaliados nas instituições, servindo como referência para a elaboração do plano de implementação do BIM, que devem ser ajustados conforme a realidade e as necessidades específicas de cada organização, permitindo uma adaptação eficiente ao contexto institucional.

Quadro 20 – Modelo de avaliação diagnóstica da organização

ITENS ANALISADOS		SITUAÇÃO ATUAL	AÇÕES RECOMENDADAS	PRIORIDADES
Tecnologia	<i>Softwares</i> BIM			
	<i>Hardwares</i>			
	Rede interna (Wi-Fi, firewall, velocidade)			
	Integração de plataformas			
	Compartilhamento de arquivos em um ambiente comum de dados (CDE)			
Processo	Infraestrutura física			
	Normas e padrões BIM adotados			
	Fluxo de trabalho BIM			
	Elaboração de projetos e execução de obras			
	Uso do PEB na contratação de projetos			
	Uso do BIM na manutenção das edificações			
Pessoas	Qualificação da equipe			
	Cultura organizacional BIM			
	Formação de lideranças BIM			
Política	Existência da Política de BIM			
	Formalização do GT-BIM ou Comitê BIM			
	Adoção de normas e padrões BIM			
	Comprometimento institucional com a Política BIM			

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Os modelos de apoio e planilhas editáveis estão disponíveis no link:

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/17nrPON8rmP0VI30dn-hvJTQQ3nqxekEp8gBXvhfi4n0/edit?usp=sharing>.

O Quadro 21 apresenta o modelo para o preenchimento dos objetivos estratégicos e das metas institucionais que orientarão a implementação do BIM nos Institutos Federais, devendo ser adaptado conforme as necessidades de cada instituição.

Quadro 21 – Objetivos e metas para a implementação do BIM nos IFS

Eixo Estratégico	Objetivo	Meta	Indicador de Avaliação	Prazo	Responsável
Governança e Gestão					
Capacitação Técnica					
Tecnologia					
Processos e Padrões					
Projetos-Piloto					
Integração e Interoperabilidade					
Avaliação e Melhoria Contínua					

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

O Quadro 22 apresenta um modelo de metas para a implementação do BIM, nos desenvolvimentos das atividades descritas nesta proposta de protocolo de implementação do BIM com prazos e indicadores ajustáveis conforme a realidade de cada IF.

Quadro 22 – Metas para implementação do BIM vinculado a proposta do protocolo

Nº	Descrição da Meta	Metas %	Prazo (meses)	Atividades Desenvolvida
01	Criação da equipe BIM			
02	Disponibilização de recursos para implementação BIM			
03	Planejamento estratégico			
05	Plano de Execução BIM			
06	Contratação BIM			
07	Manutenção e operação BIM			

Fonte: Elaborado pela autora, (2025), modelo baseado no BIM-BR (2018a).

Os modelos de apoio e planilhas editáveis estão disponíveis no link: <https://docs.google.com/spreadsheets/d/17nrPON8rmP0VI30dn-hvJTQQ3nqxekEp8gBXvhfi4n0/edit?usp=sharing>

6.2.4 Plano de implementação do BIM

O Plano de Implementação do BIM é um instrumento estratégico que orienta a adoção da metodologia *Building Information Modeling* de forma estruturada, eficiente e alinhada às particularidades de cada instituição. Seu propósito é garantir uma transição organizada para o BIM, por meio da definição de diretrizes, metas, responsabilidades e ações concretas. A personalização do plano deve considerar fatores como os objetivos institucionais, processos internos, nível de maturidade técnica, disposição para inovação e infraestrutura disponível. Para

isso, é fundamental o envolvimento das equipes, a definição clara de papéis e a realização de projetos-piloto que sirvam de base para o aperfeiçoamento contínuo da implementação.

Neste contexto, considerando que o Capítulo 1 abordou o plano de governança, a definição da equipe e suas responsabilidades, e que o Capítulo 2 tratou do diagnóstico e da definição de objetivos e metas, o próximo passo é a elaboração de infraestrutura física e tecnológica para a implementação do BIM.

Assim, esta subseção apresenta as diretrizes para estruturação e execução do Plano de Implementação do BIM, que orienta as etapas práticas da metodologia no âmbito dos Institutos Federais (IFs).

6.2.4.1 Plano de infraestrutura

O Plano de Infraestrutura tem como objetivo preparar o ambiente organizacional para a adoção do BIM, abrangendo tanto os espaços físicos quanto os recursos tecnológicos necessários. Isso inclui *softwares*, *hardwares*, servidores, redes, sistemas de *backup* e plataformas colaborativas como o Ambiente Comum de Dados (CDE). A definição desses recursos deve considerar os usos específicos do BIM e ser orientada por especialistas, conforme a complexidade e as necessidades dos projetos.

O espaço físico também deve ser planejado para atender às exigências do trabalho colaborativo, com salas adequadas para reuniões, visualização simultânea de modelos, infraestrutura de rede e mobiliário apropriado. As adequações devem respeitar a realidade institucional, promovendo eficiência e integração das equipes no processo BIM. O Quadro 23 apresenta os componentes e requisitos para a adequação da infraestrutura do BIM.

Quadro 23 – Componentes e requisitos para infraestrutura do BIM

Aspectos	Descrição
Objetivos	Preparar o ambiente organizacional (físico e tecnológico) para adoção do BIM.
Componentes Tecnológicos	<i>Softwares</i> , <i>hardwares</i> , servidores, redes, <i>backup</i> , Ambiente Comum de Dados (CDE).
CrITÉRIOS de Escolha	Definidos conforme os usos do BIM e orientações de especialistas, respeitando as necessidades institucionais.
Requisitos Técnicos	Devem atender à modelagem, coordenação e visualização em <i>desktops</i> , notebooks e dispositivos móveis.
Espaço Físico de Trabalho	Salas adequadas para reuniões e trabalhos colaborativos, com infraestrutura de rede e energia
Condições do Espaço	Visualização simultânea de informações, boa comunicação interpessoal, mobiliário apropriado.
Adequação Institucional	As adaptações devem considerar a realidade e a estrutura de cada instituição.

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Para o planejamento da infraestrutura são apresentados os quadros modelos 24, e 25.

Quadro 24 – Levantamento da Infraestrutura Tecnológica

Item	Situação Atual	Situação Adequada	Observação
Softwares BIM disponíveis			
Computadores (desktops/notebooks)			
Servidores e armazenamento			
Rede e conectividade			
Sistema de backup			
Ambiente Comum de Dados (CDE)			

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Quadro 25 – Levantamento do Espaço Físico de Trabalho

Ambiente	Condições Atuais	Necessidades de Adequação	Observações
Sala de reuniões BIM			
Estação de trabalho para modelagem			
Infraestrutura elétrica para modelagem			
Mobiliário adequado			
Equipamentos de projeção/visualização			

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

6.2.4.2 Fluxo de Gestão da Informação no CDE

O Ambiente Comum de Dados (CDE) é uma plataforma colaborativa fundamental para a gestão da informação ao longo do ciclo de vida de um projeto. Aplicado conforme a NBR ISO 19650, garante organização, rastreabilidade e segurança dos dados, promovendo um fluxo de trabalho integrado e eficiente. A ISO 19650-2 estrutura esse processo em quatro etapas sequenciais, desde a produção até o arquivamento das informações, otimizando a adoção do BIM. O Quadro 26 e 27 apresentam as etapas e as respectivas responsabilidades atribuídas a cada fase do ciclo da informação, e controle do CDE.

Quadro 26 – Etapas e responsabilidade do CDE

ETAPAS	DESCRIÇÃO	RESPNSABILIDADE
1.Trabalho (em andamento)	Área de trabalho interna das equipes. Arquivos ainda estão em desenvolvimento, não são compartilhados	Cada disciplina ou equipe de projeto.
2. Compartilhado	Arquivos revisados e compartilhados entre disciplinas para coordenação, verificação e compatibilização.	Coordenador BIM, equipes técnicas.
3. Publicado	Dados e modelos já verificados e validados. São utilizados para consultas, construção, contratação ou operação.	Gerente BIM, contratante, supervisão.
4. Arquivado	Registro permanente dos dados. Documentação histórica do projeto para rastreabilidade, auditoria e manutenção.	Gestor da informação, contratante.

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Quadro 27 – Controle do CDE

ESTADO DA INFORMAÇÃO	PASTA CDE	FINALIDADE	PERMITE EDIÇÃO?
Trabalho em andamento			
Compartilhado			
Publicado			
Arquivado			

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Os modelos de apoio e planilhas editáveis estão disponíveis no link:

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1wOEHA65CXASJy24FcjB5v6iCzyWv40ffxuZtITQEsyU/edit?usp=sharing>

6.2.4.3 Plano de treinamento

Para a implementação do BIM, o Quadro 28 apresenta os aspectos e suas respectivas descrições a serem considerados na elaboração do plano de capacitação. Em seguida, é disponibilizado um modelo de planilha para a estruturação do plano de treinamento (Quadro 29).

Quadro 28 – Aspectos a considerar para elaboração do plano de treinamento

Aspectos	Descrição
Mudança Institucional	O BIM exige transformação cultural e processual, indo além do uso de tecnologias.
Compreensão de Papéis	Profissionais devem conhecer claramente suas responsabilidades para garantir qualidade e cumprimento de prazos.
Desafios Identificados	Falta de conhecimento técnico, resistência à mudança e insegurança diante de novas práticas e ferramentas.
Solução Principal	Investimento em treinamentos estruturados, contínuos e alinhados ao perfil da equipe.
Benefícios Esperados	Redução da curva de aprendizado, integração das equipes, aumento da produtividade nos processos de projeto, construção e operação.
Diretrizes para Treinamento	Deve ser flexível e adaptado à realidade da instituição Incluir capacitação inicial e programa contínuo de atualização e reciclagem.
Objetivo Final	Garantir que os profissionais acompanhem a evolução tecnológica, as normas e as boas práticas do mercado.

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Quadro 29 -Modelo de plano de capacitação

Área de Capacitação	Conteúdo/ Tema Abordado	Público-Alvo	Carga Horas	Modalidade (Presencial/EAD)	Período
Fundamentos do BIM					
Principais <i>softwares</i> BIM e suas aplicações					
Coordenação BIM					
Normas e Protocolos BIM					
Documentação de projetos					
Extração de quantitativos					
Ferramentas de Colaboração					
Lógica de Dados e IFC					
Gestão da Informação					

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Os modelos de apoio e planilhas editáveis estão disponíveis no link:

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1wOEHA65CXASJy24FcjB5v6iCzyWv40ffxuZtITQEsyU/edit?usp=sharing>

6.2.4.4 Custos e investimentos

O levantamento de custos é uma etapa essencial para planejar os investimentos necessários à adoção eficaz do BIM. Esse levantamento deve ser baseado nas informações da avaliação diagnóstica, considerando os seguintes aspectos:

- Usos do BIM: definição das aplicações prioritárias (como modelagem, gestão e simulação), alinhadas aos objetivos institucionais.
- Competências técnicas: mapeamento das habilidades existentes e identificação de lacunas que demandam capacitação ou contratação.
- Processos internos: revisão dos fluxos de trabalho para garantir integração com a metodologia BIM.
- Infraestrutura tecnológica: análise da necessidade de aquisição ou atualização de *hardwares* e *softwares*.
- Infraestrutura básica: verificação da rede, servidores, sistemas de *backup* e espaços físicos adequados.

O Quadro 30 apresenta os principais custos a serem identificados, e o Quadro 31 apresenta um modelo para o plano de custos e investimentos, que deve ser adequado conforme as necessidades da instituição.

Quadro 30 – Itens a serem considerados nos custos da implementação BIM

Categoria	Descrição
Softwares BIM	Licenciamento de ferramentas para modelagem, coordenação e colaboração.
Hardwares e Servidores	Computadores robustos, servidores, armazenamento <i>Solid State Drive</i> (unidade de estado sólido) (SSD) e <i>Common Data Environment</i> (Ambiente Comum de Dados) (CDE), com custo variável conforme a demanda.
Internet e Rede	Infraestrutura de conectividade rápida para colaboração e acesso a dados na nuvem.
Capacitação	Cursos, workshops, treinamentos técnicos presenciais/online e atualizações contínuas.
Consultoria Técnica	Apoio especializado para acelerar a implementação e garantir boas práticas.

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Quadro 31 – Pesquisa de Mercado para Implementação do BIM

Categoria	Descrição do objeto	Quantitativo	Preço Unitário	Preço total
Espaço físico	Reforma da sala			
<i>Softwares</i>	Modelagem 3D			
	Coordenadores			
	CDE/Colaboração			
Infraestrutura tecnologica	Aquisição de <i>hardwares</i> e equipamentos			
	Aquisição ou ampliação de servidores			
	Armazenamento em Nuvem			
Capacitação	Fundamentos teóricos BIM			
	Modelagem em softwares específicos			
	Gestão de Projetos BIM			
Consultoria Especializada	Diagnóstico e Planejamento BIM			
	Apoio à implantação			
	Suporte técnico			

Elaborado pela autora (2025).

Os modelos de apoio e planilhas editáveis estão disponíveis no link:

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1wOEHA65CXASJy24FcjB5v6iCzyWv40ffxuZtITQEsyU/edit?usp=sharing>

6.2.4.5 Cronograma da implementação do BIM

O cronograma de implementação do BIM é essencial para garantir uma transição organizada e eficiente para essa metodologia. Ele permite o acompanhamento, monitoramento e controle do planejamento estruturado, da gestão de recursos, da capacitação das equipes e do cumprimento das metas e objetivos definidos pela instituição. Os Quadros 32 e 33 apresentam modelos de cronograma de implementação do BIM a ser adequados com a realidade de cada instituição.

Quadro 32 – Cronograma da implementação do BIM

Cronograma da implementação do BIM									
Nº	Descrição das etapas	Trimestre/2026				Trimestre/2027			
		1º	2º	3º	4º	1º	2º	3º	4º
1	Avaliação da Maturidade BIM da Organização								
2	Definição da Equipe Responsável								
3	Planejamento e Estruturação do Plano de Execução BIM (PEB)								
4	Aquisição e configuração de <i>softwares</i>								
5	Atualização da Infraestrutura Tecnológica								
6	Criação de Modelos Padrão e Bibliotecas BIM								
7	Capacitação da Equipe Técnica								
8	Implementação em Projetos Piloto								
9	Expansão e Consolidação do BIM								
10	Contratação BIM								
11	Manutenção BIM								

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Quadro 33 – Cronograma da implementação do BIM

Fase	Atividades Principais	Período Estimado	Responsáveis
1. Planejamento Estratégico			
2. Capacitação Inicial			
3. Desenvolvimento dos Documentos Norteadores			
4. Implantação Piloto			
5. Avaliação e Ajustes			
6. Expansão Progressiva			

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Os modelos de apoio e planilhas editáveis estão disponíveis no link:

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1wOEHA65CXASJy24FcjB5v6iCzyWv40ffxuZtITQEsyU/edit?usp=sharing>

6.2.4.6 Projeto piloto

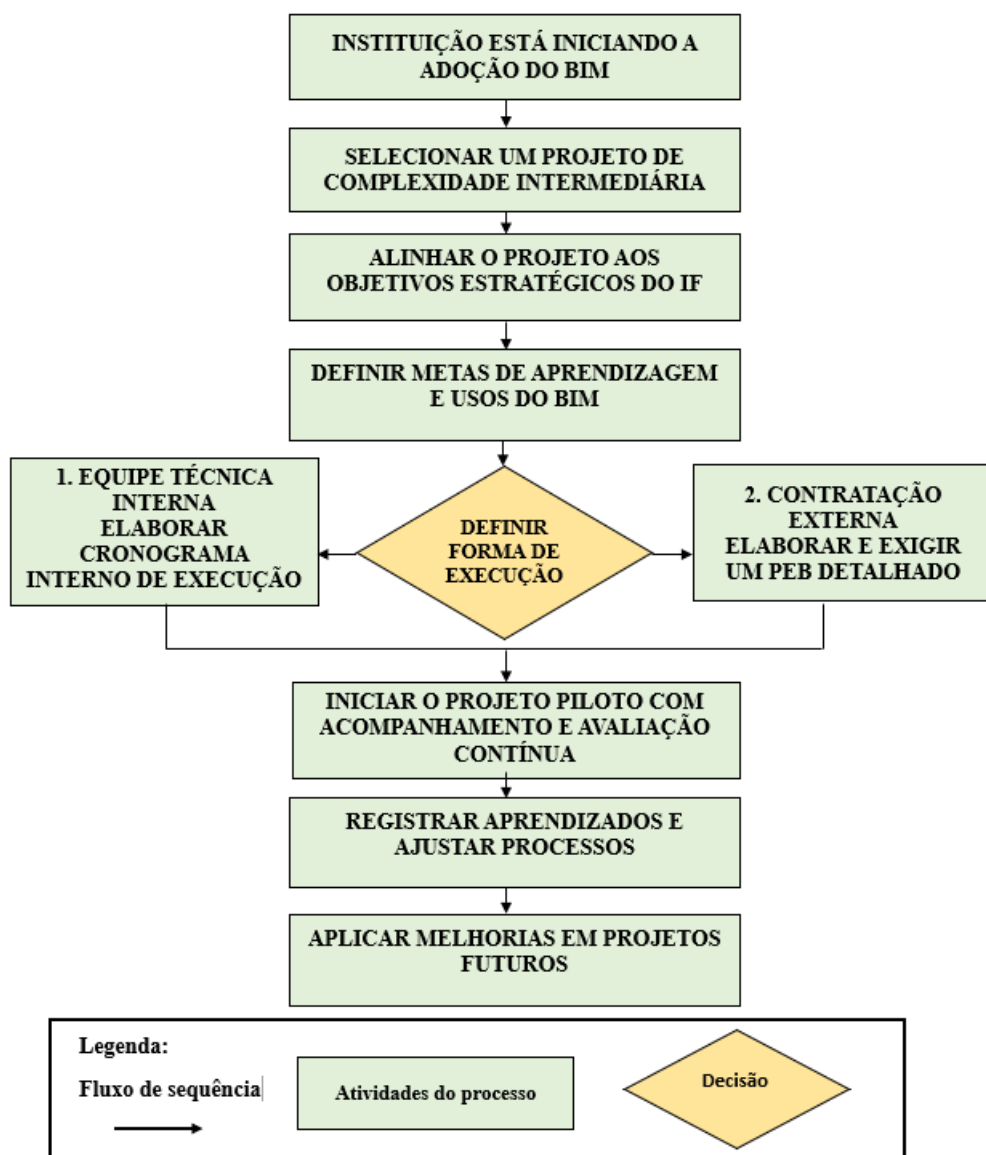
A adoção do BIM deve começar com um projeto piloto de complexidade intermediária, permitindo que a equipe se familiarize com a metodologia sem enfrentar desafios excessivos.

Esse projeto funciona como um ambiente de teste controlado, possibilitando a validação de fluxos de trabalho, capacitação da equipe e ajuste de processos com menor risco (CBIC, 2016; ABDI, 2017). O projeto piloto deve:

- Estar alinhado aos objetivos estratégicos da organização;
- Ter metas claras de aprendizado e de aplicação dos usos do BIM;
- Possibilitar o desenvolvimento interno (por equipe própria) ou externo (por licitação), sendo essencial, nesse caso, a existência de um Plano de Execução BIM (PEB) bem estruturado, que assegure o alinhamento entre os envolvidos.

A Figura 51 apresenta os procedimentos para a escolha e execução do projeto piloto.

Figura 51 – Fluxograma de escolha do projeto piloto



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

6.2.5 Plano de execução BIM

Em continuidade ao plano de implementação, esta subseção apresenta os conteúdos essenciais do Plano de Execução BIM (PEB), que definem os parâmetros mínimos para sua elaboração, acompanhamento e monitoramento nas instituições.

O Plano de Execução BIM (PEB) é um documento estratégico fundamental para a aplicação do *Building Information Modeling* (BIM) em todas as fases de um projeto. Ele define de forma clara:

- O que será feito;
- Como será feito;
- Quando será feito;
- Quem será o responsável.

Esse plano orienta as equipes envolvidas, promove a colaboração entre os contratantes, projetistas, construtores e gestores, e assegura uma gestão eficiente e integrada do processo.

6.2.5.1 Objetivos do PEB

- Alinhar expectativas entre as partes;
- Definir diretrizes claras e realistas;
- Garantir interoperabilidade entre plataformas;
- Evitar retrabalhos e melhorar a comunicação;
- Aumentar a precisão das informações;
- Reduzir desperdícios e otimizar o ciclo de vida da edificação.

6.2.5.2 Conteúdos essenciais para o PEB

Segundo o Brasil (2020a) e a AsBEA (2015), o PEB deve conter:

- Papéis e responsabilidades das equipes.
- Usos e objetivos do modelo BIM.
- Padrões de entrega e representação gráfica.
- Fluxo de trabalho e interoperabilidade (entrada/saída de arquivos, formatos, *softwares* e versões).
- Regras de gestão do modelo (nomenclaturas, bibliotecas, atualizações).

- Cronograma do projeto.

Cada projeto deve possuir um PEB exclusivo, adaptado às suas características, complexidade e objetivos específicos. Os Quadros 34 a 41 e a Figura 52 são apresentados como modelo de Plano de Execução BIM, os quais devem ser ajustados conforme a realidade de cada instituição.

Quadro 34 – Informações do empreendimento

Campo		Preenchimento
Nº Processo		
Nome do projeto		
Proprietário (Contratante)		
Localização do projeto		
Representante legal		Nome, e-mail e telefone
Endereço		
Finalidade do empreendimento		
Tipo da contratação para execução do projeto		
Tipo da contratação da obra		
Descrição relevante		
Área do terreno		
Área construída		
Responsável pelo preenchimento da PEB		
Prazo da execução do projeto ou obra		
Data da PEB		

Fonte: elaborado pela autora (2025), adaptado do BIM Fórum (2023).

Quadro 35 – Equipes envolvidas (Matriz de Responsabilidade)

	Atividades	Responsável/Função	Fiscal Contrato	Contato/Telefone e e-mail
Planejamento	PEB			
	Concepção do projeto			
	Documento do projeto			
	Análises Locais			
	Planejamento 4D			
	Extração de quantitativos 5D			
Projeto	Ambientais			
	Insolação			
	Eficiência Energética			
	Arquitetônico			
	Estrutural			
	Terraplenagem			
	Instalações Elétricas			
	Instalações Hidrossanitárias			
	Prevenção Contra Incêndio e Pânico			
	SPDA			
	AVAC			
	CFTV e Lógica			
	Automação			
	Orçamento			
	Planejamento de Execução de Obra			
Coord. 3D	Federação			
	Compatibilização			
	Controle de qualidade			
	Gestão da informação			

Fonte: Elaborado pela autora, (2025), adaptado (Departamento de estradas e rodagens, (DER) de Minas Gerais, 2023).

Quadro 36 – Objetivos BIM para o projeto

OBJETIVOS BIM PARA PROJETOS

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Quadro 37 – Aplicação do BIM por Disciplina, Ferramenta Utilizada, Versões e Formatos de Entrega

Disciplina	Uso BIM	Ferramentas	Versão	Entrada	Saída
Arquitetura					
Fundação					
Estrutural					
Instalação, elétrica, hidráulica/HVAC					
Plano de Prevenção e Proteção Contra Incêndios (PPCI)					
Circuito Fechado de Televisão (CFTV) e lógica					
Projeto infraestrutura					

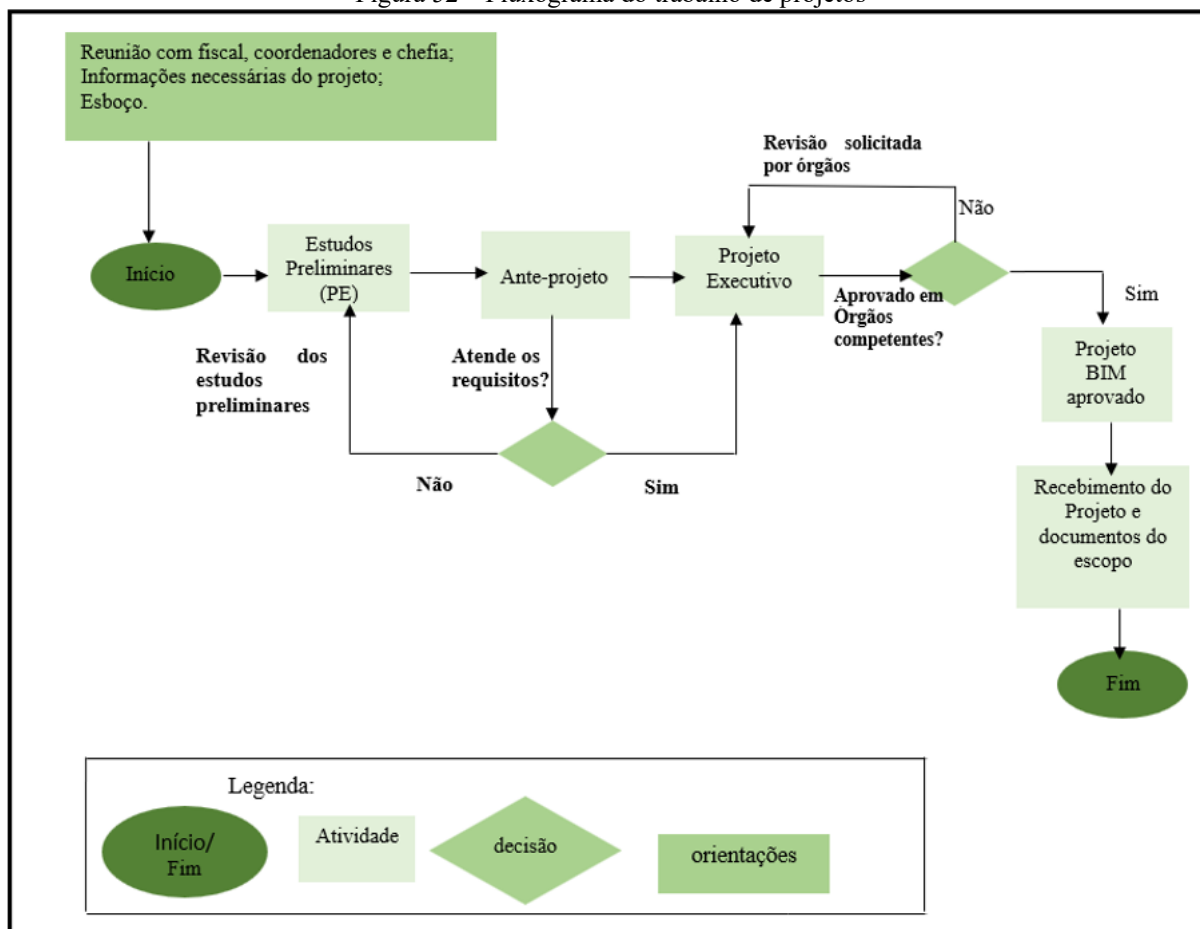
Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Quadro 38 – Requisitos de modelagem

Disciplina	Elemento/Objeto BIM	Fase do Projeto	LOD Requerido	Parâmetros obrigatórios	Observação
Arquitetura					
Fundação					
Estrutural					
Instalação, elétrica, hidráulica/HVAC					
Projeto Prevenção Contra Incêndios (PPCI)					
Circuito Fechado de Televisão (CFTV) e lógica					
Projeto infraestrutura					
Manutenção					

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Figura 52 – Fluxograma do trabalho de projetos



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Quadro 39 – Modelo de plano de comunicação

Plano de Comunicação						
Tipo de Reunião	Etapas	Participantes	Profissionais	Recursos TI	Frequência	Local
Reunião inicial						
Revisão PEB						
Reunião tomada de decisão						
Entrega de documento						

Fonte: Elaborada pela autora (2025), adaptado (Caderno BIM do Governo do Estado do Paraná, 2023).

Quadro 40 – Cronograma do plano de execução PEB

Cronograma											
Item	Descrição do Serviço	Início	Termino	Meses							
				01	02	03	04	05	06	07	08
01	Serviços iniciais										
02	Levantamento das condições existentes										
03	Levantamento topografico										
04	Anteprojeto de arquitetura										
05	Projeto legal de arquitetura										
06	Projeto Estrutural										
07	Projeto Instalações elétricas										
08	Projeto Instalações Hidrossanitárias										
09	Projeto PPCI										
10	Projeto AVAC										
11	Projeto CFTV e Lógica										
12	Revisão e ajuste de projetos										
13	Licença ambiental										
14	Aprovação de projetos										
16	Planilha orçamentária										
17	Documentos complementares										

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Quadro 41 – Controle de qualidade disponibilizado preenchido pela contratada

Controle de Qualidade					
Item analisado	Tipo de verificação	Descrição	Responsável/Função	Software	Frequência

Fonte: Elaborada pela autora (2025), adaptado (Caderno BIM do Governo do Estado do Paraná, 2023).

Matriz RACI Adaptada para Institutos Federais

Além da matriz de entregáveis apresentada no Quadro 42 e 43, recomenda-se utilizar a Matriz RACI para detalhar responsabilidades funcionais no processo BIM, Quadro 43. Essa

matriz garante clareza nas atribuições e comunicação entre os agentes, reforçando as diretrizes de governança indicadas pela ISO 19650. A RACI define quatro papéis essenciais: R (Responsible): Responsável pela execução da atividade; A (Accountable): Autoridade final, aprova e responde pelo resultado; C (Consulted): Deve ser consultado antes ou durante a execução; I (Informed): Deve ser informado sobre o andamento ou conclusão da tarefa.

Quadro 42 – Matriz RACI para Implementação BIM nos Institutos Federais

Atividade / Etapa	Coordenador BIM	Gestor Institucional	Líder Técnico	TI	Fiscal da Obra	Sector de Compras
Elaborar Plano de Execução BIM (PEB)	R	A	C	I	I	I
Definir padrões e templates	R	C	A	I	I	I
Garantir interoperabilidade (openBIM)	C	I	R	A	I	I
Contratação de serviços BIM	I	A	C	I	C	R
Aprovação final do PEB	I	A	C	I	R	I

Fonte: Elaborado pela autora (2025), adaptado de ISO 19650 e PAS 1192.

Quadro 43 - Matriz entregáveis BIM

Matriz entregáveis						
Disciplina	Entregável	Formatos	Referência	Nomenclatura do arquivo	Responsável/ Função	Resp. Controle de qualidade
Estudo topografico						
Projeto legal de arquitetura						
Projeto Estrutural						
Projeto Instalações elétricas						
Projeto Instalações Hidrossanitárias						
Projeto PPCI						
Projeto AVAC						
Projeto CFTV e Lógica						
Licença ambiental						
Aprovação de projetos						
Planilha orçamentária						
Documentos complementares						

Fonte: Elaborada pela autora (2025), adaptado (Caderno BIM do Governo do Estado do Paraná, 2023).

Os modelos de apoio e planilhas editáveis estão disponíveis no link:

https://docs.google.com/spreadsheets/d/140Ax5XFP5JkvpwrIMjZluzarl0r_Jpme22vTfcFD9t0/edit?usp=sharing

6.2.6 Contratação BIM

Após a definição dos conteúdos e diretrizes operacionais, o fluxograma de implementação ilustra, de forma sequencial, as etapas e inter-relações do processo de adoção do *Building Information Modeling* (BIM) nos Institutos Federais (IFs).

Nesse contexto, a contratação BIM constitui uma etapa essencial tanto para instituições públicas quanto privadas, iniciando-se com a definição das necessidades e objetivos do empreendimento. Para garantir a eficiência, contratantes e contratados devem estar preparados, alocando recursos financeiros, técnicos e humanos adequados, além de assegurar a capacitação e infraestrutura necessárias.

De acordo com a ABNT NBR ISO 19650-2:2022, a contratação BIM ocorre em duas fases:

- (i) pré-contrato, quando o contratante elabora o Plano de Execução BIM (PEB) com os Requisitos de Informação do Empreendimento (EIR), que podem ser anexados ao edital; e
- (ii) pós-contrato, quando a contratada detalha o PEB, definindo metodologias, fluxos de trabalho e entregas alinhadas aos requisitos estabelecidos.

Na contratação com uso do BIM, é fundamental utilizar como referência os padrões definidos pela ABNT NBR ISO 19650-1:2022, conforme exemplificado no Quadro 44.

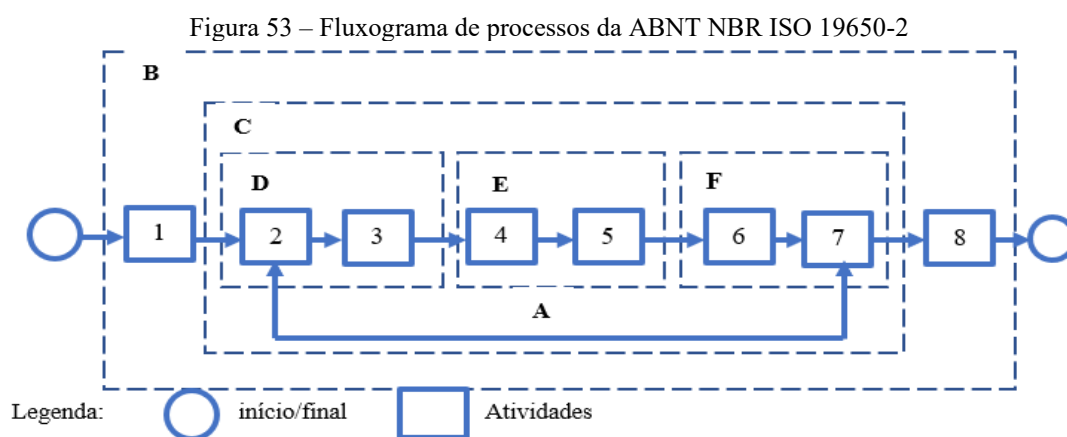
Quadro 44 – Requisitos a serem analisados na contratação BIM

Etapas/ Elementos	Descrição/ Ação no IF	Documento
Requisitos de informação da Organização (OIR)	Definição das necessidades estratégicas do IF para os projetos, alinhadas à missão e política institucionais.	Documento de diretrizes institucionais para projetos BIM.
Requisitos de Informação do Projeto (PRI)	Especificação das necessidades específicas do projeto, extraídas dos OIR, adaptadas à realidade do IF.	Termo de abertura do projeto, programa preliminar que orienta o desenvolvimento do projeto.
Requisitos de Informação do Ativo (AIR)	Delimitação dos requisitos contratuais para a gestão do ativo final do projeto	Plano de gestão de ativos/ Manual de Operação.
Requisitos de Troca da Informação (EIR)	Definição das informações que deverão ser trocadas entre as partes durante a execução do projeto, incluindo formatos, prazos e responsabilidades.	Plano de Execução BIM (PEB) / Termos de Referência do Projeto BIM.
Modelo de Informação do Ativo (AIM)	Modelo digital contendo as informações necessárias para a operação e manutenção dos ativos do IF após a entrega do projeto	Modelos BIM atualizados para <i>Facilities Management</i> (FM).
Modelo de Informação do Projeto (PIM)	Modelo digital que agrega as informações para o desenvolvimento e execução do projeto no IF, suportando a construção	Modelos BIM para projetos executivos e execução.

Fonte: Elaborado pela autora (2025), adaptado da (ABNT NBR ISO 19.650:1 – 2022).

6.2.6.1 Gestão da informação na entrega do ativo

A entrega dos ativos com uso do BIM exige procedimentos específicos de gestão da informação. Nos Institutos Federais, é essencial garantir a rastreabilidade dos dados, a interoperabilidade entre os contratados e a entrega de modelos estruturados, conforme os requisitos definidos, visando à operação, manutenção e gestão patrimonial. A Figura 50 apresenta o fluxograma do processo, aplicado durante toda a fase de contratação, o Quadro 45 traz as atividades adaptadas ao contexto dos IFs, e o Quadro 46 exemplifica os itens a serem acompanhados em uma contratação.



Fonte: ABNT NBR ISO 19650-2 (2022).

Quadro 45 - Atividades para os IFs, adaptado do fluxograma da ABNT NBR ISO 19650-2

Letra	Agrupamento	Adaptação para os IFs
A	Atualização do modelo de informação	Cada nova contratação (obra, ampliação, manutenção) deve atualizar o modelo BIM original, mantendo um histórico contínuo.
B	Atividades por empreendimento	Refere-se à gestão central (Reitoria ou Diretoria de Infraestrutura) do IF sobre o ciclo completo da obra.
C	Atividades por contrato	Para cada contrato (projeto, obra, fiscalização), há entregas específicas no ambiente CDE.
D	Estágio de contratação	Envolve o setor de compras, jurídico e setor técnico do IF para garantir exigências BIM no Edital.
E	Estágio de planejamento da informação	Definição de usos BIM, níveis de detalhamento (LOD), entregas e formatos no PEB.
F	Estágio de produção da informação	Execução técnica dos modelos BIM pelos contratados, com acompanhamento técnico do IF.
Nº	Etapa (Atividade)	Adaptação para os IFs
1	Levantamento das necessidades	As equipes devem fazer a Identificação de demandas estruturais e de infraestrutura no plano de expansão ou manutenção do IF.
2	Convite à licitação	Elaboração e publicação do Edital com requisitos BIM no Portal de Compras Públicas (Compras.gov.br).
3	Resposta à licitação	Recebimento das propostas técnicas e de preço com entregáveis BIM.
4	Contratação	Assinatura do contrato com cláusulas específicas sobre a modelagem da informação.

Continua na próxima página.

Letra	Agrupamento	Adaptação para os IFs
5	Mobilização	Formação da equipe BIM do IF e integração com os contratados.
6	Produção colaborativa da informação	Execução do projeto e obra com colaboração digital via plataforma comum de dados (CDE).
7	Entrega do modelo de informação	Recebimento e verificação do modelo BIM (com <i>As Built</i> , objetos paramétricos e metadados).
8	Encerramento do empreendimento	Validação final, arquivamento digital e integração do modelo ao sistema de gestão patrimonial do IF.

Fonte: Elaborada pela autora (2025), adaptável de ABNT NBR ISO 19650-2 (2022).

Quadro 46 – Informações do ativo contratado

Item	Descrição	Preenchimento com informações da contratação
1	Nome do Empreendimento	(Ex: Construção do Bloco Administrativo – IF XXX)
2	Objeto da Contratação	(Ex: Projeto executivo com uso do BIM, ou Execução de obra com modelo federado)
3	Unidade Requisitante	(Ex: Diretoria de Infraestrutura – Campus Y)
4	Finalidade do Uso do BIM	(Ex: Compatibilização de disciplinas, extração de quantitativos, planejamento 4D)
5	Modelos Esperados	(Ex: Arquitetura, Estrutura, Instalações – em formato IFC e nativo)
6	Níveis de Detalhamento (LOD)	(Ex: LOD 300 para projeto executivo; LOD 400 para obra)
7	Plataforma de Entrega (CDE)	(Ex: Plataforma XXX, com credenciais fornecidas pelo IF)
8	Requisitos de Interoperabilidade	(Ex: Entregas em formato aberto IFC 4.0 e PDF; nomenclatura padrão)
9	Prazos de Entrega BIM	(Ex: Modelos preliminares: 30 dias; Modelos finais: 90 dias após assinatura)
10	Responsável Técnico Interno	(Nome do servidor ou equipe responsável pelo acompanhamento BIM)
11	Equipe contratada BIM	(Campos para preencher após contratação – Coord. BIM, modeladores, etc.)
12	Referências Normativas Aplicadas	(Ex: ABNT NBR ISO 19650-1:2022, Decreto 10.306/2020)
13	Forma de validação dos modelos	(Ex: Checklist, software de verificação, entrega de relatório de validação)
14	Critérios de Aceitação	(Ex: Conformidade com o BEP aprovado, consistência geométrica e não-geométrica)
15	Observações Adicionais	(Espaço para indicar particularidades da contratação)

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Os modelos de apoio e planilhas editáveis estão disponíveis no link:
<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1mrBnioBtgbWNVhg3rxB-tusBPpTfhsQTfmEXQe1Znmg/edit?usp=sharing>.

6.2.7 Manutenção e operação BIM

Concluídas as etapas de implementação, esta subseção aborda o Plano de Manutenção e Operação, que consolida as práticas voltadas à sustentabilidade e à continuidade do uso do *Building Information Modeling* (BIM) nas fases posteriores ao empreendimento.

Os prédios públicos representam governança e cidadania, exigindo gestão eficiente para garantir a prestação de serviços essenciais. A preservação desse patrimônio é fundamental para evitar a deterioração, reduzir custos de manutenção e suprir a falta de informações atualizadas.

Nesse contexto, a integração do *Building Information Modeling* (BIM) ao *Facility Management* (FM), conhecida como BIM-FM, tem sido aplicada tanto em edificações existentes quanto em novos projetos, otimizando o gerenciamento predial e prolongando a vida útil das construções. Nos Institutos Federais (IFs), essa prática contribui para uma manutenção mais eficaz, com foco em segurança, desempenho e sustentabilidade ao longo do tempo.

6.2.7.1 Plano de manutenção e operação BIM

A implementação do BIM-FM nas instituições públicas requer o planejamento de ações coordenadas, que envolvem desde o diagnóstico do edifício até a atualização contínua do modelo digital. A digitalização do acervo (Scan-to-BIM) é um passo inicial crucial, especialmente para edificações antigas, permitindo a criação de um modelo *as-built* para gestão.

As etapas-chave para estruturar esse processo estão apresentadas no Quadro 47, incluindo: levantamento técnico, modelagem BIM, definição de sistemas e ativos críticos, integração com plataformas CAFM (*Computer-Aided Facility Management* ou Gestão de Instalações Assistida por Computador)/CMMS (*Computerised Maintenance Management System* ou Sistema de Gestão de Manutenção Computadorizado), elaboração do plano de manutenção e capacitação das equipes. Essas ações promovem decisões mais assertivas e permitem o uso de painéis de controle (*dashboards*) e gêmeos digitais para o monitoramento em tempo real.

Quadro 47 - Etapas para implantação do Plano de Manutenção e Operação BIM nos IFs

Etapas	Descrição	Responsáveis	Ferramentas/Saídas
1. Levantamento do Edifício	Diagnóstico do estado atual do prédio e coleta de dados.	Equipe técnica do IF, apoio externo (se necessário)	Planta, fotos, relatórios, levantamento escaneado ou manual.
2. Criação/Atualização do Modelo BIM	Elaboração ou atualização do modelo <i>as-built</i> para uso em FM.	Escritório contratado ou equipe interna de modelagem	Modelo BIM (IFC), com parâmetros vinculados a equipamentos e sistemas.
3. Definição dos Sistemas a Serem Gerenciados	Seleção dos ativos críticos e suas rotinas de manutenção.	Setor de Infraestrutura/Engenharia	Lista de sistemas: HVAC, elétrica, elevadores, hidráulica, TI etc.
4. Integração com Sistema de Gestão de Ativos	Vinculação do modelo BIM a sistemas CAFM/CMMS existentes (ou planilhas inteligentes).	TI + Infraestrutura	Plataforma com visualização de ativos, históricos e agendamentos.

Continua na próxima página.

Etapa	Descrição	Responsáveis	Ferramentas/Saídas
5. Planejamento da Manutenção	Estabelecimento das rotinas preventivas, corretivas e preditivas.	<i>Facility Manager</i> / Técnicos do IF	Plano de manutenção vinculado ao modelo BIM (com datas, alertas e responsáveis).
6. Execução e Monitoramento	Execução das manutenções com registro direto no sistema.	Equipes operacionais (internas ou terceirizadas)	Relatórios de execução, alertas, atualizações de <i>status</i> no BIM.
7. Avaliação e Atualização Contínua	Avaliação de desempenho e atualização do modelo ao longo do tempo.	Equipe BIM-FM do IF	Relatórios de eficiência, revisão de processos, atualização do modelo.

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

O Quadro 48 apresenta os principais conteúdos de um plano de *Facility Management* (FM), podendo ser utilizado como modelo de referência pelos Institutos Federais na implementação do BIM-FM.

Quadro 48 – Plano do *Facility Management* (FM)

Tópicos	Conteúdo-chave
1. Objetivos do Plano de Manutenção BIM	- Gestão eficiente dos ativos; - Redução de custos operacionais; - Aumento da vida útil; - Segurança normativa; - Sustentabilidade e decisões baseadas em dados.
2. Ativos e Sistemas Gerenciados	- Estrutura: fundações, paredes, coberturas - Sistemas prediais: hidráulico, elétrico, HVAC, incêndio; - Equipamentos e mobiliário; - Sistemas sustentáveis: energia renovável, reaproveitamento.
3. Tipos de Manutenção	- Preventiva: programada para evitar falhas; - Corretiva: após falhas, planejada ou emergencial; - Preditiva: baseada em monitoramento e desempenho.
4. <i>Softwares</i> e Interoperabilidade	- <i>Softwares</i> FM: CMMS, EDMS, EMS, BAS; - Padrões: IFC (troca de dados), COBie (dados não geométricos); - Integração com ERP, BMS, IoT, Digital Twin.
5. Informações no BIM-FM	- Localização, instalação, datas de manutenção, garantia, peças sobressalentes, manuais; - Dados integrados aos sistemas e normas técnicas
6. Capacitação da Equipe FM	- Treinamento em BIM, Revit, Navisworks, ArchiCAD, CAFM; - Aplicações em manutenção, ocupação, simulações; - Uso de dashboards, metodologias ágeis e gêmeo digital.
7. Monitoramento e Atualizações	- Revisões periódicas do plano - Atualização constante do modelo - Relatórios de desempenho e uso de painéis gerenciais
8. Resultados Esperados	- Gestão moderna e digitalizada; - Eficiência operacional; - Decisões estratégicas com base em dados; - Segurança, economia e sustentabilidade.

Continua na próxima página.

Tópicos	Conteúdo-chave
---------	----------------

Legenda: HVAC: Heating, Ventilation and Air Conditioning (Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado); FM: *Facility Management* (Gestão de Instalações); CMMS: Computerised Maintenance Management System (Sistema Computadorizado de Gestão de Manutenção); EDMS: Electronic Document Management System (Sistema de Gestão Eletrônica de Documentos); EMS: Energy Management System (Sistema de Gestão de Energia); BAS: Building Automation System (Sistema de Automação Predial); IFC: Industry Foundation Classes (Formato de troca de dados BIM); COBie: Construction Operations Building Information Exchange (Troca de Informações para Operação e Manutenção); ERP: Enterprise Resource Planning (Sistema Integrado de Gestão Empresarial); BMS: Building Management System (Sistema de Gestão Predial); IoT: Internet of Things (Internet das Coisas); CAFM: Computer-Aided Facility Management (Gestão de Instalações Assistida por Computador).

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Os Quadros 49 a 53 reúnem modelos práticos e cronogramas detalhados, podendo ser utilizados como guias de aplicação pelos Institutos Federais.

Quadro 49 – Ações e Cronograma de Implementação do BIM-FM

Etapa	Descrição da Ação	Responsável	Início previsto	Término previsto	Status (Não iniciado / Em andamento / Concluído)
1	Levantamento das edificações				
2	Digitalização do acervo (Scan-to-BIM)				
3	Criação de modelo BIM				
4	Inserção dos dados de FM no modelo				
5	Escolha/adaptação do <i>software</i> FM				
	Integração BIM com sistema FM				
7	Treinamento da equipe				
8	Início da operação com BIM-FM				

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Quadro 50 – Levantamentos iniciais das edificações

Campo	Descrição	Preenchido por
Código do ativo	Código patrimonial ou de referência interna.	
Tipo de edificação	Administrativo, sala de aula, laboratório etc.	
Ano de construção	Ano da obra original ou reforma principal.	
Área construída (m ²)	Total em metros quadrados.	
Situação atual do projeto	As Built disponível? BIM já existente?	
Condição da edificação	Boa / Regular / Precisa de reforma.	
Documentação disponível	Plantas, memoriais, manuais, etc.	

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Quadro 51 – Mapeamentos dos ativos e sistema prediais

Ativo	Existe manutenção?	Localização	Modelo/fabricante	Ano de instalação	Última manutenção	Obs.
Sistema elétrico						
Sistema hidráulico						
Ar-condicionado (HVAC)						
Cobertura e telhado						
Elevadores						
Sistema de combate a incêndio						
Mobiliário fixo						

Fonte:Elaborado pela autora (2025).

Quadro 52 – Definição dos tipos de manutenção por sistema

Sistema/ativo	Tipo de manutenção (preventiva, corretiva, preditiva)	Periodicidade recomendada	Norma técnica aplicada	Responsável pelo monitoramento
Ex: Ar-condicionado				
Ex: Iluminação externa				

Fonte:Elaborado pela autora, (2025).

Quadro 53 – Treinamento e Capacitação da Equipe FM

Curso/treinamento	Carga	Ferramenta/tema	Participantes	Data prevista
Introdução ao BIM para FM				
Software Revit para FM				
Uso do CMMS e integração com BIM				
Leitura de modelos COBie/IFC				

Fonte:Elaborado pela autora (2025).

Os modelos de apoio e planilhas editáveis estão disponíveis no link:

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/14nDfu7H490P84VGiMswpKTlu6gwC9Lxl7CgnbjinFQs/edit?usp=sharing>.

A implementação do *Building Information Modeling* (BIM) nos Institutos Federais (IFs) representa um avanço significativo na modernização da gestão de edificações, promovendo eficiência, transparência e otimização dos processos ao longo de todo o ciclo de vida das construções.

Esta Proposta do Protocolo de Implementação do BIM não tem caráter impositivo, mas se apresenta como um instrumento de referência, orientação e apoio, complementando os documentos institucionais já existentes. Seu objetivo é oferecer diretrizes claras para a adoção do BIM nos processos de planejamento, contratação, execução e manutenção das edificações, fortalecendo a gestão da infraestrutura dos IFs com base em boas práticas e em princípios de sustentabilidade.

Além disso, a proposta do protocolo foi concebida de forma flexível, permitindo que cada instituição adapte suas recomendações às suas necessidades específicas, respeitando sua autonomia e seu nível de maturidade em BIM. Trata-se de um documento evolutivo, capaz de incorporar avanços tecnológicos, novas regulamentações e práticas consolidadas do setor da construção civil e da administração pública.

Para facilitar sua aplicação prática, o Apêndice F apresenta o detalhamento teórico das etapas e atividades propostas, de modo a apoiar a implantação efetiva da metodologia BIM nos Institutos Federais.

6.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A consolidação da proposta, validada por especialistas e estruturada para atender à complexidade organizacional dos Institutos Federais, representa um avanço significativo na busca por diretrizes aplicáveis à adoção do BIM no setor público. No próximo capítulo, são apresentadas as considerações finais desta pesquisa, destacando as contribuições do estudo, suas limitações e perspectivas para futuras investigações e aplicações práticas da proposta desenvolvida.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente tese foi motivada por um desafio contemporâneo e estratégico para o setor público brasileiro: como promover a transformação digital na gestão de obras públicas por meio do Building Information Modeling (BIM), superando resistências institucionais, limitações técnicas e barreiras culturais? Para responder a essa pergunta, foi concebido, validado e apresentado uma Proposta do Protocolo de Implementação do BIM específica para os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia (IFs), ancorado em rigor metodológico e fundamentação teórica sólida.

Este capítulo final consolida os principais resultados e reflexões advindos da pesquisa, reafirmando sua contribuição científica e prática. Também propõe direções para estudos futuros, com vistas à consolidação, aprimoramento e disseminação do artefato desenvolvido.

7.1. SÍNTESE DO PERCURSO METODOLÓGICO

A pesquisa adotou a abordagem *Design Science Research* (DSR), que se mostrou adequada à criação de um artefato inovador com potencial de aplicação real. O processo envolveu cinco etapas sequenciais: informação, classificação, desenvolvimento, avaliação e conclusão.

Destaque-se que a DSR não foi meramente uma escolha metodológica, mas sim um instrumento epistemológico, que permitiu alinhar a investigação à resolução de um problema real, garantindo legitimidade científica à produção de conhecimento aplicado.

Foram analisados mais de 100 documentos normativos e guias internacionais, e aplicado um diagnóstico institucional em 35 IFs, que identificou os principais entraves à adoção do BIM no setor educacional federal. Com base nesses insumos, a proposta do protocolo foi desenvolvida em módulos progressivos e, posteriormente, validado por seis especialistas da área, garantindo aderência às realidades institucionais e validade técnica.

7.2 OBJETIVOS ATINGIDOS E HIPÓTESE CONFIRMADA

O objetivo geral da pesquisa, desenvolver e validar uma proposta do protocolo de implementação do BIM para os Institutos Federais, foi plenamente atingido. A hipótese de que seria possível adaptar diretrizes consolidadas internacionalmente para criar um modelo prático, coerente e viável de adoção do BIM no setor público federal brasileiro também foi confirmada.

A pesquisa resultou em um artefato aplicável, de clareza operacional, respaldado por diretrizes nacionais, como a Estratégia BIM BR, e por normas internacionais, como a ISO 19650. A proposta do protocolo foi considerada aplicável por especialistas da área técnica e sensível à realidade multicampi, contribuindo como referência prática e normativa para instituições públicas em fase de transição digital.

7.3 CONTRIBUIÇÕES DA PESQUISA

O desenvolvimento e a avaliação do protocolo de implementação do BIM nos Institutos Federais possibilitaram identificar contribuições relevantes tanto no âmbito teórico quanto no prático. Essas contribuições evidenciam o papel da pesquisa em avançar o conhecimento científico sobre a temática, ao mesmo tempo em que oferecem instrumentos aplicáveis para a melhoria da gestão de obras públicas.

7.3.1 Contribuições teóricas

- Sistematização crítica das barreiras e boas práticas da adoção do BIM em instituições públicas brasileiras;
- Apropriação e aplicação da metodologia DSR ao campo da gestão pública da construção civil;
- Integração entre marcos normativos nacionais e internacionais na formulação de artefatos institucionais.

7.3.2 Contribuições práticas

- Elaboração de um protocolo original, adaptável e aplicável aos IFs e a outros órgãos públicos;
- Instrumento concreto de apoio à gestão pública, que favorece a padronização, a transparência e a governança na execução de obras públicas;
- Fomento à disseminação da cultura digital no setor público, em consonância com políticas nacionais de inovação.

7.4 LIMITAÇÕES

Entre as limitações do estudo, destacam-se:

- O número restrito de especialistas na etapa de validação (seis), o que reduz a amplitude de percepções.
- A ausência de aplicação prática em projetos-piloto, que permitiria testar empiricamente os resultados do protocolo.
- A dependência de informações fornecidas por questionários institucionais, sujeitos a vieses de resposta.

Essas limitações demonstram que a pesquisa não se encerra em si mesma, mas constitui uma base sólida para o avanço contínuo das práticas de gestão e inovação no setor público brasileiro.

7.5 TRABALHOS FUTUROS

O caminho está apenas começando. Com base nos avanços desta pesquisa, destacam-se como prioritárias as seguintes frentes de continuidade:

- Aplicação em projetos-piloto, com mensuração de indicadores de desempenho e eficácia;
- Criação de ferramentas digitais de apoio ao protocolo (plataformas web, dashboards, modelos adaptativos);
- Expansão para outros contextos públicos, como secretarias estaduais e prefeituras;
- Análises comparativas internacionais, especialmente com países referência em adoção do BIM;
- Pesquisas longitudinais, que monitorem a evolução da maturidade BIM nos IFs ao longo do tempo.

7.6 CONCLUSÃO GERAL DA TESE

A presente tese transcende a simples elaboração de um documento técnico, representando um compromisso com a transformação da gestão pública brasileira por meio de soluções exequíveis, tecnicamente fundamentadas e socialmente relevantes. Ao articular ciência, gestão e inovação, o trabalho busca contribuir para a consolidação de um novo paradigma na condução das políticas públicas de infraestrutura educacional no país.

A motivação para este estudo nasceu da experiência profissional da autora nos Institutos Federais, onde os desafios e oportunidades da adoção do BIM foram vivenciados de forma concreta. Assim, esta tese reflete não apenas uma contribuição acadêmica, mas também um esforço alinhado ao aprimoramento da gestão pública educacional brasileira.

REFERÊNCIAS:

ABANDA, F. H.; BALU, B.; ADUKPO, S.; AKINTOLA, A. Decoding ISO 19650 through process modelling for information management and stakeholder communication in BIM. **Buildings**, v. 15, n. 3, art. 431, 2025. DOI: <https://doi.org/10.3390/buildings15030431>.

ABBASNEJAD, B.; NEPAL, M. P.; MIRHOSSEINI, S. A.; MOUD, H. I.; AHANKOOB, A. Modelling the key enablers of organizational building information modelling (BIM) implementation: an interpretive structural modelling (ISM) approach. **Journal of Information Technology in Construction**, vol. 26, p. 974–1008, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.36680/j.itcon.2021.052>. Acesso em: 09 mai. 2023.

AEC (UK). AEC (UK) BIM Technology Protocol. (2015). Version 2.1.1. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://aecuk.wordpress.com/wp-content/uploads/2015/06/aecukbimtechnologyprotocol-v2-1-1-201506022.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2023.

AEC INFOSYSTEMS, INC. **BIM Guidelines for Design and Construction**. P. 47, 2015. Disponível em: <https://www.mass.gov/doc/bim-guidelines-for-design-and-construction/download>. Acesso: 20 jan. 2024.

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL - ABDI e MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS – MDIC. **Coletanêas Guias BIM ABDI-MDIC**. BRASÍLIA- DF. 2017. Disponível: manuais bim - spbim - arquitetura digital. Acesso em: 09 de mai. 2023.

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL E MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS. **Guia 1: contratação e elaboração de projetos BIM**. 84 p. Brasília, DF: ABDI, 2017a. (Coletânea BIM Guia ABDI-MDIC).

AHUJA, R.; SAWHNEY, A.; JAIN, M.; ARIF, M.; RAKSHIT, S. Factors influencing BIM adoption in emerging markets – the case of India. **International Journal of Construction Management**, vol. 20, no. 1, p. 65–76, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/15623599.2018.1462445>. Acesso em: 19 out. 2023.

AKBAS, E.; BOLPAGNI, M.; BORRMANN, A.; BOEYKENS, S.; MELLENTHIN FILARDO, M.; LIU, L.; BEETZ, J. A holistic approach to information requirements: Integration of Level of Information Need and Information Delivery Specification. **Journal of Information Technology in Construction (ITcon)**, v. 30, p. 731-744, 2025. DOI: <https://doi.org/10.36680/j.itcon.2025.030>.

AKEN, J. E. VAN. Management research based on the paradigm of the design sciences: the quest for field-tested and grounded technological rules. **Journal of Management Studies**, v. 41, n. 2, p. 219-246, 2004.

ALGAYER, THIAGO ALBUQUERQUE. **Gerenciamento da informação baseado em um modelo BIM-FM para a gestão da manutenção**. 2019. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Programa Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/215663>. Acesso em 10 mar. 2025.

ALVES, T. R. O. **Diagnóstico das condições para implantação da Modelagem da Informação da Construção (BIM) em municípios de pequeno porte**. 2021. Dissertação

(Mestrado Engenharia Civil) Programa de Pós- Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de São Carlos. São Carlos. 2021. Disponível em: <https://www.bco.ufscar.br/fontes-de-informacao/teses-e-dissertacoes>. Acesso: 19 out. 2023.

AMORIM, M. E., R. T. H. FEUERHARMEL, A. L. P. ABREU, “Avaliação do desempenho energético nas etapas iniciais de um processo BIM de um projeto público”, in IX ENSUS, **Encontro de Sustentabilidade em Projecto**, UFSCm Florianópolis, SC, Brasil, 2021, pp. 470-481. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/228812>. Acesso em: 27 de mar. 2025.

ARKSEY, H.; O’MALLEY, L. *Scoping studies: towards a methodological framework*. International Journal of Social Research Methodology, v. 8, n. 1, p. 19–32, 2005. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/epdf/10.1080/1364557032000119616?needAccess=true>. Acesso em: 23 ago. 2025.

ARAYICI, Y.; COATES, P.; KOSKELA, L.; KAGIOGLOU, M.; USHER, C.; O’REILLY, K. BIM adoption and implementation for architectural practices. **Structural Survey**, vol. 29, no. 1, p. 7–25, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/02630801111118377>. Acesso em: 19 out. 2023.

ARAYICI, Y.; EGBU, C.; COATES, P. Building information modelling (Bim) implementation and remote construction projects: Issues, challenges, and critiques. **Electronic Journal of Information Technology in Construction**, vol. 17, p. 75–92, 2012.

ARCHIBUS. **Archibus and Autodesk: from BIM to FM**, 2023. Disponível em: <https://archibus.com/products/bim-fm/>. Acesso em: 12 mar. 2025.

ARCHITECTURAL, U. K. **BIM technology protocol AEC (UK) BIM technology protocol**. June, 2015, p. 1–47. Disponível em: <https://aecuk.files.wordpress.com/2015/06/aecukbimtechnologyprotocol-v2-1-1-201506022.pdf>. Acesso em: 06 set. 2023.

ARROTÉIA, A. V.; FREITAS, R. C.; MELHADO, S. B. Barriers to BIM adoption in Brazil. **Frontiers in Built Environment**, vol. 7, p. 1–12, 11 Mar. 2021. DOI 10.3389/fbuil.2021.520154. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fbuil.2021.520154/full>. Acesso em: 19 out. 2023.

ARAÚJO, C. S.; DE SIQUEIRA, L. C.; DE BRITO, B. L.; FERREIRA, E. de A. M. Rotina de programação para geração de modelos BIM visando estimativas de custos. **Anais do Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção (SINGEP)**, v. 11, p. 1-9, 2019. Disponível em: <https://submissao.singep.org.br/9singep/proceedings/arquivos/58.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15575-1:2013: Edificações habitacionais – Desempenho Parte 1: Requisitos gerais.Emenda 2**, 2021. Rio de Janeiro: ABNT, 2013. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/confea/pnm.aspx?Q=ZU10ZFISWGtuWi9nbFdUcU5qa1RwMTJQTlExM3l3N3FIU1hOcJFsZTFnOD0=>. Acesso em 21 mar. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 19650-1:2022.**

Organização e digitalização da informação sobre edifícios e obras de engenharia civil, incluindo modelagem da informação da construção (BIM) - Gestão da informação usando modelagem da informação da construção Parte 1: Conceitos e princípios. Versão Corrigida:2024. Disponível:

<https://www.abntcatalogo.com.br/confea/vf/viewer.aspx?Q=R2pyQXNDUTR1WkFCTC94TWRjQTFQYm1GNHR4WjJqNFFwUHB2VHZFdVZFUT0=>. Acesso em: 23 mar. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 19650-2:2022.**

Organização e digitalização da informação sobre edifícios e obras de engenharia civil, incluindo modelagem da informação da construção (BIM) - Gestão da informação usando modelagem da informação da construção Parte 2: Conceitos e princípios. Versão Corrigida:2024. Disponível:

<https://www.abntcatalogo.com.br/confea/pnm.aspx?Q=dGk0dGo3eS95NmdSVEdoWTdURzNVWW5oZkhEQ04ySEtyR1BSRWIRZEZPYz0=>. Acesso em: 23 mar. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15965:** Sistema de classificação da informação da construção: parte 1: terminologia e estrutura. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em:

https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/7759337/mod_resource/content/0/NBR15.965-1.pdf. Acesso em :24 mar. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5462:**

Confiabilidade e manutenibilidade. Rio de Janeiro, 1994. Disponível em:

<https://www.abntcatalogo.com.br/confea/vf/viewer.aspx?Q=R2pyQXNDUTR1WkI0Zm5tbWZJL21xQzFSanpLbkNIN1A=>. Acesso em :20 mar. 2025.

AUTODESK. **Manual de Implantação Piloto BIM.** P. 39, 2014. Inc 111 McInnis Parkway San Rafael, CA 94903, EUA. Disponível em:

https://damassets.autodesk.net/content/dam/autodesk/fast-campaigns/fy18-amer/aec/94508/adsk_BIM_deployment.pdf. Acesso em: 20 jan. 2024.

AZHAR, S.; KHALFAN, M.; MAQSOOD, T. Building information modeling (BIM): now and beyond. **Australasian Journal of Construction Economics and Building**, vol. 12, no. 4p. 15–28, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.5130/ajceb.v12i4.3032>. Acesso em: 19 out. 2023.

BERLO, L.V.; DIJKMANS, T.; HENDRIKS, H.; SPEKKINK, D.; Pe, W. BIM

QUICKSCAN: Benchmark of BIM performance in the netherlands. Proceedings of the CIB W78 2012: 29th **International Conference –Beirut**, Lebanon, 17-19. Disponível em:

<chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://cumincaades.scix.net/pdfs/w78-2012-Paper-30.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2025.

BIBLUS. **BIM no Brasil:** confira os passos para sua implementação. 2020. Disponível em:

https://biblus.accasoftware.com/ptb/bim-no-brasil-confira-os-passos-para-sua-implementacao/#BIM_no_Brasil_2017_a_criacao_do_CE_8211_BIM. Acesso em: 23 abr. 2023.

BIBLUS. **Níveis de maturidade BIM**. 2022. Disponível em: <https://biblus.accasoftware.com/ptb/niveis-de-maturidade-bim-nivel-0/>. Acesso em: 02 out. 2024.

BIM DICTIONARY. **Verbetes COBie**, 6 set. 2019. Disponível em: <https://bimdictionary.com/en/cobie/1>. Acesso em: 6 mar. 2025.

BIM FÓRUM Brasil – BFB. **Guias de contratação BIM**: conceitos básicos e requisitos para contratação BIM.V.01. p. 36, 2023, São Paulo: Bim Fórum Brasil - BFB: Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. Disponível em: <https://www.causc.gov.br/wp-content/uploads/2023/05/Volume-1-Guias-de-Contratacao-BIM.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2024.

BIM FORUM Brasil. **Seminário implementación BIM en Latinoamérica**: Avances. 2021. Disponível em: <https://www.bimforum.org.br/post/semin%C3%A1rio-implementaci%C3%B3n-bim-en-latinoam%C3%A9rica-avances-2021>. Acesso em: 09 mai. 2023.

BIM ONE E PELA SCIUS ADVISORY INC. **Workstation Guide for Digital Design and Construction**. 2022. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.delltechnologies.com/asset/nl-nl/products/workstations/industry-market/workstation-guide-for-digital-design-and-construction.pdf>. Acesso em: 22 de jan. 2025.

BIMFORUM, **Level of Development Specification for Building Information Modelling**, version 2016, disponível em: <https://bimforum.org/resource/lod-level-of-development-lod-specification/>. Acesso em: 02 abr. 2025.

BIM FÓRUM. **Guias de contratação BIM: diretrizes para contratos BIM**: v. 2, 1.ed., São Paulo: BIM FÓRUM BRASIL - BFB: Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, 2023. Disponível em: <https://mkt.bimforum.org.br/coletanea-guias-de-contratacao-bim>. Acesso em: 08 abr. 2025.

BIMTHINKSPACE (2015). A report for the Government Construction Client Group Building Information Modelling. (BIM) **Working Party Strategy Paper**. Disponível em: <https://www.bimthinkspace.com/2015/02/episode-22-the-wedge-and-the-s-curve.html>. Acesso: 08 nov. 2024.

BORRELLI, E. M. Y.; SCHEER, S. Aplicação da Modelagem da Informação da Construção nas atividades de manutenção e operação de edificações. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, v. 13, p. e022023, jul. 2022. DOI: <https://doi.org/10.20396/parc.v13i00.8665320>. Disponível em: <http://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc>. Acesso em: 22 mar. 2025.

BRASIL. **Lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008**. Institui a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, cria os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, e dá outras providências. Brasília, DF, 2008. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/111892.htm. Acesso em: 28 jun. 2023.

_____. **Decreto de 5 de junho de 2017.** Institui o Comitê Estratégico de Implementação do Building Information Modelling. 2017. Disponível em: https://www.gov.br/mdic/pt-br/images/REPOSITORIO/sdci/CGMO/Decreto---Comit-Estratgico-BIMa_site-Planalto-10.05.2017.pdf. Acesso em: 06 nov. 2022.

_____. **Decreto nº 9.377, de 17 de maio de 2018.** Institui a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling. Revogado. 2018. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/decreto/d9377.htm. Acesso em: 06 nov. 2022.

_____. MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR (MDIC). **Livreto Estratégia BIM-BR: construção inteligente.** Brasília, DF, 2018a. Disponível em: http://mdic.gov.br/images/REPOSITORIO/sdci/CGMO/Livreto_Estratgia_BIM_BR-6.pdf. Acesso em: 20 set. 2022.

_____. **Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019.** Institui o Comitê Gestor da Estratégia do BIM. Revogado. 2019. Disponível em https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/d9983.htm. Acesso em: 06 nov. 2022.

_____. **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. Brasília, DF, 2020. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/D10306.htm. Acesso em: 29 out. 2022.

_____. MINISTÉRIO PÚBLICO DO DISTRITO FEDERAL E TERRITÓRIOS (MPDFT). **Caderno de projetos e de gestão em edificações em BIM**, 315p. Brasília, DF, 2020a. Disponível em: https://www.mpdft.mp.br/portal/pdf/servicos/Caderno_BIM_MPDFT_Edicao_1_2020.pdf. Acesso em: 20 set. 2022.

_____. **Lei nº 14.133, de 1º de abril de 2021.** Estabelece normas gerais de licitação e contratação para as Administrações Públicas diretas, autárquicas e fundacionais da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios. Brasília, DF, 2021. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/L14133.htm. Acesso em: 15 nov. 2022.

_____. **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. 2024. Brasília, DF, 2024. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2023-2026/2024/Decreto/D11888.htm#art14. Acesso em: 29 jul. 2024.

_____. Ministério da Educação. **Instituições da Rede Federal. Conheça as características das instituições que compõem a rede federal de educação profissional, científica e tecnológica e a lista de suas unidades.** 2024a. Disponível em: <http://www.gov.br/mec/pt-br/areas-de-atuacao/ept/rede-federal>. Acesso em: 09 jan. 2025.

BRITO, D. M. **Fatores críticos de sucesso para implementação de building information modelling (BIM) por organizações públicas**. 2019. Dissertação (Mestrado Engenharia Civil). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufaba.br/handle/ri/29680>. Acesso em: 02 set. 2022.

BUILDING AND CONSTRUCTION AUTHORITY (BCA). **Singapore BIM guide version 2.0**. Singapura, 2013. Disponível em: https://www.corenet.gov.sg/media/586132/Singapore-BIM-Guide_V2.pdf. Acesso em: 06 set. 2023.

BULHÕES, ANA GRAZIELLA FERNANDES NOBRE. **BIM Office: plataforma WEB para contratação de projetos de engenharia na modelagem BIM - Building Information modeling**. 2022. Dissertação (Mestrado em em Ciência, Tecnologia e Inovação). Programa em Ciência, Tecnologia e Inovação. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. NATAL-RN. Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/48453/1/BIMOfficeplataforma_Bulhoes_2022.pdf. Acesso em: 09 mai. 2023.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CBIC). **Implementação BIM – parte 2: Implantação do BIM para construtoras e incorporadoras**. Brasília: CBIC, 2016. 82 P. Disponível em: <https://cbic.org.br/faca-o-download-da-coletanea-bim-no-site-da-cbic/>. Acesso em: 02 mai. 2023.

CHANG, C.-Y.; PAN, W.; HOWARD, R. Impact of building information modeling implementation on the acceptance of integrated delivery systems: structural equation modeling analysis. **Journal of Construction Engineering and Management**, vol. 143, no. 8, p. 1–10, 2017. Disponível em: [https://doi.org/10.1061/\(asce\)co.1943-7862.0001335](https://doi.org/10.1061/(asce)co.1943-7862.0001335). Acesso em: 02 mai. 2023.

CHAREF, R.; EMMITT, S.; ALAKA, H.; FOUCHAL, F. Building information modelling adoption in the European Union: An overview. **Journal of Building Engineering**, v. 25, n. October 2018, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.job.2019.100777>. Acesso em: 02 mai. 2023.

CHEN, W.; CHEN, K.; CHENG, J.; WANG, Q.; GAN, V. BIM-based framework for automatic scheduling of facility maintenance work orders. **Automation in Construction**. Amsterdam, v. 91, p. 15-30, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.03.007>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926580517307173>. Acesso em: 23 mar. 2025.

CHENG, J. C. P.; LU, Q. A review of the efforts and roles of the public sector for BIM adoption worldwide. **Journal of Information Technology in Construction**, vol. 20, no. Luma, p. 442–478, 2015.

CHIEN, K. F.; WU, Z. H.; HUANG, S. C. Identifying and assessing critical risk factors for BIM projects: Empirical study. **Automation in Construction**, vol. 45, p. 1–15, 2014. DOI 10.1016/j.autcon.2014.04.012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2014.04.012>. Acesso em: 02 mai. 2023.

COELHO, K. M. **A implementação e o uso da modelagem da informação da construção em empresas de projeto de arquitetura**. 2017. 289 p. Dissertação (Mestrado em Ciências). Departamento de Engenharia da Construção Civil. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Paulo-SP. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3153/tde-13032017-100600/publico/KarinaMatiasCoelhoCorr17.pdf>. Acesso em: 10 mai. 2023.

COMPANHIA PAULISTA DE TRENS METROPOLITANOS (CPTM).

CONCORRÊNCIA n^a 8430120011. Prestação de serviços de engenharia, arquitetura e meio ambiente para elaboração de projeto básico e executivo, visando a reconstrução da Estação Santa Terezinha, na linha 8 – Diamante da CPTM. São Paulo. 2013. Disponível em: https://www.imprensaoficial.com.br/ENegocios/popup/pop_e-nego_detalhes.aspx?IdLicitacao=788553&IdEventoLicitacao=2537323#26/04/2025. Acesso em: 02 mai. 2023.

COMPUTER INTEGRATED CONSTRUCTION RESEARCH PROGRAM. (2013). **“BIM planning guide for facility owners”** Versão 2.0, junho, The Pennsylvania State University, University Park, PA, EUA. Disponível em <http://bim.psu.edu>. Acesso em: 22 mai. 2023.

CONSTRUCTION INDUSTRY COUCIL (CIC). **CIC Building Information Modelling Standards (Phase One)**. P. 1-144, 2015. Disponível em: https://www.bim.cic.hk/en/resources/publications_detail/2 Acesso: 01 set. 2023.

CONSTRUCTION INFORMATION SYSTEMS LIMITED (NATSPEC) 2022. **BIM National Guide NATSPEC**. P. 1-48, 2022. Disponível em: <https://www.bim.natspec.org/documents/natspec-national-bim-guide>. Acesso: 01 set. 2023.

COORDENAÇÃO GERAL DE PROJETOS AEROPORTUÁRIOS. **Planos de Implantação e Implementação do BIM na Secretaria Nacional de Aviação Civil (MINFRA)**. V.4, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/portos-e-aeroportos/pt-br/assuntos/transporte-aereo/planos-bim>. Acesso em: 22 jun. 2024.

CORRÊA, B., S.; SHIH, H., H., O., M. Gestão da obra pública: uma análise comparativa dos aditivos de valor e de prazo entre duas instituições federais de ensino. **Revista Gestão Aditivos Universitária na América Latina - GUAL**, p. 130–150, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.5007/1983-4535.2019v12n3p130>. Acesso em: 02 mai. 2023.

COSTA, A. A.; MATOS, B. de C.; DRUMOND, D.; RODRIGUES, I. **Guia de contratação BIM**. [S. l.: s. n.], 2017. Disponível em: <http://www.ct197.pt/index.php/desenvolvimentos/documentacao>. Acesso em: 02 mai. 2023.

DAKHIL, A.; UNDERWOOD, J.; AL SHAWI, M. Critical success competencies for the bim implementation process: UK construction clients. **Journal of Information Technology in Construction**, v. 24, p. 80–94, 2019.

DAVIES, K.; WILKINSON, S.; MCMEEL, D. A review of specialist role definitions in bim guides and standards. **Journal of Information Technology in Construction**, vol. 22, no. September, p. 185–203, 2017.

DEPARTMENT OF VETERANS AFFAIRS (VA). **Manual BIM**. VA BIM Standard 40p. 2017. Disponível em: https://www.wbdg.org/FFC/VA/VABIM/bim_manual_2017.pdf. Acesso em: 06 set. 2023.

DIAS, D.; TEIXEIRA, R.; VIANA, T.; MICELI JUNIOR, G.; PELLANDA, P.; GOLDSCHMIDT, R. O impacto do BIM no gerenciamento do ciclo de vida das edificações - estudo de caso no Exército Brasileiro. In: **Anais do XX ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO**, 20., 2024, Maceió. ANTAC, 2024. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/entac/article/view/6010>. Acesso em: 22 nov. 2024.

DINOP/CENOP LOGÍSTICA CURITIBA(PR). LICIT23- LICITAÇÕES ENGENHARIA. **Esclarecimento Nº 01**. Curitiba. 2016. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/<https://www.bb.com.br/docs/pub/siteEsp/dilog/dwn/escCC16.0181.pdf>. Acesso: 23 mar. 2023.

DRESCH, A.; LACERDA, D.P.; ANTUNES, J. **Design science research**: método de pesquisa para avanço da Ciência e Tecnologia. Porto Alegre: Bookman, 2015.

DRESCH, ALINE. **Design science e design science reasearch como artefato metodológicos para engenharia de produção**. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistema). Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS. São Leopoldo. Disponível em: <http://repositorio.jesuita.org.br/bitstream/handle/UNISINOS/4075/51.pdf?sequence=1&isAllo wed=y>. Acesso em: 27 mar. 2023.

EADIE, R.; BROWNE, M.; ODEYINKA, H.; MCKEOWN, C.; MCNIFF, S. BIM implementation throughout the UK construction project lifecycle: An analysis. **Automation in Construction**, vol. 36, p. 145–151, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2013.09.001>. Acesso em: 27 mar. 2023.

EASTMAN, C., TELCHOLZ, P., SACKS, R., LISTON, K. **BIM Handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors**. Disponível em: https://www.academia.edu/3183272/BIM_handbook_A_guide_to_building_information_modeling_for_owners_managers_designers_engineers_and_contractors. Acesso em: 24 ago. 2022.

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

ELAGIRY, M.; MARINO, V.; LASARTE, N.; ELGUEZABAL, P.; MESSERVEY, T. BIM4Ren: Barriers to BIM implementation in renovation processes in the Italian market. **Buildings**, v. 9, n. 9, p. 1–17, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/buildings9090200>. Acesso em: 24 ago. 2022.

ESCOSTEGUY, C.V. *et al.* Modelagem de Projetos Públicos: Impactos e Benefícios da Modelagem BIM em uma Obra Federal. In: **Anais do XX do ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO**, 20., 2024, Maceió. ANTAC, 2024. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/entac/article/view/6010>. Acesso em: 26 nov. 2024.

EUROPEAN UNION – EU BIM TASK GROUP. **Handbook for the introduction of Building Information Modelling by the European Public Sector**. 2017. Disponível em: <https://eubim.eu/>. Acesso em: 28 ago. 2024.

FERREIRA, S.; OLIVEIRA, J.; JEREISSATI, G.; CAVALCANTE, J.; OLIVEIRA, F.; ALMEIDA, P. **O BIM e a compatibilização dos projetos em obras públicas: O caso de estudo de uma escola brasileira**. 4º congresso português de 'Building Information Modelling' vol. 2-ptBIM, 2022•scholar.archive.org. <https://doi.org/10.21814/uminho.ed.77.31>. Acesso em: 27 mar. 2025.

FLORIDA INTERNACIONAL UNIVERSITY (FIU). **BIM standard & guide**. FIU_BIM_Standard_120814.pdf. no. December, 2014. Disponível em: https://facilities.fiu.edu/Documents/Forms_Standards/FIU_BIM_Standard_120814.pdf. . Acesso em: 06 set. 2023.

FM SYSTEMS. **Products**. Disponível em: <https://fmsystems.com/products/facility-management-software/facility-maintenancesoftware/>. Acesso em: 12 mar. 2025.

FROESE, T. M. The impact of emerging information technology on project management for construction. **Automation in Construction**, vol. 19, no. 5, p. 531–538, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2009.11.004>. Acesso em: 06 set. 2023.

GANAH, A.; JOHN, G. A. **Suitability of BIM for enhancing value on PPP projects for the benefit of the public sector**. PPP International Conference 2013 Body of Knowledge, no. March, p. 347–356, 2013.

GENERAL SERVICES ADMINISTRATION (GSA). **BIM guide 07 building elements**. GSA BIM Guide 07, 58 p. 2016. Disponível em: https://www.gsa.gov/system/files/BIM_Guide_07_v_1.pdf. Acesso em: 06 set. 2023.

GIMÉNEZ, Z.; HERNÁNDEZ, H.; LEYVA LONDOÑO, J. P.; CASTRO BEDOYA, P. A. Analyzing the relationship between the level of BIM maturity and value generation in construction projects in Colombia. **Journal of Construction Engineering and Management**, 2025. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2090447925000929>. Acesso em: 27 out 2025.

GOMES, C. E. M.; A. L. VIVAN; E. P. SICHIERI E J. C. PALIARI. “**Light Steel Frame: Construção industrializada a seco para habitação popular: Práticas sustentáveis**”, in Encontro Latino Americano de edificações e comunidades sustentáveis (2013), Curitiba, Paraná, Brasil, 2013. doi: 10.12702/978-85-89478-40-3-a022. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/269200928_Light_Steel_Frame_Construcao_Industrializada_a_Seco_para_Habitacao_Popular_-_Praticas_Sustentaveis. Acesso em: 28 mar. 2025.

GOVERNO DE SANTA CATARINA. **Caderno de Apresentação de Projetos em BIM**. (2014). Disponível em: <http://www.spg.sc.gov.br/visualizar-biblioteca/acoes/comite-de-obras-publicas/427-caderno-de-projetos-bim/file>. Acesso em: 29 jul. 2022.

GOVERNO DE SANTA CATARINA. **Guia de implantação e implementação BIM para órgãos públicos de Santa Catarina.** (2022). Fase 1, p. 82. Disponível em: <https://www.bim.sc.gov.br/c%C3%B3pia-cadernos-t%C3%A9cnico-bim-sc>. Acesso em: 02 set. 2022.

GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ. **Caderno BIM:** Caderno de Especificações Técnicas para Contratação de Projetos em BIM – Infraestrutura Rodoviária. Ed. Curitiba, PR: Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística, 2022. 117 p. Disponível em: <https://www.bim.pr.gov.br/Pagina/Caderno-BIM-Infraestrutura-Rodoviaria>. Acesso em: 18 mar. 2025

GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ. **Caderno BIM:** Caderno de Especificações Técnicas para Contratação de Projetos em BIM – Edificações. 11. Ed. Curitiba, PR: Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística, 2023. 123 p. (Coletânea de Cadernos Orientadores). Disponível em: https://www.bim.pr.gov.br/sites/bim/arquivos_restritos/files/documento/2023-05/caderno_bim_de_edificacoes_2023_0.pdf. Acesso em: 18 mar. 2025.

GRANT THORNTON. SIENGE. Agência Brasileira de Desenvolvimento e Industrial (ABDI). **Mapeamento Maturidade BIM no Brasil.** 2º Edição. 2022. Disponível em: <https://www.grantthornton.com.br/insights/artigos-e-publicacoes/maturidade-bim-2022/>. Acesso em: 10 dez. 2024.

GTBIM – GRUP TÉCNICO BIM – AsBEA. **Guia AsBEA boas práticas BIM.** Estruturação do Escritório de Projeto para a Implantação do BIM. Fascículo 1, 2013. Disponível em: <https://www.asbea.org.br/downloads/.pdf>. Acesso em: 09 mai. 2023

GTBIM – GRUP TÉCNICO BIM – AsBEA. **Guia AsBEA boas práticas BIM.** Fluxo de Projetos em BIM: Planejamento e Execução. Fascículo 2, 2015. Disponível em: <https://www.asbea.org.br/downloads/.pdf>. Acesso em: 09 mai. 2023

GU, N.; LONDON, K. Understanding and facilitating BIM adoption in the AEC industry. **Automation in Construction**, v. 19, n. 8, p. 988-999, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2010.09.002>. Acesso em: 02 set. 2022.

HOWARD, R.; RESTREPO, L.; CHANG, C.-Y. Addressing individual perceptions: an application of the unified theory of acceptance and use of technology to building information modelling. **International Journal of Project Management**, vol. 35, no. 2, p. 107–120, Feb. 2017. DOI 10.1016/j.ijproman.2016.10.012. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0263786316302927~>. Acesso em: 02 set. 2022.

HYARAT, E.; HYARAT, T.; AL KUISI, M. Barriers to the implementation of building information modeling among Jordanian AEC companies. **Buildings**, v. 12, n. 2, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/buildings12020150>. Acesso em: 02 set. 2022.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TRIÂNGULO MINEIRO. **Instrução Normativa IFTM nº 73, de 18 de fevereiro de 2022.** Dispõe sobre procedimentos relativos às obras e serviços de engenharia no âmbito do IFTM - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro. 2022. 26 p. Uberaba-MG. Disponível:

<https://iftm.edu.br/administracao/manuais/#:~:text=INSTRU%C3%87%C3%83O%20NORMATIVA%20IFTM%20N%C2%BA%2073,Mineiro%2C%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAsncias>. Acesso em: 10 out. 2022.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALAGOAS (IFAL). 2024. **Estrutura Administrativa do IFAL Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação**. Disponível em: <https://www2.ifal.edu.br/aceso-a-informacao/institucional/estrutura-organizacional>. Acesso em: 15 jul. 2024.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA BAHIA (IFBA). 2024. **Organograma Pró-Reitoria de Desenvolvimento Institucional**. Disponível em: <https://portal.ifba.edu.br/acesoainformacao/institucional/organograma#wrapper>. Acesso em: 10 JAN. 2025.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA BAIANO (IFBAIANO). 2024. **Organograma Reitoria**. Disponível em: <https://ifbaiano.edu.br/portal/organograma/>. Acesso em: 10 jan. 2025.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA CEARÁ (IFCE). 2023. **Organograma do Instituto Federal do Ceará em forma de lista**. Disponível em: https://siorg.gov.br/siorg-cidadao-webapp/pages/organograma/organograma_sem_timbre.jsf?id=424936. Acesso em: 15 jul. 2024.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO MARANHÃO (IFMA). 2020. **Estrutura Organizacional IFMA**. Disponível em: <https://portal.ifma.edu.br/quem-somos/estrutura-organizacional/>. Acesso em : 16 jun. 2023.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE PARAÍBA (IFPB). 2020. **Organograma da Diretoria de Administração e Planejamento**. Disponível em : [Users/DELL/Downloads/Organograma%20Diretoria%20de%20Administra%C3%A7%C3%A3o%20e%20Planejamento%20\(1\).pdf](Users/DELL/Downloads/Organograma%20Diretoria%20de%20Administra%C3%A7%C3%A3o%20e%20Planejamento%20(1).pdf). Acesso em: 16 jun. 2023.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE PERNAMBUCO (IFPE). 2022. **Organograma IFPE**. Disponível em : <file:///C:/Users/DELL/Downloads/organogramaGERAL2.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2023.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO ACRE (IFAC). 2022. **Organograma Institucional**. Disponível em: <https://www.ifac.edu.br/transparencia-e-prestacao-de-contas/documentos/reitoria.pdf>. Acesso em 16 jun. 2023.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAPÁ (IFAP). 2023. **Estrutura Organizacional do IFAP**. Disponível em: <https://www.ifap.edu.br/index.php/publicacoes/item/5317-resolucao-n-101-2023-consup>. Acesso em: 16 jun. 2023.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAZONAS (IFAM). 2015. **Organograma do PRODIN**. 2015. Disponível em:

http://www2.ifam.edu.br/imagens/PRODIN.png/image_view_fullscreen. Acesso em: 16 jun. 2023.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PARÁ (IFPA). 2022. **Pró-Reitoria de administração**. Disponível em: <https://proad.ifpa.edu.br/contatos>. Acesso em: 16 jun. 2023.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE RONDÔNIA (IFRO). 2022. **Estrutura Organizacional da Pró-Reitoria de Administração**. Disponível em: <https://portal.ifro.edu.br/proad-nav>. Acesso em: 16 jun. 2023.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS (IFTO). 2019. **Organograma da Reitoria do IFTO**. Disponível em: <http://www.ifto.edu.br/ifto/reitoria/estrutura-organizacional-reitoria>. Acesso em: 16 jun. 2023.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE RORAIMA. 2022. **Resolução 549/2020 - CONSUP/IFRR**. Disponível em: <Users/DELL/Downloads/Resolucao%20549-2020-CONSUP%20Aprova%20o%20Organograma%20Institucional%20do%20Instituto%20Federal%20de%20Educacao-%20Ciencia%20e%20Tecnologia%20de%20Roraima..pdf>. Acesso em: 16 jun. 2023.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO ESPÍRITO SANTO (IFES). 2010. **Organograma geral do IFES**. Disponível em: https://ifes.edu.br/images/stories/files/noticias/agosto_2010/Organograma_Reitoria_2010_4.pdf. Acesso em: 16 jun. 2023.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ (IFPI). 2020. **Estrutura Organizacional do Piauí**. Disponível em: Users/DELL/Downloads/consup_rn052020_organograma.pdf. Acesso em: 16 jun. 2023.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO SERGIPE (IFS). 2024. **Estrutura Organizacional do Sergipe**. Disponível em: https://www.ifs.edu.br/images/prodin/2024/Transparencia_e_Prestacao_de_contas/Organograma_do_Instituto_Federal_de_Sergipe_-_conforme_portarias_de_30012024_vers%C3%A3o3.pdf. Acesso em 15 jul. 2024.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO NORTE (IFRN). 2020. **Proposta melhoria reestruturação administrativa**. Disponível em: <https://portal.ifrn.edu.br/campus/reitoria/noticias/proad-constroi-proposta-de-reestruturacao-administrativa-e-melhoria-de-gestao/>. Acesso em 20 jun. 2023.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO DE JANEIRO (IFRJ). 2021. **Relatório da Pró-reitoria de Planejamento e Administração**. Disponível em: https://portal.ifrj.edu.br/sites/default/files/IFRJ/PROAD/relatorio_proad_final_site_2018_2021.pdf. Acesso em 20 jun 2023.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA FLUMINENSE (IFFLUMINENSE). 2022. **Organograma Reitoria**. Disponível em: <https://portal1.iff.edu.br/reitoria/apresentacao>. Acesso em: 20 jun. 2023.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS (IFMG). 2023. **Estrutura Organizacional do IFMG – Reitoria**. Disponível em: <https://www.ifmg.edu.br/portal/diretoria-de-desenvolvimento-institucional-ddi/estruturaseregimentos/2023EstruturasOrganizacionaisEORE2023RESOLUCAO.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2023.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO NORTE DE MINAS GERAIS (IFNMG). 2023. **Relatório de Estrutura Hierárquica**. Disponível em: <Users/DELL/Downloads/relatorioEstruturaHierarquica.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2023.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO SUDESTE DE MINAS GERAIS (IFSULDESTE DE MG). 2023. **Organograma**. Disponível em: https://www.ifsudestemg.edu.br/institucional/pro-reitorias/desenvolvimento-institucional/estrutura-organizacional/organograma.png/image_view_fullscreen. Acesso em: 20 jun. 2023.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO SUI DE MINAS GERAIS (IF SUL DE MINAS). 2023. **Organograma da Reitoria do IFSULDEMINAS**. Disponível em: https://portal.ifsuldeminas.edu.br/images/DDI/Regimento_Reitoria-DDI_color.pdf. Acesso em: 20 jun 2023.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TRIÂNGULO MINEIRO (IFTM). 2020. **Organograma do IFTM Reitoria**. Disponível em: <https://iftm.edu.br/aceso-a-informacao/institucional/organograma/download/reitoria.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2023.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA De SÃO PAULO (IFSP). 2023. **Organograma Reitoria IFSP**. Disponível em: https://www.ifsp.edu.br/images/2023/05_Maio/DDI_PRD/Organogramas_IFSP.pdf. Acesso em : 20 jun 2023.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS (IFG). 2023. **Estrutura Pró-Reitoria de Administração**. Disponível em: <https://www.ifg.edu.br/estrutura-organizacional-administracao> . Acesso em: 20 jun. 2023.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO (IFGOIANO). 2023. **Organograma**. Disponível em: https://suap.ifgoiano.edu.br/media/documentos/arquivos/Regimento_Interno_da_Reitoria_-_2020_-_vers%C3%A3o_final_-_agosto2020_1.pdf. Acesso em: 20 jun. 2023.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE BRASÍLIA. (IFB). 2020. **Plano Diretor de Infraestrutura Física**. Disponível em: [https://www.ifb.edu.br/attachments/article/4577/Plano%20Diretor%20de%20Infraestrutura%20R.01%20\(6\).pdf](https://www.ifb.edu.br/attachments/article/4577/Plano%20Diretor%20de%20Infraestrutura%20R.01%20(6).pdf). Acesso em: 20 jun. 2023.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO MATO GROSSO (IFMT). 2019. **Organograma**. Disponível em: <https://ifmt.edu.br/conteudo/pagina/organograma-ifmt/#>. Acesso em 15 jul. 2024.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO MATO GROSSO DO SUL (IFTMS). 2022. **Organograma**. Disponível em: <https://www.ifms.edu.br/acesso-a-informacao/institucional/estrutura-organizacional/organogramas>. Acesso em: 15 jul. 2024.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO DE SANTA CATARINA (IFSC). 2023. **Organograma**. Disponível em: <https://www.ifsc.edu.br/pro-reitoria-de-administracao>. Acesso em: 20 jun. 2023.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO SUL (IFRS). 2023. **Organograma**. Disponível em: <https://ifrs.edu.br/acesso-a-informacao/institucional/>. Acesso em: 20 jun. 2023.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE FARROPILHAS. (IF FARROPILHA). 2016. **Organograma Reitoria**. Disponível em: Users/DELL/Downloads/01_Reitoria2.pdf. Acesso em 20 jun. 2023.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA CATARINENSE. 2023 (IFC). **Organograma Reitoria**. Disponível em: <https://ifc.edu.br/organograma-reitoria/>. Acesso em: 20 jun. 2023.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PARANÁ. 2024 (IFPR). **Organograma Portaria 87 de 02/05/24**. Disponível em: <https://ifpr.edu.br/wp-content/uploads/2024/05/organograma-reitoria-1.0.pdf>. Acesso em: 16 jul. 2024.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA SUL RIO GRANDENSE (IFSUL). **Organograma Institucional**. Disponível em: <http://organograma.ifsul.edu.br/>. Acesso em: 20 jun. 2023.

JUNIOR, W. L. S. **Ações orientadas para gestão de processos de projeto para a implantação do BIM na DINFRA da Universidade Federal do Cariri**. Dissertação (Mestrado Gestão Pública). Programa de Pós-Graduação em Mestrado Profissional em Gestão Pública da PPGP. Universidade Federal do Rio Grande do Norte – Juazeiro do Norte. 2022. Acesso: 30 abr. 2023. Disponível em: Users/DELL/Downloads/Acoesorientadasgestao_SousaJunior_2022.pdf

ISO 19650-1:2018 – Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling — Part 1: Concepts and principles. Genebra: ISO, 2018. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/68078.html>. Acesso em: 24 ago. 2025.

KAMARDEEN, I. “8D BIM modelling tool for accident prevention through design”, in 26th annual ARCOM conference. Leeds: **Association of Researchers in Construction Management** (2010), Leeds, UK, 2010, pp. 281-289. Disponível em:

https://dro.deakin.edu.au/articles/conference_contribution/8D_BIM_modelling_tool_for_accident_prevention_through_design/20751247/1?file=36987085. Acesso em: 27 mar. 2025.

KASSEM, M.; AMORIM, L. S. R. BIM building information modeling no Brasil e na União Europeia. **Teesside University's Research Repository**, p. 163, 2015. Disponível em: <https://research.tees.ac.uk/en/publications/bim-building-information-modeling-no-brasil-e-na-uni%C3%A3o-europeia>. Acesso em: 04 mai. 2023.

KASSEM, M.; SUCCAR, B.; DAWOOD N. Building information modeling: analyzing noteworthy publications of eight countries using a knowledge content taxonomy. **Teesside University's**, 2015. Disponível em: <https://research.tees.ac.uk/ws/portalfiles/portal/4269340/593102.pdf>. Acesso em: 04 mai. 2023.

KAUR, R. A comprehensive review on Building Information Modelling (BIM): Adoption, benefits, barriers and maturity. **Springer**, 2025. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/396247553_A_comprehensive_review_on_building_information_modelling_BIM_its_implementations_and_applications. Acesso em: 27 out. 2025.

KHOSHFETRAT, R.; SARVARI, H.; CHAN, D. W. M.; RAKHSHANIFAR, M. Critical risk factors for implementing building information modeling (BIM): a delphi-based survey. **International Journal of Construction Management**, [S.L.], p. 1-10, 6 jul. 2020. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15623599.2020.1788759>. Acesso em: 04 mai. 2023.

LACERDA, P. A.; DRESCH, P. A.; ANTUNES, V. A. J. **Design Science Research: método de pesquisa para a engenharia de produção**. Dissertação (Mestrado Engenharia Civil). Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção e Sistemas – PPGEPS. Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS. 2013. Disponível: SciELO - Brasil - Design Science Research: método de pesquisa para a engenharia de produção Design Science Research: método de pesquisa para a engenharia de produção. Acesso em: 27 ago. 2022.

LACERDA, M. A. Implementação da metodologia BIM na Marinha do Brasil. **Revista Obras Civis**, vol. 9, p. 18–27, 2020. Available at: <https://portaldeperiodicos.marinha.mil.br/index.php/obrascivis/article/view/1837/1809>. Acesso em: 28 jun. 2023.

LEMBAGAN, M. O. NURDIAH, E. A. A Review of BIM Implementation in Indonesia's Smart Cities: Challenges and Opportunities. **Journal of Advances in Civil Engineering and Sustainable Architecture**, Vol. 7, No. 1, March 2025. DOI: <https://doi.org/10.9744/acesa.v7i1.14569>.

LEŚNIAK, A.; GÓRKA, M.; SKRZYPCZAK, I. Barriers to bim implementation in architecture, construction, and engineering projects—The Polish study. **Energies**, v. 14, n. 8, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/en14082090>. Acesso em: 02 mai. 2023.

LIAO, L.; TEO AI LIN, E.; LOW, S. P. Assessing building information modeling implementation readiness in building projects in Singapore: a fuzzy synthetic evaluation approach. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 27, n. 3, p. 700–

724, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/ECAM-01-2019-0028>. Acesso em: 02 mai. 2023.

LIU, N.; RUAN, L.; JIN, R.; CHEN, Y.; DENG, X.; YANG, T. Investigation of individual perceptions towards BIM implementation-a Chongqing case study. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 26, n. 7, p. 1455–1475, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/ECAM-08-2018-0342>. Acesso em: 06 set. 2023.

LUKKA, K. **A abordagem de pesquisa construtiva: estudo de caso em logística**. Publications of the Turku School of Economics and Business Administration, Series B, 1(2003), 83-101.

MANZIONE, L.; ABAURRE, M. W.; MELHADO, S. B.; OWEN, R. **Desafios para a implementação do processo de projeto colaborativo : análise do fator humano**. In: V Encontro de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção, no. 1, 2011.

MANZIONE, LEONARDO. **Proposição de uma estrutura conceitual de gestão do processo de projeto colaborativo com o uso do BIM**. 2013. 389 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/002451836>. Acesso em: 29 jun. 2025.

MARCH, S. T.; SMITH, G. F. Design and natural science research on information technology. **Decision Support Systems**, v. 15, p. 251-266, 1995.

MARCH, S. T.; STOREY, V. C. Design science in the information systems discipline: an introduction to the special issue on design science research. **MIS Quarterly**, v. 32, n. 4, p. 725-730, 2008.

MARTINS, A. L. G.; SANTOS, E. T.; CARDOSO, F. F. A digitalização das empresas de projetos com a adoção do BIM: oportunidades e barreiras. In: Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção, 3., 2021, Uberlândia. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2021. p. 1-7. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/sbtic/article/view/616>. Acesso em: 06 set. 2023.

MARZOUK, M. .; ELSAAY, H.; OTHMAN, A. A. E. Analysing BIM implementation in the Egyptian construction industry. **Engineering, Construction and Architectural Management**, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/ECAM-07-2020-0523>. Acesso em: 22 mar. 2023.

MCCLEMENTS, G. E; MCKANE, M. **Desenvolvimentos de implementação BIM para organizações de arquitetura, engenharia e construção (AEC) no Reino Unido**. 2015. Disponível em: <https://pure.ulster.ac.uk/en/publications/bim-implementation-developments-for-architecture-engineering-and--2>. Acesso em: 22 mar. 2023.

MELO, MARCO ANTONIO. **Exploração e reflexões sobre o processo de documentação As-Built com uso de bim e nuvem de pontos aplicado em edificações**. 2024. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Federal de Pelotas. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://guaiaca.ufpel.edu.br/bitstream/handle/p>

refix/15310/Marco%20Antonio%20Mello.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 23 mar. 2025.

MESSNER, J. A.; CHIMAY D.; CRAIG, G.; SHANE, K.; COLLEEN, K.; RALPH, L.; ROBERT, S.; CHITWAN Z.; NEVENA, Z. **BIM Project Execution Planning Guide - Version 2.2**. Pennsylvania State University (PSU). 2019. Disponível: <https://bim.psu.edu/downloads/>. Acesso em: 11 set. 2023.

MISHRA, A.; HASAN, A.; JHA, K. N. A Holistic Evaluation of BIM Implementation Barriers in the Indian Construction Industry: Pre- and Post-Adoption Perspectives. **International Journal of Construction Education and Research**, vol. 00, no. 00, p. 1–23, 2024. DOI 10.1080/15578771.2024.2320108. Available at: <https://doi.org/10.1080/15578771.2024.2320108>.

MUTHUSAMY, K.; CHEW, L. **Critical success factors for the implementation of building information modeling (BIM) among construction industry development board (CIDB) G7 contractors in the Klang Valley**, Malaysia. 2020. Disponível em> <https://ieeexplore.ieee.org/document/9111716>. Acesso em: 19 out. 2023.

NARDELLI, S. E. BIM and public bidding in Brazil. 2018. **In: XXII Congresso Internacional da Sociedade Iberoamericana de Gráfica Digital**. Disponível em: <https://doi.org/10.5151/sigradi2018-1351>. Acesso em: 02 set. 2023.

NATIONAL INSTITUTE OF BUILDING SCIENCES (NIBS). **National BIM Guide for owners**. 38p. 2017. Disponível em: https://www.nibs.org/files/pdfs/NIBS_BIMC_NationalBIMGuide.pdf. Acesso em: 06 set. 2023.

NERI, E.; ANDRADE, M.; GUEDES, Í.; GABRIELLE, R.; MONTEIRO, L.; SANTOS, H. Implantação BIM em processos de projeto: o caso da companhia brasileira de trens urbanos, superintendência do Recife. **In: 4º Congresso Português de ‘Building Information Modelling’** vol. 2 - ptBIM, no. May, p. 323–334, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.21814/uminho.ed.77.28>. Acesso em: 06 set. 2023.

NEW YORK CITY DEPARTMENT OF DESIGN + CONSTRUCTION (DDC). 2012. **BIM guidelines**. Disponível em: <https://www.bimcommunity.com/resources/load/181/new-york-city-department-of-design-and-construction-bim-guidelines>. Acesso em: 06 set. 2023.

NEW ZEALAND INSTITUTE OF ARCHITECTS (NZIA). **The New Zealand BIM handbook: a guide to enabling BIM on built assets** 2019. [S. l.: s. n.], 2019. vol. 5, .ISBN 978-0-473-47831-5 (EPUB), ISBN 978-0-473-47832-2 (PDF).

NIMBS. **National Building Information Modeling Standard**. N bim, V.1, p. 183, 2007. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://buildinginformationmanagement.wordpress.com/wp-content/uploads/2011/06/nbimsv1_p1.pdf. Acesso em: 13 mar. 2025.

NUNAMAKER, J. F.; CHEN, M.; PURDIN, T. D. M. Systems Development in Information Systems Research. **Journal of Management Information Systems**, v. 7, n. 3, p. 89-106, 1991.

OKAKPU, A.; GHAFFARIANHOSEINI, A.; TOOKEY, J.; HAAR, J.; GHAFFARIANHOSEINI, A.; REHMAN, A. UR. Risk factors that influence adoption of building information modeling (BIM) for refurbishment of complex building projects: stakeholders' perceptions. **International Journal Of Construction Management**, [S.L.], p. 1-13, 28 jul. 2020. Informa UK Limited. <https://doi.org/10.1080/15623599.2020.1795985>.

OLANREWAJU, O. I.; CHILESHE, N.; BABARINDE, S. A.; SANDANAYAKE, M. Investigating the barriers to building information modeling (BIM) implementation within the Nigerian construction industry. **Engineering, Construction and Architectural Management**, vol. 27, no. 10, p. 2931–2958, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/ECAM-01-2020-0042>. Acesso em: 06 set. 2023.

OLIVEIRA, G.A. **Proposta de Manuala para desenvolvimento de projetos em BIM através do método *Design Science Research***. 2019. Dissertação (Mestrado em Ciências). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3153/tde-21102019-120632/publico/GustavoAparecidodeOliveiraCorr19.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2024.

OLIVEIRA, W.L.; VAZ, J. G.; SANTANA, L. M.; VERONESE, R. B. A. Avaliação do uso da metodologia bim nos escritórios de engenharia e arquitetura: uma revisão de literatura. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro**, vol. 10, nº 1. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.61164/rmnm.v10i1.2943>. Acesso em: 03 dez. 2024.

OLUGBOYEGA, O.; WINDAPOB, A. Modelling the indicators of a reduction in BIM adoption barriers in a developing country. **International Journal of Construction Management**. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/15623599.2021.1988196>. Acesso em: 23 mar. 2025.

OTHMAN, I.; AL-ASHMORI, Y. Y.; RAHMAWATI, Y.; MUGAHED AMRAN, Y. H.; AL-BARED, M. A. M. The level of building information modelling (BIM) implementation in Malaysia. **Ain Shams Engineering Journal**, vol. 12, no. 1, p. 455–463, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.asej.2020.04.007>. Acesso em: 06 set. 2023.

OTRANTO, R.; NIELSEN, O.; FERNANDES, A.; MOURA, R.; MICELI JUNIOR, J.; GARCEZ, C. Modelo federado BIM: proposta de processo e estudos de caso. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 20., 2024, Maceió. **Anais...** Maceió: ANTAC, 2024. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/384933613_Modelo_federado_BIM_proposta_de_processo_e_estudos_de_caso. Acesso em: 01 abr. 2025.

OTTAVIANI, F.M.; ZENEZINI, G.; SABA, F.; DE MARCO, A.; GAVINELLI, L. System-Level Critical Success Factors for BIM Implementation in Construction Management: An AHP Approach. **Systems** 2025, 13, 94. <https://doi.org/10.3390/systems13020094>. Acesso em: 23 abr. 2025.

PAS 1192-2:2013. **Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling**. Norma, British Standards Institution, 2013. Disponível em: https://digitalsteel.pt/wp-content/uploads/2024/03/Maturidade_BIM_v0.pdf. Acesso:09 fev. 2025.

PAVÓN, R. M.; ALVAREZ, A. A.; ALBERTI, M. G. BIM-Based Educational and Facility Management of Large University Venues. **Applid Sciences**. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/app10227976>. Acesso em 11 nov. 2024.

PAGE, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., ... Moher, D. (2021). *The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews*. BMJ, 372, n.71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>. Acesso em: 24 ago. 2025.

PAS 1192-2:2013 – **Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling**. Londres: BSI, 2013. Disponível em: <https://shop.bsigroup.com/>. Acesso em: 24 ago. 2025.

PEREIRA, S. M. S. de A.; CORREIA, M. C. Implementação da abordagem e tecnologia BIM no processo de gestão na FIOCRUZ. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, vol. 10, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.20396/parc.v10i0.8653755>. Acesso em: 06 set. 2023.

PLANON BUILDING SOLUTIONS. **What is Planon Universe?** Disponível em: <https://planonsoftware.com/uk/about-planon/whatwe-do/what-is-planon-universe/> . Acesso em: 12 mar. 2025.

RAIL BALTICA. DIEGO G.; IDOIA, M.; MANRIQUE, G. (AECOM MADRID); DAVID, P.; STEFAN, M. BIM Manual. 2018. **Public Draft**, v0.1.p.143. Disponível em: https://www.railbaltica.org/wp-content/uploads/2018/09/RBR-DOC-BIM-BMA-0001_BIMManual_public_draft_v0.1.pdf. Acesso em: 06 set. 2023.

RAMIREZ, M. C. **Planejamento de projetos de edificações na administração pública – estudo de caso com uso de ferramentas de modelagem da informação da construção**. 2018. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo. Universidade de Brasília – Faculdade de Aquitetura e Urbanismo. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura de Urbanismo.Brasília. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/35716>. Acesso em: 27 mar. 2023.

ROMME, A. G. L.; DAMEN, I. C. M. Toward science-based design in organization development: codifying the process. **The Journal of Applied Behavioral Schience**, vol. 43 (1): 108-121. Disponível em: [Users/DELL/Downloads/JABS_Science-Based_Design_OD_2007%20\(1\).pdf](Users/DELL/Downloads/JABS_Science-Based_Design_OD_2007%20(1).pdf). Acesso em: 18 out. 2023.

SACKEY, E.; TUULI, M. ; DAINITY, A. Sociotechnical systems approach to BIM implementation in a multidisciplinary construction Context. **Journal of Management in Engineering**. Disponível em: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.000030](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.000030). Acesso em: 06 set. 2023.

SACKS, R.; GUREVICH, U.; SHRESTHA, P. A review of building information modeling protocols, guides and standards for large construction clients. **Journal of Information Technology in Construction**, vol. 21, no. October, p. 479–503, 2016.

SALGADO, M. S.; CUNHA, M. A. B.; DUARTE, T. M. P. Plataforma BIM, retrofit e sustentabilidade ambiental: estudo de caso na cidade do Rio de Janeiro. *In: Anais do VII Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção - Edificações, Infra-estrutura e Cidade: do BIM ao CIM [...]*. São Paulo: Editora Edgard Blücher, nov. 2015. p.

329–341. DOI 10.5151/engpro-tic2015-030. Disponível em: <http://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/20540>. Acesso em: 02 out. 2023.

SAMPAIO, A. Z. Maturity of BIM implementation in the construction industry: governmental policies. **International Journal of Engineering Trends and Technology**, vol. 69, no. 7, p. 92–100, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.14445/22315381/IJETT-V69I7P214>. Acesso em: 06 set. 2023.

SANTOS, D. V.; LIMA, M. M. X.; CAMPO, V. R. Análise da percepção do uso do BIM em diferentes implantações : estudo de caso. *In: SBTIC2017 - 1º Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção - 10º Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção*, p. 340–347, 2017.

SANTOS, KYUNG JOON RIBEIRO. **Ambiente físico e arquitetônico do instituto federal: análise da realidade de campus no IFG**. 2021. (Mestrado em Educação Profissional e Tecnológica). Programa de Pós-Graduação de Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica – PROFEPT. Instituto Federal de Goiás – Campus Anápolis. Disponível em: [Users/DELL/Downloads/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20final-Joon.pdf](#). Acesso em: 21 jun. 2023.

SANTOS, R. N. G. **From BIM to Asset Management: data-driven guidelines for Operations and Maintenance**. 2022. Dissertação (Mestrado em Building Information Modeling) – Erasmus Mundus Joint Master Degree, Universidade do Minho, Braga, 2022. Disponível em: <https://www.proquest.com/openview/0a2995dd263e5121475744644b982494/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2026366&diss=y>. Acesso em: 12 marc. 2025.

SCHERY, C. A. D. VIGNON *et al.* BIM critical factors and benefits for public sector: from a systematic review to an empirical fuzzy multicriteria approach. **Brazilian Journal of Operations and Production Management**, v. 20, n. 3, p. 1-29, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.14488/BJOPM.1837.2023>. Acesso em: 06 set. 2023.

SHIN, M. H.; KIM, S.-A. Analyzing the Variances in Perspectives on BIM Implementation among Korea AEC Participants. **Advances in Civil Engineering**, vol. 2024, p. 1–25, 2024. <https://doi.org/10.1155/2024/4809957>.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO ESTADO DO PARANÁ – SINDUSCON-PR. **Guia Prático BIM contratação e início da implantação**. (2022), p. 76. Disponível em: https://sindusconpr.com.br/img/guia-pratico-bim/GUIAPRATICOBIM_min.pdf. Acesso em: 29 fev. 2024.

SIEMENS AG. **Siemens to acquire EcoDomus’ digital twin software to expand its smart building offering**. Press Release, 6 dez. 2021. Disponível em: <https://sie.ag/3cpKDfK>. Acesso em: 12 mar. 2025.

SINOH, S. S.; OTHMAN, F.; IBRAHIM, Z. Critical success factors for BIM implementation: a Malaysian case study. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 27, n. 9, p. 2737–2765, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/ECAM-09-2019-0475> . Acesso em: 02 set. 2023.

SMITH, P. BIM & the 5D Project cost manager. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, Dubrovnik, v. 199, p. 475-784, mar. 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042814021442>. Acesso em: 27 mar. 2015.

SMITHSONIAN FACILITIES (SF). EUA. 2021. **Smithsonian facilities BIM Guidelines**. Disponível em: <https://www.wbdg.org/ffc/si/smithsonian-criteria/smithsonian-facilities-bim-guidelines>. Acesso em: 02 set. 2023.

SUCCAR, B. Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. **Automation in Construction**, vol. 18, no. 3, p. 357–375, 2009. DOI 10.1016/j.autcon.2008.10.003. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2008.10.003>. Acesso em: 02 set. 2023.

SUCCAR, Bilal. Building Information Modeling Maturity Matrix. **Handbook Of Research On Building Information Modeling And Construction Informatics**, [s.l.], p. 65-103, 2010. IGI Global. <http://dx.doi.org/10.4018/978-1-60566-928-1.ch004>.

SUCCAR, Bilal. **BIM Maturity Index**. 2013. Disponível em: <https://www.bimframework.info/2013/12/bim-maturity-index.html>. Acesso em: 21 mar. 2024.

SUCCAR, B.; SHER, W.; WILLIAMS, A. An integrated approach to BIM competency assessment, acquisition and application. **Automação na Construção**, vol. 35, nov. 2013, p. 174-189. DOI 10.1016/j.autcon.2013.05.016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2013.05.016>. Acesso em: 02 set. 2023.

SUCCAR, B.; KASSEM, M. Macro-BIM adoption: conceptual structures. **Automation in Construction**, vol. 57, p. 64–79, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2015.04.018>. Acesso em: 02 set. 2023.

SUN, CHENGSHUANG; XU, HANTING; JIANG, SHAOHUA. Understanding the risk factors of BIM technology implementation in the construction industry: an interpretive structural modeling (ism) approach. **Engineering, Construction and Architectural Management**, [S.L.], v. --, n. --, p. 123-143, 17 Jul. 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1108/ecam-09-2019-0508>. Acesso em: 02 set. 2023.

STANLEY, R.; THURNELL, D.; ZEALAND, N. **The benefits of, and barriers to, implementation of 5D BIM for quantity Surveying in New Zealand**. 2013. Disponível em: http://www.academia.edu/6709230/The_Benefits_of_and_Barriers_to_Implementation_of_5D_BIM_for_Quantity_Surveying_in_New_Zealand. Acesso em: 02 set. 2023.

STRADIOTTO, J. **Processo BIM em projetos de licitações de obras públicas em obras do CRAS-SC**. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade do Vale do Rio dos Sinos – Unisinos. São Leopoldo. Disponível em: http://www.repositorio.jesuita.org.br/bitstream/handle/UNISINOS/7457/J%c3%balia%20Stradiotto_.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 05 mai. 2023.

TAKEDA, H.; VEERKAMP, P.; TOMIYAMA, T.; YOSHIKAWA, H. Modeling

design processes. **AI Magazine**, v. 11, n. 4, p. 37-48, 1990.

TRICCO, A. C. et al. **PRISMA Extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR): Checklist and Explanation**. *Annals of Internal Medicine*, v. 169, n. 7, p. 467–473, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.7326/M18-0850>. Acesso em: 21 set. 2025.

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA (USC). **Building Information Modeling (BIM) Guidelines version 1.6**. USC Capital Construction Development and Facilities Management Services, 2012. Disponível em: <https://docplayer.net/20316049-Bim-guidelines-version-1-6.html>. Acesso em: 06 set. 2023.

VAISHNAVI, V.; KUECHLER, W. **Design Research in Information Systems**. Disponível em: <http://desrist.org/design-research-in-informationsystems>. Acesso em: 20 out. 2023.

VALEC ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES FERROVIÁRIAS S.A. **Plano de Execução BIM da VALEC**. 2020. Disponível em: https://portal.valec.gov.br/download/anexo/026_2021_ANEXO_II_-_Plano_de_Execu%C3%A7%C3%A3o_BIM_da_VALEC_-_P%C3%B3s-contrato.pdf. Acesso em 22 de fev. 2025.

VIANA, V. L. B.; CARVALHO, M. T.M. Prioritization of risks related to BIM implementation in brazilian public agencies using fuzzy logic. **Journal of Building Engineering**, vol. 36, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2020.102104>. Acesso em: 06 set. 2023.

VIANA, V. L. B. **Método de Mapeamento para a Priorização de Riscos e Avaliação da Maturidade da Implementação BIM em Órgãos Públicos**. 175f. 2020. Dissertação (Engenharia Civil e Ambiental). Universidade de Brasília: Brasília, 2020. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/40878>. Acesso em: 06 set. 2023.

VIEIRA, A., B.; NOGUEIRA, L. Construção civil: crescimento versus custos de produção civil. **Sistemas & Gestão**, vol. 13, no. 3, p. 366–377, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.20985/1980-5160.2018.v13n3.1419>. Acesso em: 06 set. 2023.

ZAWADA, K.; RYBAK-NIEDZIÓŁKA, K.; DONDEREWICZ, M.; STARZYK, A. Digitization of AEC Industries Based on BIM and 4.0 **Technologies**. **Buildings** 2024, 14, 1350. <https://doi.org/10.3390/buildings14051350>. Acesso: 04 abr. 2025.

ZHOU, Y.; YANG, Y.; YANG, J.-B. Barriers to BIM implementation strategies in China. **Engineering Construction and Architectural Management**, vol. 26, no. 3, p. 554–574, 2019. <https://doi.org/10.1108/ECAM-04-2018-0158>.

ZOU, Y.; KIVINIEMI, A.; JONES, S. W. A review of risk management through BIM and BIM-related technologies. **Safety Science**, vol. 97, p. 88–98, 2017. DOI 10.1016/j.ssci.2015.12.027. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925753516000072> . Acesso em: 02 set. 2023.

WANG, Q.; GUO, J.; KIM, M. K. An application oriented scan-to-bim framework. **Remote Sensing**, v. 11, n. 3. 2019. Disponível em: https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=+An+application+oriented+scan-to-bim+framework&btnG=. Acesso: 23 mar. 2025.

WANG, J.; LU, W. A deployment framework for BIM localization. **Engineering, Construction and Architectural Management**, vol. 29, no. 1, p. 407–430, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/ECAM-09-2020-0747>. Acesso em: 02 set. 2023.

WONG, A.; WONG, F. K.W. KD.; NADEEM, A. Attributes of building information modelling implementations in various countries. **Architectural Engineering and Design Management**, vol. 6, p. 288-302, 2010. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.3763/aedm.2010.IDDS6>. Acesso em: 06 set. 2023.

WU, P.; JIN, R.; XU, Y.; LIN, F.; DONG, Y.; PAN, Z. The Analysis of barriers to BIM implementation for industrialized building construction: a China study. **Journal of Civil Engineering and Management**, vol. 27, no. 1, p. 1–13, 2021. Disponível em: <https://journals.vilniustech.lt/index.php/JCEM/article/view/14105>. Acesso em: 02 set. 2023.

CENTRO DE CCET

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL PPGEClv

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(Resolução CNS 510/2016)

BUILDING INFORMATION MODELING (BIM): DESENVOLVIMENTO DE UM PROTOCOLO DE IMPLEMENTAÇÃO DO BIM EM INSTITUTOS FEDERAIS DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Eu, Lucimar de Souza e Paula, estudante do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de São Carlos – UFSCar o (a) convido a participar da pesquisa “*Building Information Modeling (BIM): Desenvolvimento de um protocolo de implementação do BIM em Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia*” orientada pela Profa. Dra. Cristiane Bueno.

A tecnologia BIM é revolucionária na forma de planejar, construir e gerenciar a manutenção das edificações, com modelagens virtuais da construção, o que permite melhores escolhas e soluções na tomada de decisões, pois é possível prever as interferências antes da construção. A simulação de desempenho dos elementos, de sistemas e do próprio ambiente construído gera uma gestão mais eficiente do ciclo de obra, encurtando prazos e custos e gerando maior consistência de dados e controle de informações e processos, o que resulta em uma maior transparência nas contratações públicas e privadas. A proposta deste estudo é desenvolver um protocolo de implementação do BIM nas infraestruturas físicas dos Institutos Federais (IFs) brasileiros. O método da pesquisa é baseado no *Design Science Research (DSR)* para o desenvolvimento do estudo. O DSR é um modo de produção de conhecimento científico por meio da criação e implementação de uma solução (um artefato) para problemas que afetam a gestão da construção. A pesquisa engloba a realização de um estudo exploratório das implementações do BIM, como manuais, guias e protótipos da adoção de BIM. Também será feito um questionário que será submetido aos profissionais da área da engenharia e arquitetura dos 38 IFs para analisar a gestão das infraestruturas físicas, as formas de trabalho e o conhecimento sobre a aplicabilidade do BIM em cada instituição. Após o desenvolvimento do protocolo de implementação do BIM, ele será destinado aos profissionais das áreas afins para sugestões e validações do documento.

Você foi selecionado (a) por fazer parte do grupo de técnicos de engenharia e arquitetura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFs). Você será convidado a responder junto com toda a equipe técnica um questionário semi estruturado com tópicos sobre aspectos que envolvem o trabalho técnico dos IFs, o conhecimento dos mesmos sobre o BIM, e a importância da elaboração de um protocolo de implementação do BIM especificamente para os IFs.

O risco da participação do respondente do questionário é mínimo, porém podem acontecer: cansaço ou aborrecimento ao responder o **questionário**, para evitar o risco, o participante terá o prazo de 30 dias para responder a pesquisa, podendo ser dividida as suas respostas ao longo desse período para não cansar. Quanto a exposição de dados, somente o respondente poderá acessar o questionário, pois os mesmos não serão expostos de forma alguma. Na publicação de artigo com resultados dos dados, só serão publicados as avaliações da instituição, mantendo sigilo dos dados dos avaliadores. O pesquisador também tomará cuidado no armazenamento dos dados das pesquisas, fazendo download para a máquina do pesquisador, excluindo os dados da plataforma. A exposição de listas de e-mail, será evitada, pois o envio de e-mail não será compartilhado, caso necessário o encaminhamento de e-mail será individualizado. O ambiente não será compartilhado, o ambiente da pesquisa será enviado para cada participante, este só terá acesso ao questionário, as respostas ou dúvidas entre o respondente e o pesquisador serão tratadas por e-mails de forma individualizada.

Sua participação nessa pesquisa auxiliará na obtenção de dados dos IFs em relação ao contexto BIM, que poderão ser utilizados para fins científicos, proporcionando maiores informações e discussões que poderá trazer contribuições para a elaboração de um protocolo de implementação do BIM para os IFs, como também a padronização de informações institucionais.

Os benefícios esperados, são que todos os participantes e pesquisadora tenham conhecimento de como os IFs estão posicionados frente ao conhecimento do BIM. A pesquisadora entenderá as maiores dificuldades enfrentadas na implementação do BIM, o que levará a contribuição do desenvolvimento de um protocolo que possa auxiliar na implementação do BIM nos IFs. Informação das discussões dos questionários a comunidade acadêmica, oportunizando os desenvolvimentos de novos trabalhos acadêmicos. Esta pesquisa irá contribuir com um protocolo de melhores práticas para implementação do BIM tanto para os IFs, quanto para os demais órgãos públicos e comunidade que se interessem na utilização do BIM.

Sua participação é voluntária. Isso significa que, a qualquer momento, o(a) senhor(a) poderá decidir se deseja participar da entrevista, desistir durante as perguntas ou, ainda, após a realização da entrevista, retirar seu consentimento sem qualquer penalização ou prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com a instituição.

- Aceitará eletronicamente participar da pesquisa, o que corresponderá à assinatura deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). O documento poderá ser impresso ou solicitado ao pesquisador pelo e-mail fornecido, no qual também constam o telefone e o endereço do pesquisador responsável.
- O preenchimento do questionário on-line possui tempo estimado de 30 minutos. Caso não concorde em participar, basta fechar a página do navegador. Se o(a) senhor(a) desistir durante o preenchimento e antes de enviar suas respostas, nenhum dado será gravado, enviado ou recebido pelo pesquisador; todas as informações serão automaticamente descartadas ao fechar a página. Se, após enviar suas respostas, o(a) senhor(a) decidir desistir da participação, deverá comunicar essa decisão ao pesquisador, que excluirá todos os dados recebidos, sem qualquer penalização. O(a) senhor(a) poderá imprimir uma via deste termo ou, se preferir, receber uma versão assinada pelo pesquisador por e-mail ou por outro meio de sua escolha.

Todos os dados obtidos serão armazenados e poderão ser utilizados para fins de pesquisa e publicação, sendo garantido o sigilo absoluto da identidade dos participantes. Qualquer custo ou dano decorrente da participação na pesquisa terá seu ressarcimento assegurado pelo pesquisador responsável.

Será garantido ao participante o direito de acesso prévio ao conteúdo do instrumento de pesquisa (tópicos a serem abordados) antes do início das respostas, para que possa tomar uma decisão informada. Esses tópicos serão anexados ao e-mail de envio do questionário. O participante terá acesso às questões somente após manifestar seu consentimento. Recomenda-se que o(a) senhor(a) guarde uma cópia eletrônica do questionário e registre eventuais dúvidas que possam surgir.

Você receberá uma via deste termo, rubricada em todas as páginas por você e pelo pesquisador, onde consta o telefone e o endereço do pesquisador principal. Você poderá tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação agora ou a qualquer momento

Este projeto de pesquisa foi aprovado por um Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) que é um órgão que protege o bem-estar dos participantes de pesquisas. O CEP é responsável pela avaliação e acompanhamento dos aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos, visando garantir a dignidade, os direitos, a segurança e o bem-estar dos participantes de pesquisas. Caso você tenha dúvidas e/ou perguntas sobre seus direitos como participante deste estudo, entre em contato com o **Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP)** da UFSCar que está vinculado à Pró-Reitoria de Pesquisa da universidade, localizado no prédio da reitoria (área sul do campus São Carlos).

Endereço: Rodovia Washington Luís km 235 - CEP: 13.565-905 - São Carlos-SP. Telefone: (16) 3351-9685. E-mail: cephumanos@ufscar.br. Horário de atendimento: das 08:30 às 11:30.

O CEP está vinculado à **Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP)** do Conselho Nacional de Saúde (CNS), e o seu funcionamento e atuação são regidos pelas normativas do CNS/Conep. A CONEP tem a função de implementar as normas e diretrizes regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos, aprovadas pelo CNS, também atuando conjuntamente com uma rede de Comitês de Ética em Pesquisa (CEP) organizados nas instituições onde as pesquisas se realizam. Endereço: SRTV 701, Via W 5 Norte, lote D - Edifício PO 700, 3º andar - Asa Norte - CEP: 70719-040 - Brasília-DF. Telefone: (61) 3315-5877 E-mail: conep@saude.gov.br.

Dados para contato (24 horas por dia e sete dias por semana):

Pesquisador Responsável: Lucimar de Souza e Paula

Endereço: Rua Elias Miguel Árabe, 444 Uberaba-MG

Contato telefônico: 34 99266-5122

E-mail: Lucimarpaula@iftm.edu.br

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar.

Local e data:

Nome do Pesquisador

Nome do Participante

Questionário técnico dos IFs

Questionário da parte técnica dos IFs

Os dados dos participantes, incluindo o nome serão preservados e mantidos confidenciais

*** Indica uma pergunta obrigatória**

1. Nome do Instituto Federal *

2. Nome do profissional *

3. Quantos profissionais das áreas de engenharia, de arquitetura e/ou de técnicos * em edificações fazem parte da Reitoria e Campi do seu Instituto?

Marcar apenas uma oval por linha.

	0	1 a 3	4 a 7	8 a 11	mais que 11
Arquiteto	☐	☐	☐	☐	☐
Engenheiro/ Área	☐	☐	☐	☐	☐
Técnico de edificação	☐	☐	☐	☐	☐
Outros..	☐	☐	☐	☐	☐

4. No caso da marcação outros da pergunta anterior, exemplifique.

20/06/2024, 10:11

Questionário técnico dos IFs

5. Em média, qual o tempo de efetivo exercício dos profissionais da engenharia e arquitetura no instituto? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ 1 a 5 anos
- ☐ 6 a 10 anos
- ☐ 11 a 15 anos
- ☐ acima de 15 anos ou mais

6. Qual o conhecimento dos profissionais da engenharia e arquitetura do IF sobre o BIM? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Conhecimento básico do BIM.
- ☐ Conhecimento a nível médio de toda a metodologia do BIM.
- ☐ Domínio completo da metodologia do BIM.
- ☐ Nenhum conhecimento da metodologia do BIM.

7. O Instituto já ofereceu algum treinamento em BIM para os profissionais da área técnica? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ sim
- ☐ não

8. A instituição dispõe de cursos, treinamentos ou workshops para capacitar os funcionários na atuação com os softwares BIM? Há incentivo financeiro para capacitação dos funcionários? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ sim
- ☐ não

20/06/2024, 10:11

Questionário técnico dos IFs

9. Dentro os profissionais do setor da engenharia e arquitetura da instituição, quantos já realizaram algum curso de formação BIM? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4 ou mais
☐ nenhum

10. Existem pessoas qualificadas para trabalhar com as ferramentas BIM dentro da instituição? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ sim
☐ não

11. *

A organização dispõe de computadores e/ou notebooks com configurações de hardware adequadas para a utilização de softwares BIM?

Marcar apenas uma oval.

- ☐ sim
☐ não

12. Quais são os softwares utilizados no processo de elaboração de projetos de arquitetura e engenharia, quando realizados pela própria equipe do Instituto? *

Marque todas que se aplicam.

- ☐ CAD
☐ BIM
☐ Outros

20/06/2024, 10:11

Questionário Técnico dos IFs

13. Na marcação outros da pergunta anterior, exemplifique.

14. A instituição possui infraestrutura adequada, como salas, computadores e/ou notebooks com configurações de hardware e softwares para desenvolver seus próprios projetos? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ sim
☐ não
☐ outros

15. Na marcação outros da pergunta anterior, explique.

16. *

Existe um ambiente comum de dados (CDE) que possibilita o trabalho colaborativo entre os funcionários, com interoperabilidade de dados?

Marcar apenas uma oval.

- ☐ sim
☐ não

20/06/2024, 10:11

Questionário técnico dos IFs

17. Qual a vinculação dos profissionais das áreas de engenharia/arquitetura da Reitoria com os Campi? *

Marque todas que se aplicam.

☐ Coordenação

☐ Parceria

☐ Outro: _____

18. Na marcação outros da pergunta anterior, explique.

19. Quais as principais demandas desenvolvidas pelos profissionais das áreas técnicas de engenharia e arquitetura dos IFs? *

Marque todas que se aplicam.

☐ Manutenção da infraestrutura física.

☐ Elaboração de projetos e execução de novas edificações.

☐ Elaboração de projetos e execução de reformas dos prédios existentes.

☐ Fiscalização de Contratos.

☐ Outras

20. Na marcação outros da pergunta anterior, explique.

20/06/2024, 10:11

Questionário técnico dos IFs

21. Como são desenvolvidos os projetos de reformas e/ou de novas construções da Reitoria e dos Campi? *

Marque todas que se aplicam.

- ☐ Elaborados pela própria equipe técnica do Instituto.
☐ Contratação de todos os projetos através de licitação.
☐ Parte de projetos elaborados pela equipe técnica do Instituto e parte contratado através de licitação.
☐ Outros.

22. Na marcação outros da pergunta anterior, explique

23. Existe um Departamento de Projetos na sua instituição? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ sim
☐ não

24. Quais são os projetos desenvolvidos pelo setor de engenharia/arquitetura de sua instituição? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ elaboração de somente projetos básicos de arquitetônico
☐ elaboração de projetos básicos e complementares de arquitetura e engenharia (disciplinas de estruturas, instalações elétricas, instalações hidráulicas, ventilação e ar condicionado)
☐ Outro: _____

20/06/2024, 10:11

Questionário técnico dos IFs

25. Na marcação outros da pergunta anterior, explique.

26. A sua instituição usa algum sistema de manutenção preventiva na edificação? *

Marcar apenas uma oval.

☐ Sim

☐ Não

27. Em caso afirmativo na resposta anterior, em qual parte é utilizado a manutenção preventiva na edificação?

28. Sua instituição é treinada para atender às especificações BIM quando solicitadas em licitações públicas? *

Marcar apenas uma oval.

☐ Sim

☐ Não

29. O BIM já foi implementado em seu Instituto? *

Marcar apenas uma oval.

☐ Sim.

☐ Não

20/06/2024, 10:11

Questionário técnico dos IFs

30. Caso a questão anterior seja afirmativa, quais os principais benefícios alcançados na implementação do BIM? *

Marque todas que se aplicam.

- ☐ Eliminação de erros em projetos e em planilhas orçamentárias.
- ☐ Economia de tempo na elaboração de projetos e planilhas.
- ☐ Maior detalhamento de informações em todo ciclo da edificação.
- ☐ Identificação antecipada de risco na detecção de conflitos em projetos.
- ☐ Outros.

31. Na marcação outros da pergunta anterior, exemplifique.

32. Em qual atividade o BIM está sendo aplicado no seu Instituto? *

Marque todas que se aplicam.

- ☐ Contratação de projetos na metodologia BIM.
- ☐ Elaboração de projetos pela equipe do Instituto utilizando a metodologia BIM.
- ☐ Execução de Reformas e ou Obras utilizando a metodologia BIM.
- ☐ Manutenção das edificações utilizando a metodologia BIM.
- ☐ Outros.

33. Na marcação outros da pergunta anterior, exemplifique.

20/06/2024, 10:11

Questionário técnico dos IFs

34. Quais são as principais dificuldades enfrentadas para o estabelecimento do marco regulatório do BIM no IF? *

Marque todas que se aplicam.

- ☐ Investimentos do governo e apoio da administração.
- ☐ Treinamento em BIM da equipe.
- ☐ Resistência a mudança por parte dos envolvidos.
- ☐ Altos custos de recrutamento de especialistas e consultores BIM, aquisição de software BIM e hardware atualizados.
- ☐ Outros.

35. Na marcação outros da pergunta anterior, exemplifique.

36. Qual o conhecimento de normas, guias, manuais e protocolo BIM da equipe técnica dos IFs? *

Marque todas que se aplicam.

- ☐ Decreto nº 10.306 de 2 de abril de 2020.
- ☐ Decretos, guias e manuais nacionais sobre BIM.
- ☐ Decretos, guias e manuais nacionais sobre BIM e documentos internacionais.
- ☐ Não tenho conhecimento dos guias e manuais nacionais.
- ☐ Outros

37. Na marcação outros da pergunta anterior, exemplifique.

20/06/2024, 10:11

Questionário Técnico dos IFs

38. Em sua opinião, um protocolo de implementação BIM, específico para os IFs, *
irá contribuir para adoção do mesmo nos Institutos?

Marcar apenas uma oval.

☐ Sim.

☐ Não

39. Quais benefícios que um protocolo pode proporcionar na implementação do *
BIM nos IFs?

Marque todas que se aplicam.

☐ Sistematização de implementação da metodologia do BIM.

☐ Auxiliar na elaboração de planos de execução, orientação na implementação do BIM.

☐ Outros.

40. Na marcação outros da pergunta anterior, exemplifique.

41. Quais os principais benefícios da implementação do BIM para os IFs? *

Marque todas que se aplicam.

☐ Maior detalhamento de informações em todo ciclo de vida da edificação.

☐ Redução de aditivos na contratação de elaboração de projetos e na execução de Obras.

☐ Aumento da qualidade das reformas, de novas construções e manutenção das edificações.

☐ Outros.

20/08/2024, 10:11

Questionário técnico dos IFs

42. Na marcação outros da pergunta anterior, exemplifique.

43. Como é a infraestrutura disponível para implementação do BIM no seu instituto? *

Marque todas que se aplicam.

- ☐ Disponibilidade de equipe treinada para a implementação do BIM.
- ☐ Disponibilidade de salas equipadas com hardware atualizado e softwares BIM.
- ☐ Outros.

44. Na marcação outros da pergunta anterior, exemplifique.

45. Como são os investimentos disponíveis para a implementação do BIM na sua instituição? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Disponibilidade de recursos financeiros para a implementação do BIM.
- ☐ Outros

20/06/2024, 10:11

Questionário técnico dos IFs

46. Na marcação outros da pergunta anterior, exemplifique.

47. Qual a principal mudança deve acontecer para a adequação de sua instituição *
na metodologia BIM?

Marque todas que se aplicam.

- ☐ Investimento em tecnologia e treinamento da equipe.
- ☐ Mudanças culturais, reorganização das equipes, a adoção de novas ferramentas tecnológicas e treinamento.
- ☐ Investimento em todo o processo BIM e apoio da alta administração.
- ☐ Outro: _____

48. Na marcação outros da pergunta anterior, exemplifique.

49. Qual sua opinião sobre as iniciativas que estão sendo tomadas pela
Administração Pública para promover, desenvolver e implementar a metodologia
BIM no campo da construção?

|

Google Formulários

**APÊNDICE C - TERMO DE CONSENTIMENTO DE LIVRE E ESCLARECIDO À
PARTICIPAÇÃO DA ENTREVISTA PARA A VALIDAÇÃO DO PROTOCOLO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**

CENTRO DE CCET

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL PPGE CIV

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(Resolução CNS 510/2016)

***BUILDING INFORMATION MODELING (BIM): DESENVOLVIMENTO DE UM
PROTOCOLO DE IMPLEMENTAÇÃO DO BIM EM INSTITUTOS FEDERAIS DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA***

Eu, Lucimar de Souza e Paula, estudante do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de São Carlos – UFSCar o (a) convido a participar da pesquisa “*Building Information Modeling (BIM): Desenvolvimento de um protocolo de implementação do BIM em Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia*” orientada pela Profa. Dra. Cristiane Bueno.

A tecnologia BIM é revolucionária na forma de planejar, construir e gerenciar a manutenção das edificações, com modelagens virtuais da construção, o que permite melhores escolhas e soluções na tomada de decisões, pois é possível prever as interferências antes da construção. A simulação de desempenho dos elementos, de sistemas e do próprio ambiente construído gera uma gestão mais eficiente do ciclo de obra, encurtando prazos e custos e gerando maior consistência de dados e controle de informações e processos, o que resulta em uma maior transparência nas contratações públicas e privadas. A proposta deste estudo é desenvolver um protocolo de implementação do BIM nas infraestruturas físicas dos Institutos Federais (IFs) brasileiros. O método da pesquisa é baseado no *Design Science Research (DSR)* para o desenvolvimento do estudo. O DSR é um modo de produção de conhecimento científico por meio da criação e implementação de uma solução (um artefato) para problemas que afetam a gestão da construção. A pesquisa engloba a realização de um estudo exploratório das implementações do BIM, como manuais, guias e protótipos da adoção de BIM. Também será feito um questionário que será submetido aos profissionais da área da engenharia e arquitetura dos 38 IFs para analisar a gestão das infraestruturas físicas, as formas de trabalho e o conhecimento sobre a aplicabilidade do BIM em cada instituição. Após o desenvolvimento do protocolo de implementação do BIM, ele será destinado aos profissionais das áreas afins para sugestões e validações do documento.

Você foi selecionado (a) por fazer parte do grupo de profissionais especializados do BIM. Você será convidado juntamente com outros profissionais da área para **uma entrevista online** para a análise do protocolo de implementação do BIM para os IFs. Serão escolhidos para esta pesquisa 10 profissionais. Desta forma, o intuito é avaliar e validar o protocolo

desenvolvido.

O risco da participação do respondente a entrevista da pesquisa é mínimo, porém podem acontecer: cansaço ou aborrecimento ao responder a entrevista, para evitar o risco, o participante terá o prazo de 30 minutos para responder a pesquisa, podendo ser dividida as suas respostas em duas etapas se achar cansativo, marcando duas datas para a entrevista. Quanto a exposição de dados, somente o respondente e o pesquisador terão conhecimento dos dados tratados na entrevista, pois os mesmos não serão expostos de forma alguma. Os resultados das avaliações e validações do protocolo serão publicados através de artigo, mantendo o sigilo dos dados dos avaliadores. O pesquisador também tomará cuidado no armazenamento dos dados das pesquisas, salvando na máquina do pesquisador todas as informações obtidas nas entrevistas. A exposição de listas de e-mail, será evitada, pois o envio de e-mail não será compartilhado, caso necessário o encaminhamento de e-mail será individualizado. O ambiente não será compartilhado, o ambiente da pesquisa será enviado para cada participante, este só terá acesso ao roteiro da pesquisa, as respostas ou dúvidas entre o respondente e o pesquisador serão tratadas por e-mails de forma individualizada.

Sua participação nessa pesquisa avaliará e contribuirá com sugestões sobre o protocolo de implementação do BIM para os IFs, e, por fim validará o documento.

Os benefícios esperados, são que todos os participantes e pesquisadora tenham conhecimento de como os IFs estão posicionados frente ao conhecimento do BIM. A pesquisadora entenderá as maiores dificuldades enfrentadas na implementação do BIM, o que levará a contribuição do desenvolvimento de um protocolo que possa auxiliar na implementação do BIM nos IFs. Informação das discussões dos questionários a comunidade acadêmica, oportunizando os desenvolvimentos de novos trabalhos acadêmicos. Esta pesquisa irá contribuir com um protocolo de melhores práticas para implementação do BIM tanto para os IFs, quanto para os demais órgãos públicos e comunidade que se interessem na utilização do BIM.

Sua participação é voluntária, isto é, a qualquer momento o (a) senhor irá (a) decidir se deseja participar da entrevista, se deseja desistir da participação durante as perguntas, ou após a realização da entrevista, poderá retirar seu consentimento sem nenhuma penalização ou prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com a instituição O (a) senhor(a) ao clicar em "Aceito participar da pesquisa" irá:

1. Será encaminhado por e-mail o documento para aceitar participar da pesquisa, o que corresponderá à assinatura deste termo (TCLE), o qual poderá ser impresso ou solicitado ao pesquisador via endereço de e-mail fornecido, neste onde consta o telefone e o endereço do pesquisador principal.
2. Para a realização da entrevista, os entrevistados poderão escolher as ferramentas Google Meet, Zoom e Teams, neste caso, será a ferramenta de melhor acesso aos participantes.
3. A entrevista on-line terá um tempo estimado de 30 a 60 MINUTOS. Caso desista de participar durante a entrevista e antes de finalizá-la, os seus dados não serão considerados pelo pesquisador. Caso tenha finalizado entrevista, e após decida desistir da participação deverá informar ao pesquisador desta decisão, e este descartará os seus dados coletados sem nenhuma penalização. Você poderá imprimir uma via deste termo, ou se desejar, o pesquisador poderá encaminhar uma via assinada por e-mail ou da maneira como preferir.

Todos os dados obtidos através da pesquisa serão armazenados e publicados, sendo assegurado o sigilo sobre a identidade dos participantes. Qualquer custo ou dano causado ao respondente por conta da participação na pesquisa terá seu ressarcimento assegurado pelo pesquisador principal.

Será garantindo ao participante da pesquisa o direito de acesso ao teor do conteúdo do instrumento (tópicos que serão abordados) antes de responder as perguntas, para uma tomada de decisão informada, estes, serão anexados ao e-mail. É importante que o participante guarde em seus arquivos uma cópia do documento eletrônico para eventuais questionamentos ou dúvidas que possam surgir.

Os resultados desta pesquisa serão compilados e publicados em forma de artigo e encaminhado aos participantes da pesquisa. Porém, os participantes podem tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação agora ou a qualquer momento.

Este projeto de pesquisa foi aprovado por um Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) que é um órgão que protege o bem-estar dos participantes de pesquisas. O CEP é responsável pela avaliação e acompanhamento dos aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos, visando garantir a dignidade, os direitos, a segurança e o bem-estar dos participantes de pesquisas. Caso você tenha dúvidas e/ou perguntas sobre seus direitos como participante deste estudo, entre em contato com o **Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP)** da UFSCar que está vinculado à Pró-Reitoria de Pesquisa da universidade, localizado no prédio da reitoria (área sul do campus São Carlos).

Endereço: Rodovia Washington Luís km 235 - CEP: 13.565-905 - São Carlos-SP. Telefone: (16) 3351-9685. E-mail: cephumanos@ufscar.br. Horário de atendimento: das 08:30 às 11:30.

O CEP está vinculado à **Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP)** do Conselho Nacional de Saúde (CNS), e o seu funcionamento e atuação são regidos pelas normativas do CNS/Conep. A CONEP tem a função de implementar as normas e diretrizes regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos, aprovadas pelo CNS, também atuando conjuntamente com uma rede de Comitês de Ética em Pesquisa (CEP) organizados nas instituições onde as pesquisas se realizam. Endereço: SRTV 701, Via W 5 Norte, lote D - Edifício PO 700, 3º andar - Asa Norte - CEP: 70719-040 - Brasília-DF. Telefone: (61) 3315-5877 E-mail: conep@saude.gov.br.

Dados para contato (24 horas por dia e sete dias por semana):

Pesquisador Responsável: Lucimar de Souza e Paula

Endereço: Rua Elias Miguel Árabe, 444 Uberaba-MG

Contato telefônico: 34 99266-5122

E-mail: Lucimarpaula@iftm.edu.br

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar.

Local e data:

Nome do Pesquisador

Nome do Participante

APÊNDICE D - ROTEIRO DE ENTREVISTA AOS ESPECIALISTAS BIM

Roteiro da Entrevista

Entrevista direcionada aos profissionais envolvidos com a área da metodologia BIM, para avaliar o artefato desenvolvido, coletar sugestões para possíveis alterações, melhorias e a para a validação do protocolo.

1. Você avalia que a criação do artefato, um protocolo de implementação do BIM, irá contribuir ou facilitar na implementação do BIM nos IFs?
2. Em sua opinião, o conteúdo do protocolo de implementação do BIM apresenta uma linguagem clara, objetiva e de fácil compreensão?
3. A estrutura dos capítulos do protocolo de implementação do BIM está bem organizada?
4. Os processos e procedimentos apresentados no protocolo, garantem a qualidade e aplicabilidade para a implementação do BIM?
5. Em sua opinião, o protocolo contempla todas as fases de implementação do BIM?
6. Quais são os itens que podem ser incluídos ou eliminados no protocolo para uma melhor funcionalidade?
7. Você indicaria o protocolo para auxiliar nos estudos de implementação do BIM para alguma organização?
8. Quanto ao tamanho do protocolo, acredita que o documento está dimensionado adequadamente?
9. Por fim, para a validação do protocolo, qual a crítica ou sugestão que você tem a fazer ao protocolo de implementação do BIM?

APÊNDICE E - DOCUMENTOS NACIONAIS E INTERNACIONAIS ANALISADOS

Este apêndice apresenta os documentos analisados, com seus objetivos e principais diretrizes.

Quadro A 1- Documentos Nacionais

Nº	Documento	Tipo	Título	Objetivo	Principais Diretrizes / Observações
1	AsBEA (2013)	Guia Nacional	Guia AsBEA – Boas Práticas em BIM	Disseminar boas práticas para escritórios de arquitetura.	Estruturação de bibliotecas, interoperabilidade básica, processos de coordenação.
2	Governo SC (2014)	Caderno Técnico	Caderno de Apresentação de Projetos em BIM	Padronizar apresentação de projetos para órgãos públicos.	Formatação de pranchas, modelos de exportação, padrões de detalhamento.
3	AsBEA (2015)	Guia Nacional	Guia AsBEA – Boas Práticas em BIM – Fascículo II	Detalhar processos para fases avançadas de projeto.	Colaboração, gestão de revisões, uso de objetos paramétricos.
4	CBIC (2016)	Coletânea / Guia Setorial	Coletânea – Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras	Apoiar adoção do BIM no setor produtivo.	Roteiro de implantação, gestão de mudanças, modelos de contratação e ROI.
5	ABDI / MDIC (2017)	Coletânea de Guias	Coletânea Guias BIM	Apoiar órgãos públicos e empresas no uso do BIM.	Planejamento estratégico, governança, interoperabilidade.
6	MPDFT (2020a)	Caderno Técnico	Caderno de Projetos e de Gestão em Edificações em BIM	Normatizar projetos do MPDFT com BIM.	Estrutura do PEB, requisitos mínimos, níveis de informação.
7	MINFRA (2022)	Caderno Técnico	Caderno de Plano de Implantação & Implementação do BIM	Estruturar plano institucional de implantação BIM.	Etapas do plano, papéis (matriz RACI), fluxos de informação e CDE.
8	Governo SC (2022)	Guia Técnico	Guia de Implantação e Implementação BIM	Apoiar implantação do BIM em órgãos estaduais	Governança, capacitação, interoperabilidade e requisitos de entrega.
9	SINDUSCON-PR & AsBEA-PR (2022)	Guia Técnico	Guia Prático BIM: Contratação e Início da Implantação	Orientar contratação e primeiros passos no BIM.	Modelos de cláusulas BIM, estrutura PEB, responsabilidades contratuais.
10	BIM Fórum Brasil (2023)	Guia Técnico	Guia de Contratação BIM – Vol. 1	Definir requisitos técnicos e conceituais para contratação BIM.	<i>Checklist</i> de contratação, LOD, formatos abertos e entregáveis.

Fonte: Elaborado pela autora (2025) com base na revisão documental.

Quadro A 2 - Documentos Internacionais

Nº	Título	Órgão de Publicação	País	Ano	Objetivo	Principais Diretrizes / Observações
1	<i>BIM Handbook</i>	Wiley, John Wiley & Sons, Inc.	Canadá	2008	Fornecer base conceitual e técnica para aplicação do BIM.	Conceitos-chave, níveis de maturidade, integração de disciplinas.
2	<i>BIM Guidelines Version 1.6</i>	University of Southern California	EUA	2012	Padronizar práticas BIM em projetos da instituição.	Diretrizes de modelagem, formatos de arquivos, colaboração.
3	<i>BIM Guidelines</i>	Departamento de Design e Construção (DDC) – NY	EUA	2012	Orientar a modelagem para obras públicas.	Requisitos de entrega, formatos IFC, revisões.
4	<i>BIM Planning Guide for Facility Owners</i>	Pennsylvania State University	EUA	2013	Estruturar Plano de Execução BIM (PEB).	Definição de usos BIM, fluxos de trabalho colaborativos.
5	<i>Singapore BIM Guide Version 2.0</i>	Building and Construction Authority (BCA)	Singapura	2013	Implementar BIM em projetos públicos.	Modelagem, interoperabilidade, padrões nacionais.
6	<i>BIM Standard & Guide</i>	International University of Florida (FIU)	EUA	2014	Orientar a adoção do BIM em projetos acadêmicos e públicos.	Procedimentos de entrega, integração entre disciplinas.
7	<i>CIC Building Information Modelling Standards</i>	Construction Industry Council (CIC)	Hong Kong	2015	Padronizar uso do BIM na construção civil.	Estrutura para modelagem, troca de dados e responsabilidades.
8	<i>Manual de Implementação Piloto BIM</i>	Autodesk	EUA	2015	Apoiar projetos piloto BIM em empresas.	Etapas de implementação, ferramentas e treinamento.

Continua na próxima página.

Nº	Título	Órgão de Publicação	País	Ano	Objetivo	Principais Diretrizes / Observações
9	<i>AEC (UK) BIM Technology Protocol</i>	AEC (Reino Unido)	Reino Unido	2015	Definir diretrizes para BIM no Reino Unido.	Matriz de responsabilidades, interoperabilidade IFC.
10	<i>BIM Guidelines for Design and Construction</i>	AEC Infosystems, Inc.	EUA	2015	Orientar escritórios de projeto e construtoras no uso do BIM.	Requisitos para modelagem, governança da informação.
11	<i>BIM Guide 07 – Building Elements</i>	General Administration Services (GSA)	EUA	2016	Padronizar elementos de construção em BIM.	Estrutura de objetos, níveis de informação.
12	<i>National BIM Guide for Owners</i>	National Institute of Building Sciences (NIBS)	EUA	2017	Definir padrões BIM para proprietários.	Diretrizes para requisitos, coordenação de modelos.
13	<i>BIM Manual</i>	Department of Veteran Affairs (VA)	EUA	2017	Normatizar uso do BIM em projetos hospitalares.	Interoperabilidade, processos de revisão.
14	<i>BIM Manual</i>	Association of Construction Companies of Madrid (AECOM)	União Europeia	2018	Orientar construção ferroviária com BIM.	Padrões de interoperabilidade, gestão de dados.
15	<i>Execution Planning Guide Version 2.2</i>	Penn State University	EUA	2020	Estruturar PEB em projetos BIM.	Fluxos de trabalho, objetivos BIM.
16	<i>The New Zealand BIM Handbook</i>	New Zealand Institute of Architects (NZIA)	Nova Zelândia	2021	Implementar BIM em projetos nacionais.	Diretrizes contratuais, interoperabilidade.
17	<i>Smithsonian Facilities BIM Guidelines</i>	Smithsonian Institution	EUA	2021	Aplicar BIM em gestão patrimonial.	Padronização de modelos, manutenção e operação.
18	<i>NATSPEC National BIM Guide</i>	Construction Information Systems Limited (NATSPEC)	Austrália	2022	Fornecer diretrizes openBIM para obras públicas.	Padrões IFC, governança da informação.

Fonte: Fonte: Elaborado pela autora (2025) com base na revisão documental.

APÊNDICE F – MANUAL PARA CONSULTA - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA DO PROTOCOLO DE IMPLEMENTAÇÃO DO BIM NOS INSTITUTOS FEDERAIS

O Apêndice F traz a parte teórica que fundamenta o protocolo de implementação do BIM nos Institutos Federais. Ele apresenta os conceitos básicos do BIM, do CDE e da gestão colaborativa, servindo como referência para aplicar o protocolo de forma prática e alinhada às normas. Em resumo, constitui a base conceitual que garante que a implantação do BIM seja consistente e bem estruturada.

BENEFÍCIOS DA IMPLEMENTAÇÃO DO BIM

Segundo o SINDUSCON-PR e a AsBEA-PR, (2022), a implementação do BIM traz uma série de benefícios para todos os envolvidos no processo construtivo, entre os quais destacam-se:

- Visão completa da obra: proporciona uma compreensão detalhada do projeto, incluindo todos os aspectos e especificidades da construção.
- Identificação de antecipação de problemas: possibilita a identificação antecipada de desafios que normalmente só surgiriam durante a execução da obra, permitindo a adoção de ações preventivas que evitam retrabalhos e desperdício de tempo no canteiro de obras.
- Maior transparência e colaboração: os projetos ficam acessíveis a todos os envolvidos, permitindo o acompanhamento em tempo real e a evolução de cada etapa com mais eficiência.
- BIM 4D (planejamento): auxilia na visualização do progresso da obra, com atualizações contínuas e uma melhor organização do canteiro de obras, otimizando o planejamento e execução.
- Ambiente de testes e simulações: possibilita ajustes e análises antes da execução real, garantindo mais segurança e evitando impactos no cronograma da obra.
- Precisão na estimativa de custos e prazos: reduz incertezas e melhora a acurácia no planejamento financeiro do projeto.
- Menos erros e maior qualidade: a integração e compatibilização dos modelos minimizam falhas e retrabalhos, potencializando uma obra mais eficiente.
- Facilidade na análise e aprovação de instalações: permite avaliações detalhadas antes da execução, evitando problemas futuros.

- Visualização do plano geral e cronograma detalhado: facilita o acompanhamento das etapas do projeto e a tomada de decisões estratégicas.
- Resolução de dúvidas sobre sequência e interferências: auxilia na definição clara da ordem dos serviços e na identificação de conflitos entre disciplinas, otimizando a execução da obra.

O conhecimento dos benefícios do BIM é essencial para sua utilização em uma organização, seja pública ou privada, pois permite alinhar a adoção da tecnologia às necessidades específicas do projeto ou da instituição.

USO DO BIM

A aplicação do BIM se estende desde a fase de concepção do projeto até a demolição da edificação, abrangendo todo o seu ciclo de vida. Sua implementação, no entanto, ocorre de forma gradual e estruturada, o que torna essencial o conhecimento e a definição clara dos diversos usos do BIM. Nesse sentido, o *Project Execution Planning Guide*, elaborado pela *Pennsylvania State University*, apresenta 25 casos de uso do BIM ao longo das etapas do ciclo de vida do empreendimento. De maneira semelhante, o guia publicado pela Associação Regional dos Escritórios de Arquitetura AsBEA (2013) relaciona os usos do BIM às fases de projeto, construção, operação e manutenção. Succar (2019) apresenta sua utilização nas fases de planejamento, acrescentando a simulação da quantificação, projeto, construção e operação e manutenção, acrescentando monitoramento e controle e uso de links e extensão. O Quadro P 1, sistematiza esses usos com base nos autores mencionados.

Quadro P 1- Uso BIM

ETAPAS	USO BIM/MESSNER <i>et al.</i> (2019)	USO BIM/ ASBEA (2013)	USO BIM/ SUCCAR (2019)
Planejamento	Programação; Análise do local; Planejamento 4D; Estimativa de custos; Modelagem das condições.		Documento 2D; Detalhamento 3D; Representação como construído; Design Generativo; Escaneamento a Laser; Fotogrametria; Manutenção de Registros; Levantamento topográfico; Comunicação Visual. (Simulação e Quantificação) Análise de acessibilidade; Análise acústica; Simulação de realidade aumentada (RA); Detecção de interferências; Verificação e validação de norma; Análise de construtibilidade; Análise de operação e construção; Estimativa de Custos; Saída e entrada; utilização de energia; Análise de elementos finitos (FEA); Simulação de fogo e fumaça; Análise de Luminosidade; Extração de quantitativo; Análise de refletividade; Avaliação de risco e perigo; Análise de segurança (acidentes); Análise de segurança (patrimônio); Análise do terreno; Análise solar; Análise espacial; Análise estrutural; Análise de sustentabilidade; Análise térmica; Simulação de realidade virtual (RV); Avaliação do ciclo de vida; Estudo dos ventos.
Projetos	<i>Design</i> autoral; Análise estrutural; Análise luminotécnica; Análise energética; Análise mecânica; Análise de outras engenharias; Análise de <i>Lidership in Energy and Environmetal Design</i> (LEED); Sustentabilidade; Validação de códigos; <i>Design review</i> – Revisão crítica de projetos.	Concepção do projeto; Documentação do projeto; Visualização do projeto; Compatibilização dos projetos; Revisão de projeto; Análise de eficiência energética; Avaliação de critérios de Sustentabilidade; Análises de engenharia; Extração de quantitativos.	Concepção; Planejamento da construção; Planejamento de demolição; Autoria do projeto; Planejamento de desastres; Análises de processos Lean; Planejamento de içamento; Planejamento de operações; Seleção e especificação; Programa espacial; Planejamento urbano; Análise de valor.
Construção	Planejamento de utilização; Projeto de sistema de construção; Fabricação digital; Controle e planejamento 3D; Coordenação espacial 3D.	Planejamento da logística de canteiro; Planejamento e controle 4D; Coordenação 3D; Fabricação digital; Gestão de custos; Maquetes virtuais.	Impressão em 3D; Pré-fabricação de módulos arquitetônicos; Pré-fabricação de armários e gabinetes; Pré-modelagem de concreto; Logística de construção; Gerenciamento de resíduos da construção; Pré-fabricação de montagens mecânicas; Modelagem de chapa metálica; Locação <i>in-loco</i> .

Fonte: Elaborado pela autora (2025), adaptado dos autores: MESSNER *et al.* (2019), AsBEA (2013) e Succar (2019).

Para adotar o BIM de forma eficaz, é essencial compreender seus diferentes usos, o que possibilita mapear processos e disseminar corretamente as informações entre todos os envolvidos. As instituições devem direcionar a aplicação do BIM com base em suas necessidades e na escolha das ferramentas mais adequadas.

Por outro lado, uma organização que terceiriza seus projetos não precisa realizar grandes investimentos em licenças e equipamentos, já que os *softwares* de modelagem serão utilizados, principalmente, para conferência e coordenação. No entanto, mesmo sem uma equipe interna de projetos, é fundamental que a instituição conheça os conceitos do BIM para aplicá-los em contratações eficientes, fiscalização de obras e no gerenciamento e manutenção das edificações.

Assim, ao compreender o uso do BIM e sua aplicação no contexto institucional, permite definir objetivos e metas claras para sua implementação, assegurando uma adoção estratégica e eficiente dessa tecnologia.

Dessa forma, a instituição poderá explorar plenamente os benefícios do BIM, otimizando fluxos de trabalho, aumentando a precisão dos projetos e promovendo maior eficiência na gestão de obras e recursos públicos.

1 COMPOSIÇÃO DA EQUIPE DE IMPLEMENTAÇÃO DO BIM

A definição da equipe deve considerar critérios como competências técnicas, aderência à estrutura organizacional e capacidade de gestão de mudanças. A participação da alta administração é indispensável, garantindo apoio institucional, alocação de recursos e definição das diretrizes estratégicas.

1.1 GRUPO DE TRABALHO BIM (GT-BIM)

O Grupo de Trabalho BIM (GT-BIM) é a instância responsável pela coordenação geral da implementação do BIM nos IFs. Ele deve ser composto por representantes das áreas técnicas (arquitetura, engenharia e TI) e pela alta gestão, de acordo com as necessidades de cada instituição.

Entre suas atribuições estão:

- Formular o Plano de Implementação do BIM;
- Definir responsabilidades, prazos e metas;
- Promover treinamentos e capacitações;

- Acompanhar a execução dos projetos piloto;
- Avaliar e monitorar os resultados e propor melhorias;
- Disseminar a cultura BIM na instituição.

1.2 ATRIBUIÇÕES DOS CARGOS E FUNÇÕES

As principais atribuições estão na definição de cronogramas, a solicitação de recursos, a contratação de especialistas e o desenvolvimento de ações voltadas à adaptação institucional. Contudo, a atuação do GT-BIM não se limita à coordenação técnica: é essencial também promover a disseminação do conhecimento sobre o BIM entre todos os envolvidos. Conforme a AEC-UK (2015), a colaboração só é efetiva quando há uma linguagem comum e compreensível a todos, baseada em descrições de funções bem estruturadas e acordadas entre os participantes.

Assim, para garantir uma comunicação clara e alinhada, torna-se necessário estabelecer uma hierarquia funcional e desenvolver um plano de capacitação que contemple as particularidades de cada organização. Nesse cenário, a definição de papéis como o Gerente BIM, o Coordenador BIM, o Especialista BIM e o Modelador BIM é essencial para garantir a fluidez e a consistência dos processos.

Portanto, a articulação entre a gestão estratégica do GT-BIM e a atuação coordenada desses profissionais constitui a base para uma implantação bem-sucedida do BIM, alinhada às necessidades institucionais e aos princípios de colaboração, clareza e eficiência. O Quadro P 2 apresenta as funções e responsabilidades BIM.

Quadro P 2 - Funções e Responsabilidades

Funções	Responsabilidades
Gerente BIM	• Liderar a estratégia de Implantação e implementação do manual BIM e BEP; • Definir padrões, <i>templates</i> e fluxos; • Supervisionar processos e garantir aderência as normas; • Articular a comunicação entre alta gestão e equipe técnica.
Coordenador BIM	• Coordenar o desenvolvimento dos modelos; • Garantir a integridade e compatibilização entre disciplinas; • Validar modelos e cronogramas; • Monitorar o fluxo do trabalho; • Gerenciar revisões e controle de qualidade dos modelos. • Assegurar a comunicação entre as partes.
Especialista BIM	• Apoiar tecnicamente os projetistas e modeladores, podendo desempenhar funções de projetistas; • Atuar como referência técnica na sua disciplina (arquitetura, elétrica, civil, hidráulica, entre outras); • Colaborar na definição de padrões e processos; • Contribuir na melhoria contínua dos modelos.
Modelador BIM	• Desenvolver, detalhar e atualizar modelos BIM; • Assegurar a qualidade das informações inseridas; • Realizar compatibilização de modelos.

Fonte: Elaborada pela autora (2025).

1.3 PROCESSO DE ESCOLHA E SELEÇÃO DA EQUIPE

A definição dos membros da equipe BIM deve ser um dos primeiros passos do processo de implementação. Esse processo envolve:

- Mapeamento dos profissionais disponíveis nas áreas técnicas e administrativas da instituição;
- Avaliação de perfis profissionais, considerando competências técnicas, aderência à cultura institucional e capacidade de liderança;
- Escolha do Gerente BIM, que pode ser um servidor capacitado ou um profissional externo especializado;
- Possibilidade de contratação de consultorias especializadas para apoio na implantação, treinamento e condução de projetos piloto.

Segundo Messner *et al.* (2019), é recomendado que o comitê ou GT-BIM inclua:

- Profissionais defensores da transformação digital;
- Tomadores de decisão com poder para alocar recursos;
- Usuários diretamente impactados pelos processos BIM;
- Especialistas na execução dos processos;
- Membros encarregados de monitoramento e gestão da mudança.

Na concepção do guia CBIC (2016), para garantir o sucesso da implementação, é necessário:

- Definição clara das responsabilidades de cada integrante;
- Investimento contínuo em capacitação e requalificação profissional;
- Apoio institucional efetivo, com recursos financeiros, tecnológicos e humanos;
- Abertura para novas práticas, como análise de dados, automação e integração de sistemas;
- Monitoramento constante dos resultados, com ajustes e melhorias no processo.

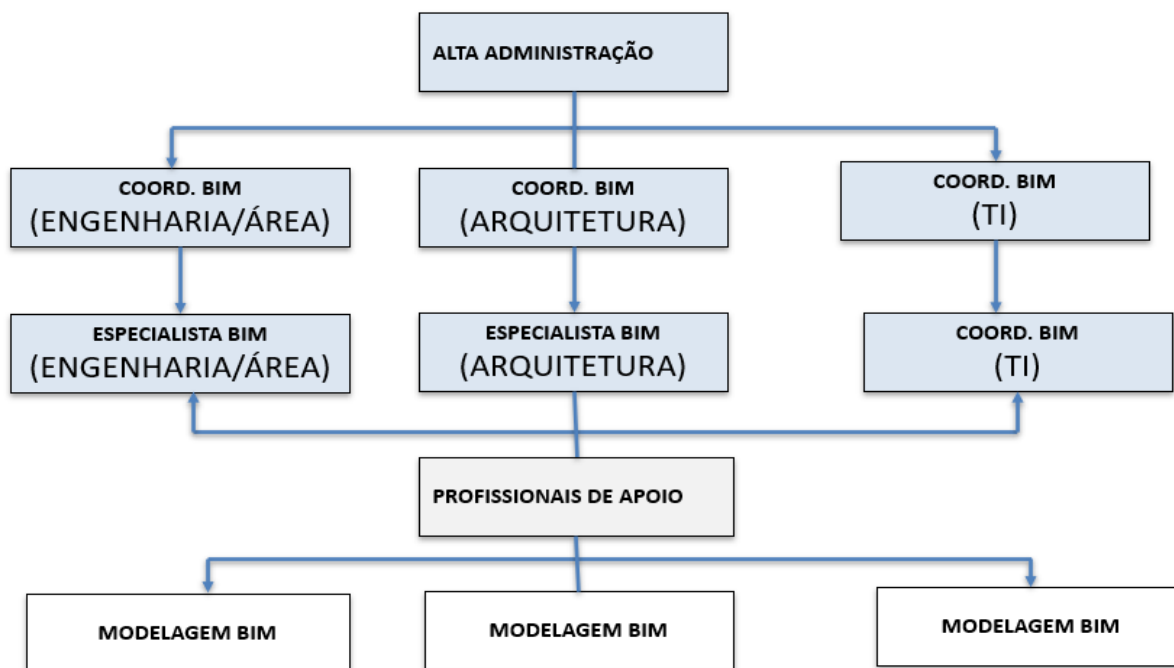
Essa transformação, embora gradual, pode ser acelerada com engajamento da equipe, participação nas etapas de planejamento e alinhamento constante sobre os objetivos e resultados esperados.

Diante dos requisitos apresentados, observa-se que a definição da equipe de implementação do BIM configura-se como uma etapa estratégica no processo de adoção da metodologia. Não se trata apenas de selecionar profissionais, mas de compor um grupo com competências técnicas, capacidade de liderança, visão sistêmica e alinhamento à cultura institucional. Conforme destacam Messner *et al.* (2019) e a (CBIC, 2016), a formação da equipe deve contemplar diferentes perfis profissionais, desde especialistas técnicos até gestores, tomadores de decisão e agentes facilitadores da transformação digital.

A atuação conjunta desses profissionais é essencial para assegurar a efetividade na condução das mudanças organizacionais, na gestão dos processos BIM e no desenvolvimento das competências necessárias. Além disso, o apoio institucional, a definição clara de responsabilidades, a disponibilização de recursos e o investimento contínuo em capacitação são fatores determinantes para o sucesso da implementação.

Nesse sentido, Figura P1 apresenta a estrutura proposta para a Equipe de Implementação do BIM a ser adequada de acordo com as necessidades e o quadro técnico de cada instituição.

Figura P 1- Estrutura para equipe de implementação do BIM



Fonte: Elaborada pela autora (2025).

- Alta Administração: Garante apoio político e institucional, recursos financeiros e validação das diretrizes.
- Gerente BIM: Liderança estratégica, responsável pela implementação do BIM em toda a instituição.
- Coordenadores BIM: Atuam por disciplina ou setor (arquitetura, engenharia, TI), garantindo integração e controle dos modelos.
- Especialistas BIM: Apoiam tecnicamente as disciplinas, garantindo qualidade e aderência aos processos.
- Profissionais de Apoio: Prestam apoio técnico, operacional, administrativo e logístico, além de auxiliar na manutenção dos ambientes digitais e físicos compostos (Técnicos em Edificações, Técnicos em Mecânica, Técnicos em Elétrica, Técnicos em TI e Analistas de Sistemas, Desenhistas/Projetistas, Técnicos de Segurança do Trabalho, Técnicos de Laboratório, Administradores, Assistentes em Administração e Estagiários).
- Modeladores BIM: Executam a criação, atualização e detalhamento dos modelos digitais.

Lik do quadro modelo da composição da equipe BIM:
https://docs.google.com/spreadsheets/d/1ZXPyiIQIrTfbS1K4ve9xJr4JL09cVNUHEwcdYrsq4_s/edit?usp=sharing.

2 PLANO ESTRATÉGICO DO BIM

O Plano Estratégico do BIM tem como nortear essa adoção, definindo a visão institucional, os objetivos principais e as diretrizes para a adoção da metodologia de forma eficiente. Seu propósito central é responder à pergunta: por que e para que implementar o BIM?

As principais características do plano incluem:

- Definição da visão e das metas de curto, médio e longo prazo;
- Diretrizes organizacionais para a integração da metodologia;
- Identificação dos benefícios esperados, como maior eficiência, redução de custos
- Alinhamento com normas e regulamentações vigentes;
- Envolvimento das lideranças e das partes interessadas;
- Planejamento dos investimentos necessários e análise do retorno esperado.

A base para a construção deste plano é a avaliação diagnóstica da instituição, identificando o estágio atual e os orienta tomada de decisões de forma contextualizada.

2.1 AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA ORGANIZACIONAL

O Quadro de Avaliação diagnóstico organizacional é uma ferramenta essencial para compreender a maturidade institucional frente à adoção do BIM. Ele permite identificar práticas já existentes, mapear lacunas e planejar ações estratégicas com base na realidade organizacional.

Esse processo envolve a análise da infraestrutura tecnológica, qualificação das equipes, processos internos e diretrizes institucionais. Seu objetivo é adaptar recursos já disponíveis, criando um ambiente propício à implementação gradual da metodologia.

A avaliação abrange os aspectos de tecnologia, processos, pessoas e políticas, alinhando-se aos pilares fundamentais da implementação do BIM, tecnologia, política e processos, conforme proposto por Succar (2009). Essa abordagem permite identificar os recursos disponíveis, os principais gargalos operacionais e as necessidades de capacitação para a adoção eficaz da metodologia.

Além disso, a análise deve estar alinhada às diretrizes da Estratégia BIM BR e ao Decreto nº 10.306/2020, promovendo conformidade com os padrões nacionais. Também, em janeiro de 2024, foi publicado o Decreto nº 11.888/2024, com o objetivo de promover um ambiente adequado ao investimento em BIM e a sua difusão no País.

2.2 OBJETIVOS PARA IMPLEMENTAÇÃO DO BIM

Os objetivos bem estruturados são essenciais para guiar a implementação do BIM e com a possibilidade do alcance das metas institucionais. Eles devem considerar os produtos esperados com o uso do BIM, os prazos de execução e a participação das equipes envolvidas. Cada instituição deve estabelecer seus objetivos com base em sua realidade e metas que pretende alcançar. Exemplos de objetivos incluem:

- Simular diferentes alternativas de projetos;
- Reduzir erros e conflitos nos projetos;
- Minimizar mudanças durante a execução;
- Promover a compatibilidade entre projetos e planilhas orçamentárias;
- Melhorar a colaboração entre os envolvidos;
- Aumentar a precisão em cronogramas e orçamentos;
- Reduzir aditivos contratuais;
- Otimizar operação e manutenção;
- Estabelecer boas práticas de padronização.

Na elaboração do plano de implementação do BIM, é fundamental antecipar e compreender os desafios que possam comprometer o sucesso da transição. Segundo a CBIC (2016), cinco componentes são essenciais para viabilizar esse processo:

- Visão: definição clara dos objetivos e benefícios do BIM;
- Capacitação: desenvolvimento de competências técnicas e gerenciais;
- Incentivos: criação de mecanismos motivacionais para adoção do BIM;
- Recursos: disponibilização de infraestrutura e ferramentas adequadas;
- Plano de Ação: estratégias para implementação eficiente e monitoramento dos resultados.

A ausência de qualquer um desses elementos pode comprometer a implementação e gerar resistências internas.

2.3 VISÃO E METAS A LONGO PRAZO DA ADOÇÃO DO BIM

Com a adoção do BIM, espera-se contribuir para a gestão de edificações públicas, tornando os processos de planejamento, execução e manutenção mais precisos, sustentáveis e transparentes, promovendo maior eficiência nos investimentos públicos.

Nesse contexto, o Decreto nº 10.306/2020 estabelece a obrigatoriedade do uso do BIM em obras públicas federais, reforçando a necessidade de um alinhamento estratégico por parte dos órgãos e instituições.

A implementação do BIM, também deve apoiar a tomada de decisão baseada em dados para reduzir os custos operacionais e a otimização da gestão do patrimônio das edificações.

2.4 METAS ESTRATÉGICAS PARA A IMPLEMENTAÇÃO DO BIM NOS IFS

As metas estratégicas devem abranger ações em diversas frentes, conforme descrito a seguir:

2.4.1 Gestão e Execução de Obras:

- Aplicar o BIM no planejamento de obras novas e reformas;
- Criar um banco de dados digital das edificações;
- Acompanhar o gerenciamento e fiscalização com precisão o progresso da construção.

2.4.2 Padronização e Interoperabilidade

- Estabelecer diretrizes alinhadas ao Decreto nº 10.306/2020, ABNT NBR ISO 19650, 1 e 2 de 2022, e Estratégia BIM BR;
- Criar *templates* e bibliotecas específicas;
- Garantir interoperabilidade entre plataformas.

2.4.3 Formação e Capacitação:

- Implementar programas de formação contínua;
- Estimular parcerias entre campi e com instituições externas.

2.4.4 Sustentabilidade e Eficiência:

- Realizar análises de eficiência energética;
- Planejar digitalmente soluções sustentáveis;

- Aplicar o BIM em manutenções e reformas;
- Integrar BIM com sistemas de *Facility Management* (FM).

2.4.5 Qualidade e Confiabilidade

- Garantir alta qualidade em projetos e documentações (Messner et al., 2019);
- Reduzir aditivos contratuais (MINFRA, 2022);
- Desenvolver registros digitais precisos.

A definição de metas deve considerar os horizontes de curto, médio e longo prazo, alinhados ao planejamento estratégico da instituição.

3 PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO DO BIM

O Plano de Implementação do BIM é um documento estratégico que define diretrizes e ações para a adoção e consolidação da metodologia em projetos, empresas ou instituições. Seu principal objetivo é estruturar o processo de transição para o BIM, garantindo organização, clareza e eficiência na integração dessa abordagem.

Cada plano deve ser personalizado conforme as especificidades da instituição, levando em consideração fatores como:

- Objetivos principais da operação;
- Processos internos e externos realizados pela organização;
- Distribuição das atividades entre equipes internas e prestadores de serviço;
- Nível de maturidade técnica e organizacional da instituição;
- Disposição para mudanças e inovações;
- Particularidades operacionais e estruturais da organização.

Para atender aos objetivos e garantir um plano eficiente, é essencial promover reuniões com a equipe, atribuir funções e responsabilidades, além de discutir estratégias mais adequadas para a implementação da metodologia. Além disso, é fundamental designar responsáveis pela gestão do projeto em nível estratégico, assegurando que todas as mudanças sejam alinhadas aos objetivos institucionais (Eastman *et al.*, 2008, p.41).

O plano deve contemplar não apenas a avaliação da situação atual da instituição, mas também a definição de metas, cronogramas, investimentos necessários, capacitação da equipe,

infraestrutura e equipamentos. A implementação inicial pode ser realizada por meio de um projeto piloto, permitindo a avaliação do processo e ajustes para melhorias futuras.

3.1 PLANO DE INFRAESTRUTURA

O plano de infraestrutura tem como finalidade preparar o ambiente organizacional para a adoção da metodologia BIM. Esse planejamento abrange tanto o espaço físico de trabalho quanto a infraestrutura tecnológica, incluindo *softwares*, *hardwares*, servidores, dispositivos de rede, sistemas de backup e plataformas de compartilhamento de arquivos, como o Ambiente Comum de Dados (CDE – *Common Data Environment*).

A definição da infraestrutura tecnológica necessária dependerá dos usos específicos do BIM. Como as exigências podem variar conforme as particularidades de cada projeto de implementação, é essencial contar com a análise de um especialista em BIM para garantir a escolha mais adequada (CBIC, 2016).

Os requisitos de *software*, *hardware* e redes de comunicação para modelagem, coordenação e visualização em *desktops*, notebooks e dispositivos móveis são definidos pela equipe BIM, de acordo com as demandas do projeto (CIC, 2015). Esses requisitos mínimos podem sofrer variações conforme a aplicação específica, a escala dos projetos, os sistemas operacionais utilizados e as necessidades institucionais.

3.1.1 Espaço físico para o trabalho

O espaço físico deve ser adequado à demanda de trabalho, garantindo a alocação satisfatória dos servidores nos departamentos para o desempenho eficiente de suas funções.

Embora as informações do trabalho sejam predominantemente virtuais, é essencial disponibilizar um espaço com infraestrutura apropriada para atividades presenciais, trabalhos colaborativos e reuniões relacionadas ao processo BIM.

A AsBEA (2015) destaca que o espaço destinado a essas reuniões deve atender a alguns requisitos fundamentais, tais como:

- Permitir a visualização simultânea de informações (modelos tridimensionais, textos, planilhas, imagens) por todos os participantes;
- Favorecer a comunicação interpessoal entre os membros da equipe;
- Contar com mobiliário adequado para apoio de notebooks e outros equipamentos;

- Disponibilizar infraestrutura elétrica e de rede para facilitar a conexão e a troca de dados entre os participantes.

As adequações das salas devem ser realizadas conforme as necessidades e a realidade de cada instituição na adoção do BIM.

3.1.2 Software

Ao selecionar um *software*, a instituição deve optar pela tecnologia mais adequada às suas atividades, levando em consideração o tipo de projeto a ser desenvolvido e o fluxo de trabalho, que variam conforme o contexto e as necessidades específicas de cada organização.

Além disso, é recomendável definir previamente os formatos de arquivos a serem utilizados na troca de informações, garantindo maior compatibilidade e eficiência no processo.

Segundo a CBIC (2016), também é essencial estabelecer, desde o início da implementação, uma estratégia para gerenciar eventuais mudanças, bem como atualizações e versões dos *softwares*.

A escolha do *software* impacta aspectos fundamentais, como o padrão de intercâmbio de dados, o conteúdo das bibliotecas e a capacitação da equipe. Uma análise criteriosa desses fatores possibilita estimar custos, definir prazos para padronização e treinamento, além de selecionar a biblioteca mais adequada para o projeto.

O Quadro P3 apresenta uma lista dos *softwares* mais comuns para cada função (disciplina).

Quadro P 3 - Lista de softwares e funções

<i>Software</i>	Disciplina	<i>Software</i>	Função
Edificius	Arquitetônico	Allplan Architecture	Projeto estrutura de concreto
Blender		Edilus	Projetos de estruturas de concreto armado, aço, alvenaria e madeira
Revit (Autodesk)		Alto QI Builder	Instalação, elétrica, hidráulica/HVAC
ArchiCAD (Graphisoft)		Revit - Mep	
Vectorworks (Nemetschek)		Mep Modelador (Graphisoft)	
Allplan		Bentley- Building Electrical Systems (Bentley)	
Aecosim (Bentley)		DDS-HVAC (Nemetschek)	
Autodesk 360 BIM		QI Builder (AltoQi)	
Bentley Architecture (Bentley)		Vectorworks	(Biblioteca de objetos)
Infracore		SISPLO	

Continua na próxima página.

<i>Software</i>	<i>Disciplina</i>	<i>Software</i>	<i>Função</i>
Civil 3D	Projetos de infraestrutura	Synchro (Synchro)	Orçamento
Infraworks		SISPLO	
Naviswork (Autodesk)	Planejamento/Gerenciamento de projeto	DProfile (Beck Technology)	
MS Project		Orça Plus	
Solibri (Nemetscheck)		Orça BIM	
Tekla BIMsight (Trimble)		TCPO	
Bexel	Estrutura	Arquimedes	
ArchiCAD (Graphisoft)		Presto	
CypeCAD		Bexel	
Tekla Structure (Trimble)		MSProject	
Robot		PriMus IFC	
Revit Structures (Autodesk)		IBM Maximo/Tririga	Operação e manutenção
Bentley Structure (Bentley)		Archibus	
TQS (CAD/TQS)		CAFM Explorer (Idox solution)	
Eberick (AltoQi)		Bentley Facilities	
		Solibri	Modelo compartilhado

Fonte: Adaptado pela autora (2025) de (Biblus, 2020).

A escolha do *software* será realizada em conjunto com toda a equipe, com o suporte de um especialista em BIM para garantir uma decisão mais assertiva, alinhada às necessidades da organização, às capacidades do programa e à sua relação custo-benefício. Embora algumas versões gratuitas estejam disponíveis, essas opções geralmente possuem limitações que podem não atender plenamente às expectativas da instituição.

Além das funcionalidades específicas, deve-se considerar a interoperabilidade entre os *softwares*, especialmente aqueles baseados em padrões abertos, pois, muitas vezes, será necessário utilizar mais de um programa para atender às demandas da instituição.

A interoperabilidade refere-se à capacidade de diferentes sistemas ou *softwares* se comunicarem e trocarem dados de maneira eficiente. Uma boa interoperabilidade possibilita que múltiplos especialistas, (arquitetos, engenheiros, construtores e empreendedores), colaborem no desenvolvimento de um mesmo projeto sem a necessidade de replicação de dados (Brasil, 2020a). Isso facilita a integração entre diferentes disciplinas e permite o uso de diversas ferramentas ao longo do ciclo de vida do projeto, garantindo maior eficiência e precisão nas informações.

Para assegurar a escolha do *software* mais adequado, é fundamental realizar uma pesquisa de mercado abrangente. Consultar clientes, projetistas parceiros e profissionais técnicos que utilizam o modelo pode fornecer *insights* valiosos sobre as melhores soluções

disponíveis, levando em consideração tanto a usabilidade quanto a compatibilidade com outras ferramentas empregadas na organização.

Após a definição das aplicações necessárias, será fundamental garantir uma infraestrutura de *hardware* e rede compatível para seu pleno funcionamento.

3.1.3 *Hardware*

Compreender as especificações de *hardware* é essencial para garantir a troca eficiente de informações entre diferentes disciplinas dentro das organizações, viabilizando o desenvolvimento integrado de todo o processo. O *hardware* utilizado deve ser compatível com todos os *softwares* necessários, suportando a complexidade e as dimensões dos projetos de cada disciplina, bem como os diversos usos do BIM.

Dessa forma, a escolha do *hardware* ideal deve levar em conta não apenas as necessidades atuais, mas também as atualizações dos *softwares*, garantindo compatibilidade e desempenho adequados ao longo do tempo. As configurações e especificações podem variar conforme os requisitos funcionais e as aplicações do BIM em cada instituição, sendo fundamental analisar fatores como capacidade de processamento, memória RAM, armazenamento e desempenho gráfico.

A subespecificação do *hardware* pode comprometer a eficiência dos processos, resultando em queda de produtividade, aumento dos prazos, frustrações e custos adicionais recorrentes devido à necessidade de *upgrades* ou substituições prematuras (CBIC, 2016). Por isso, a definição da infraestrutura deve ser feita com base em uma avaliação criteriosa das demandas do projeto e da escalabilidade dos equipamentos.

O Quadro P 4 apresenta a configuração de seis casos de uso do BIM, conforme descrito no guia de estação de trabalho para *design* e construção virtual. Os dados foram fornecidos pelas empresas ONE; SCIUS (2022), destacando as especificações recomendadas para diferentes níveis de complexidade dos projetos.

Quadro P 4 - Configurações do *hardware* de acordo com uso BIM

Fluxo de trabalho	Considerações de <i>hardware</i>			
	CPU	GPU	MEMÓRIA	ARMAZENAR
Modelagem de Projeto	4,0 GHz	4 GB	32 GB	1 TB
Captura e gerenciamento de nuvens de pontos	4,0 GHz	8 GB	128 GB	2 TB
Visualização, Renderizações, AR/VR	4,0 GHz	16 GB	64GB	2TB
Construção e simulação logística	3,5 GHz	4 GB	32 GB	-
Coordenação, detecção de conflitos e análise de construtibilidade	4,0 GHz	4 GB	8 GB	-
Trabalho de campo	Sugestões de <i>hardware</i> durável que possa suportar ambientes extremos, <i>laptops</i> robustos possuem telas legíveis à luz do dia e sensíveis ao toque com luvas.			

Fonte: Adaptada pela autora (2024), do Guia da estação de trabalho para *Design* e Construção Digital (One; Scius, 2022).

De acordo com o plano de implementação do BIM (MINFRA, 2022), são descritas as máquinas necessárias para o desempenho de modelos grandes e complexos, conforme apresentado no Quadro P 5.

Quadro P 5 - Descrição de hardware para desempenho de modelos grandes e complexos

Sistema operacional	Microsoft® Windows10® 64 bits • Windows 10 Enterprise • Windows 10 Pro
Tipo de CPU	Processador com múltiplos núcleos Intel Xeon ou i-Series ou AMD equivalente com tecnologia SSE2. É recomendada a maior taxa de velocidade de CPU possível. Os produtos de <i>software</i> Autodesk Revit usam vários núcleos para muitas tarefas.
Memória	32 GB RAM • Suficiente para uma sessão de edição típica para um único modelo de até aproximadamente 700 MB em disco. Este cálculo tem base na verificação interna e nos relatórios dos clientes. Modelos individuais variam no que diz respeito ao uso de recursos de computador e às características de desempenho. Os modelos criados em versões anteriores de produtos do <i>software</i> Revit podem requerer mais memória disponível para o processo de atualização única.
Tipo de CPU	Processador com múltiplos núcleos Intel Xeon ou i-Series ou AMD equivalente com tecnologia SSE2. É recomendada a maior taxa de velocidade de CPU possível. Os produtos de <i>software</i> Autodesk Revit usam vários núcleos para muitas tarefas.
Resoluções do monitor de vídeo	Mínima: • 1920 x 1200 com <i>true color</i> Máxima: • Monitor com definição ultra alta (4k)
Adaptador de vídeo	Placa gráfica compatível com DirectX 11, com Shader Model 5
Espaço em disco	30 GB de espaço livre em disco • Disco rígido com mais de 10.000 RPM (para interações de Nuvem de pontos) ou Unidade de estado sólido.

Fonte: MINFRA, (2022).

O investimento em um *hardware* compatível com as exigências do BIM vai além do desempenho técnico: é uma decisão estratégica e economicamente viável. Uma escolha

adequada ajuda a evitar gargalos no processo, reduz retrabalhos e minimiza perdas de produtividade, garantindo maior eficiência na execução dos projetos.

3.1.4 Rede/Servidor

O processo BIM gera uma quantidade maior de informações e exige uma maior velocidade de comunicação de dados. Por isso, é recomendado manter a estrutura da rede sempre atualizada com as tendências do mercado. Alguns *softwares* acessam a rede diretamente, enquanto outros o fazem em momentos específicos, mas a velocidade de comunicação impacta diretamente no tempo de espera do usuário e no desempenho geral (AsBEA, 2013).

A rede é composta por dispositivos de computação interconectados que podem trocar dados e compartilhar recursos. Neste contexto, se um componente da rede apresentar desempenho inferior, isso afetará todos os outros. Por isso, recomenda-se utilizar um servidor compatível com a velocidade do sistema e capaz de processar as informações dos projetos simultaneamente. A atualização do servidor deve acompanhar as mudanças na estrutura da instituição (AsBEA, 2013). Assim como a rede, o servidor está diretamente relacionado ao desempenho e ao tempo de espera no processamento dos dados.

Na implementação do BIM, é fundamental criar o *Common Data Environment* (CDE), ou ambiente comum de dados, que é o espaço colaborativo onde os dados de um projeto são coletados, gerenciados e compartilhados ao longo de todo o ciclo de vida da edificação.

3.1.5 Ambiente comum de dados (CDE)

O Ambiente Comum de Dados (*Common Data Environment* – CDE) é definido como uma fonte única, confiável e acordada de informações referentes a um projeto ou ativo, responsável por reunir, organizar e distribuir os contêineres de informação por meio de um processo sistematizado e controlado (ABNT NBR ISO 19.650-1, 2022). Sua principal função é centralizar todos os dados gerados durante o ciclo de vida do projeto, assegurando que a comunicação entre os envolvidos ocorra de maneira eficiente e transparente, com base em fluxos de trabalho bem definidos.

A estrutura é mais que um repositório de arquivos, o CDE combina soluções tecnológicas e processos estruturados, integrando diferentes formatos e fontes de dados, como planilhas, cronogramas, relatórios e bancos de dados. Essa integração permite acesso

simultâneo e em tempo real às informações por todas as partes envolvidas, promovendo uma gestão mais dinâmica e colaborativa.

O CDE configura-se como uma plataforma digital acessível pela internet, viabilizando o compartilhamento e a atualização contínua de documentos técnicos, modelos 3D, especificações, cronogramas e demais registros do projeto (NZIA, 2019). Ao funcionar como um núcleo central automatizado de informações, ele fortalece a tomada de decisão e a coordenação entre os agentes do projeto.

A norma ABNT NBR ISO 19.650-1 (2022) destaca o CDE como um dos pilares para o trabalho colaborativo em ambientes BIM, sendo essencial para garantir que os dados sejam acessíveis, adequados e protegidos para quem os produz, utiliza ou mantém. Essa norma propõe uma estrutura baseada em contêineres de informação, que podem ser compostos por modelos geométricos, tabelas, cronogramas ou bancos de dados estruturados. Para assegurar a eficácia desse modelo colaborativo, a norma estabelece princípios fundamentais, tais como:

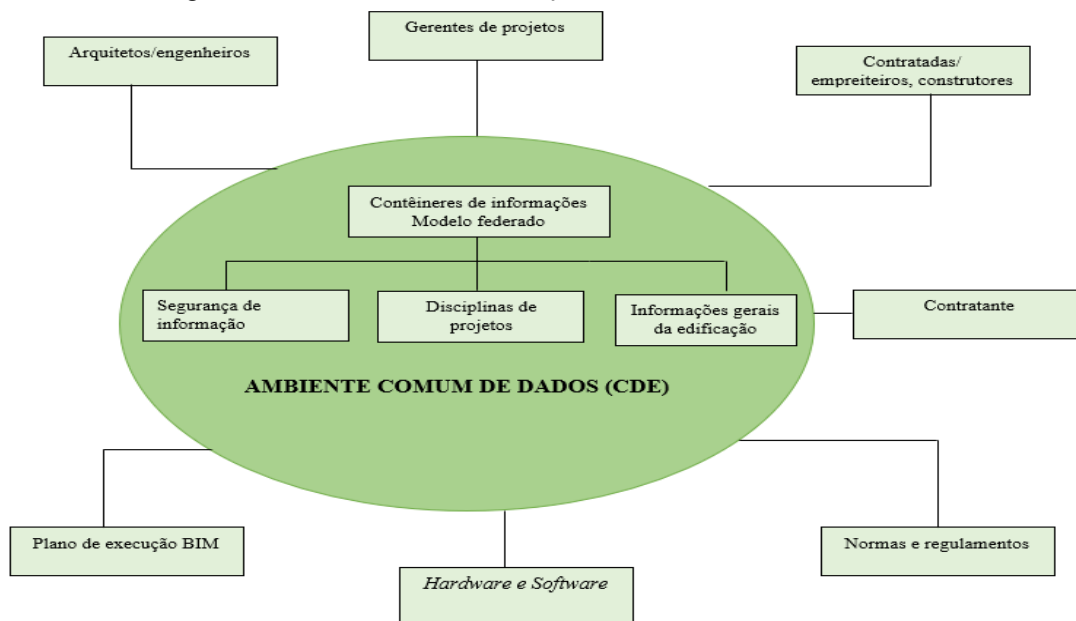
- Verificação e validação das informações antes do compartilhamento;
- Definição clara dos requisitos informacionais, com aprovação prévia de todos os envolvidos (projetistas, contratantes e operadores);
- Avaliação criteriosa das informações propostas antes de sua incorporação;
- Controle de acesso e segurança dos dados no ambiente digital;
- Flexibilidade no uso de diferentes tecnologias para o desenvolvimento dos modelos, desde que respeitados os padrões estabelecidos;
- Proteção contínua dos dados e modelos, garantindo integridade e confiabilidade ao longo do ciclo de vida do projeto.

Neste contexto, a metodologia BIM adota o Modelo Federativo, totalmente alinhado aos princípios da NBR ISO 19.650-1. Essa abordagem permite a colaboração entre diferentes disciplinas e agentes envolvidos no projeto, sem a necessidade de um modelo único e centralizado. Nesse formato, cada equipe trabalha em seu próprio modelo, que é consolidado em um ambiente comum de dados (*Common Data Environment* – CDE), mantendo a autonomia e a especialização de cada área.

A relação entre os contêineres de informação e o Modelo Federativo fortalece a interoperabilidade, permitindo que as atualizações e revisões ocorram de forma coordenada e em tempo real. Esse processo reduz significativamente o risco de conflitos, retrabalhos e inconsistências. Além disso, a documentação final do projeto é consolidada somente após a conclusão de todas as etapas, o que assegura maior precisão e consistência das informações

entregues. A Figura P 2 ilustra a estratégia de federação de contêineres de informação no CDE.

Figura P 2 - Contêineres de informações modelo federado no CDE



Fonte: Elaborado pela autora (2025), adaptado de NBR ISSO 19.650:1 (2022); Otranto et al. (2024).

O CDE é um ambiente de trabalho colaborativo essencial para a coleta, organização e compartilhamento de informações ao longo de todo o ciclo de vida de um projeto. Quando aplicado de acordo com princípios e diretrizes da NBR ISO 19.650, ele garante a estrutura adequada, a rastreabilidade e a segurança dos dados, propiciando um fluxo de trabalho integrado, confiável e eficiente entre todos os participantes do processo.

3.3 PLANO DE TREINAMENTO

A implementação da metodologia BIM representa uma mudança significativa na forma como os projetos são concebidos, desenvolvidos e gerenciados. Esse modelo exige que todos os profissionais envolvidos compreendam claramente seus papéis e responsabilidades dentro da equipe, assegurando a qualidade das entregas e o cumprimento dos prazos estabelecidos (AsBEA, 2013).

No entanto, a transição para o BIM não se limita à adoção de novas ferramentas tecnológicas; ela envolve uma mudança cultural e processual, exigindo a capacitação contínua dos profissionais para que possam atuar de maneira eficiente nesse novo cenário (MINFRA, 2022). Entre os principais desafios enfrentados nesse processo estão a falta de conhecimento técnico, a resistência à mudança e a insegurança diante de novas práticas e tecnologias.

Para superar essas barreiras, torna-se essencial investir em treinamentos estruturados e contínuos, garantindo que os colaboradores adquiram as competências necessárias para utilizar o BIM de forma eficaz. Além disso, um plano de treinamento bem definido contribui para a redução da curva de aprendizado, promove a integração entre as equipes e melhora a produtividade dos processos de projeto, construção e operação.

A estrutura do treinamento deve ser flexível e adaptável, considerando as particularidades de cada instituição, as necessidades específicas dos profissionais envolvidos e o nível de conhecimento da equipe. Além do treinamento inicial, é fundamental estabelecer um programa contínuo de capacitação, atualização e reciclagem, garantindo que os profissionais acompanhem as novas tecnologias, normativas e boas práticas do mercado.

3.3.1 Conteúdo do treinamento

O conteúdo do treinamento deve ser ajustado conforme o nível de maturidade do BIM na organização e a especialidade de cada membro da equipe técnica. No entanto, é fundamental que todos recebam uma base conceitual sólida, permitindo uma compreensão uniforme e a aplicação correta do BIM.

Os principais temas abordados no treinamento incluem:

- Introdução ao BIM (conceitos, usos, benefícios e desafios);
- Conhecimento sobre os principais *softwares* BIM utilizados no mercado e suas aplicações específicas;
- Normas e padrões BIM: diretrizes nacionais e internacionais;
- Produção e gestão de bibliotecas BIM;
- Documentação de projetos: geração de pranchas, modelos federados e relatórios técnicos;
- Extração de quantitativos: processos automatizados para cálculo de materiais e custos;
- Processos adotados com a implementação do BIM;
- Modelagem BIM;
- Estruturação de um Plano de Execução BIM (PEB): definição de estratégias e responsabilidades dentro do projeto;
- Contratação de projetos em BIM: modelos de contratação, requisitos e escopo dos projetos BIM;

- Manutenção da edificação dentro do processo BIM: aplicação do modelo para gestão de ativos e *facilities management*.

Metodologia do treinamento: para garantir a efetividade do treinamento, é necessário definir uma abordagem metodológica clara, contemplando os seguintes aspectos:

- Formato do treinamento: presencial, remoto ou híbrido, conforme a disponibilidade da equipe e os recursos institucionais;
- Abordagem didática: aulas expositivas, *workshops*, treinamentos práticos e estudos de casos reais;
- Definição da carga horária e do cronograma: planejamento adequado para distribuição dos conteúdos ao longo do tempo;
- Disponibilização de materiais complementares: guias, apostilas, vídeos tutoriais e simulações práticas;
- Monitoramento do aprendizado: aplicação de testes, avaliações práticas e feedbacks para garantir a assimilação dos conteúdos.

Além disso, após a introdução aos conceitos básicos, é fundamental definir, em conjunto com a equipe, quais softwares serão utilizados, garantindo que a capacitação seja direcionada às ferramentas mais relevantes para os projetos da organização.

3.3.2 Adaptação e Atualização Contínua

A formação contínua é essencial para o sucesso da implementação do BIM, assegurando que a equipe esteja constantemente preparada para os desafios do setor e apta a explorar todo o potencial da metodologia. A estrutura do treinamento deve ser revisada regularmente, levando em conta as especificidades de cada instituição, o progresso da equipe na adoção do BIM e as inovações tecnológicas do mercado. Para manter a equipe sempre atualizada, algumas estratégias fundamentais incluem:

- Treinamentos complementares e avançados: para aprofundamento em temas específicos, como coordenação BIM, modelagem paramétrica e análise de desempenho;
- Atualizações periódicas: sessões de capacitação sobre novas versões de *softwares*, metodologias emergentes e mudanças normativas;
- Programas de reciclagem: revisão e reforço de conceitos já aplicados, garantindo que as práticas adotadas permaneçam alinhadas aos padrões do mercado;

- *Workshops* e intercâmbio de experiências: troca de conhecimentos entre equipes e participação em eventos do setor para atualização contínua;
- Monitoramento da curva de aprendizado: aplicação de avaliações e análise de desempenho para identificar possíveis *gaps* no conhecimento e ajustar o treinamento conforme necessário.

A capacitação contínua é um fator crítico para o sucesso da implementação do BIM, garantindo que a equipe esteja sempre preparada para enfrentar os desafios do setor e explorar todo o potencial da metodologia. Com um plano de treinamento estruturado e adaptável, as organizações podem maximizar os benefícios do BIM e elevar a qualidade e eficiência dos seus projetos. No Apêndice 3, tabela 3, é apresentado um modelo de treinamento a ser adaptado de acordo com as necessidades de cada instituição.

3.4 CUSTOS E INVESTIMENTOS

O levantamento de custos é essencial para avaliar os investimentos necessários e garantir uma implementação eficaz do BIM. Esse levantamento deve ser baseado nas necessidades identificadas na avaliação diagnóstica, que deve incluir:

- Usos do BIM na organização: definir como o órgão ou empresa utilizará o BIM, identificando os principais usos, como modelagem de projetos, gestão de informações e simulações de construção, e alinhando-os às metas organizacionais.
- Atribuições e competências técnicas: mapear as competências dos servidores ou funcionários envolvidos, identificando habilidades já adquiridas e aquelas que precisam ser desenvolvidas por meio de treinamentos ou contratação de especialistas.
- Processos internos: analisar os processos existentes e como podem ser adaptados ao BIM, revisando fluxos de trabalho para garantir uma integração eficiente da metodologia.
- Equipamentos e infraestrutura tecnológica: avaliar os *hardwares* e *softwares* necessários para modelagem, análise e gestão de projetos, considerando os usos específicos do BIM.
- Infraestrutura básica: incluir tanto a infraestrutura física quanto a digital, como conectividade de rede, servidores, sistemas de *backup* e ambientes de trabalho adequados para suportar a implementação do BIM.

3.4.1 Principais Custos da Implementação do BIM

- **Aquisição de Ferramentas BIM:** A escolha dos *softwares* necessários para modelagem, coordenação, compatibilização, gerenciamento de informações e colaboração representa um dos principais investimentos. Os custos de assinatura variam conforme os *softwares* e a quantidade de licenças necessárias para o desenvolvimento das atividades.
- **Infraestrutura Tecnológica:** A implementação do BIM exige *hardware* robusto para garantir o desempenho adequado, incluindo:
 - ✓ Computadores e servidores com processadores potentes, placas gráficas de alto desempenho e *Solid State Drive* (SSDs) que é um dispositivo de memória para armazenar dados rápidos;
 - ✓ Armazenamento em Nuvem e *Common Data Environment* (CDE) para compartilhamento de arquivos;
 - ✓ Redes de Internet de alta velocidade para garantir colaboração remota eficiente.
- O custo dos *hardwares* dependerá da quantidade de máquinas, marcas e do nível de uso do BIM, variando para cada instituição.
- **Capacitação e Treinamento:** a adoção do BIM exige investimentos em cursos e treinamentos especializados (presenciais ou *online*), workshops internos e consultorias para capacitação prática. O custo da capacitação varia de acordo com o conteúdo do treinamento, a metodologia adotada e o número de servidores a serem capacitados.
- **Consultoria e Suporte Técnico:** para empresas e órgãos públicos sem experiência em BIM, a contratação de consultorias especializadas pode acelerar a implementação.

O levantamento de custos é fundamental para identificar todas as necessidades relacionadas ao desenvolvimento da metodologia BIM, incluindo investimentos em capacitação, treinamentos, contratação de terceirizados (se necessário), adequação ou substituição de equipamentos, assinatura de *softwares* e demais procedimentos indispensáveis para o funcionamento do processo.

3.5 CRONOGRAMA DA IMPLEMENTAÇÃO DO BIM

O cronograma de implementação do BIM é essencial para assegurar uma transição organizada e eficiente para essa metodologia. Sua importância está em permitir o

acompanhamento, monitoramento e controle do planejamento estruturado, da gestão de recursos, da capacitação da equipe e do cumprimento das metas e objetivos estabelecidos pela instituição.

A implementação do BIM deve ocorrer de forma gradual, estruturada e com monitoramento contínuo para assegurar uma transição eficiente. Um cronograma bem planejado facilita a adaptação da equipe ao novo fluxo de trabalho, minimizando impactos na produtividade e potencializando os benefícios do BIM.

3.6 PROJETO PILOTO

A implementação do BIM deve começar com a seleção de um projeto piloto que sirva como referência para o processo. O ideal é escolher um projeto de complexidade intermediária, evitando tanto cenários excessivamente simples quanto desafios muito complexos. Dessa forma, a equipe pode se familiarizar com a metodologia, identificar dificuldades e aprimorar sua aplicação antes de adotá-la em projetos mais avançados (CBIC, 2016).

A introdução do BIM em uma organização deve ser conduzida de maneira estratégica, e o projeto piloto desempenha um papel fundamental nesse processo. Ele permite testar fluxos de trabalho, capacitar a equipe e validar procedimentos com menor risco (ABDI, 2017). Além disso, funciona como um ambiente de experimentação controlado, garantindo que todos compreendam as diretrizes do BIM antes de sua aplicação em empreendimentos de maior escala.

Para o projeto piloto, além de estar alinhado aos objetivos estratégicos da organização, é essencial definir metas específicas relacionadas ao aprendizado da equipe e a sua capacidade de implementar o BIM. Também devem ser estabelecidos objetivos específicos para os casos de uso escolhidos nesta primeira iniciativa, garantindo um desenvolvimento estruturado e eficiente (CBI C, 2016).

O desenvolvimento do projeto piloto pode ocorrer de duas formas: por meio da equipe técnica da organização ou pela contratação de projetos via licitação. No caso de contratação externa, é essencial contar com um Plano de Execução BIM (PEB) bem estruturado, que defina diretrizes claras para a aplicação da metodologia e assegure o alinhamento entre todos os envolvidos no processo.

4 PLANO DE EXECUÇÃO BIM

O Plano de Execução BIM (PEB), ou BIM *Execution Plan* (BEP) em inglês, é um documento estratégico fundamental para a implementação do BIM em todas as fases do projeto. Ele orienta a equipe envolvida ao definir o que será executado, quando cada etapa ocorrerá e quem será o responsável, promovendo uma gestão eficiente e colaborativa do processo.

Para que o PEB seja eficaz, é essencial que sua elaboração conte com a participação ativa de todas as partes envolvidas, incluindo contratantes, projetistas, construtores e gestores de ativos. Esse alinhamento possibilita a definição de diretrizes claras e realistas, considerando as particularidades do empreendimento, as necessidades da equipe e os requisitos normativos aplicáveis. Além disso, um planejamento bem estruturado reduz retrabalhos, melhora a comunicação entre as partes envolvidas e assegura os benefícios do BIM, como maior precisão das informações, redução de desperdícios e eficiência na gestão do ciclo de vida da edificação.

O PEB tem como objetivo facilitar o gerenciamento de informações dentro de um projeto BIM, propiciando que todas as equipes envolvidas trabalhem de forma integrada e utilizando plataformas compatíveis. Segundo AsBEA (2015), o PEB deve definir com clareza os papéis e responsabilidade dos profissionais, estabelecer padrões para os dados compartilhados e assegurar que as informações estejam alinhadas as necessidades da equipe.

De acordo com o Governo Federal (Brasil, 2020a), o PEB deve conter as seguintes informações:

- Definições de projetos e construção (como padrões de entregas, representação gráfica, especificações e memoriais descritivos envolvidos);
- Fluxo de trabalho, uso e objetivos dos modelos;
- Indicação de extensões de entrada e saída de arquivos;
- *Softwares* e versões utilizadas;
- Diretrizes para o gerenciado e manutenção do modelo;
- Padronização de nomenclaturas de arquivos e bibliotecas;
- Cronograma do projeto.

Cada projeto deve possuir um PEB exclusivo e adaptado às suas especificidades, considerando que diferentes obras apresentam exigências, complexidades e objetivos distintos.

O Quadro P 6 ilustra os principais elementos que devem compor um PEB.

Quadro P 6 - Requisitos para o desenvolvimento do PEB

 Estratégia	 Comunicação e Ferramentas	 Planejamento e Entregas
Visão geral do PEB	Ferramentas BIM	Requisitos de modelagem
Informações do empreendimento	Plano de comunicação	Cronograma
Equipe envolvida	Trabalho colaborativo	Fluxograma de trabalho
Objetivos e usos do BIM	—	Controle de qualidade e entregáveis

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

4.1 VISÃO GERAL DO PEB

O Plano de Execução BIM (PEB) tem o propósito de padronizar a modelagem da informação em todas as fases do projeto, garantindo o alinhamento entre as equipes envolvidas. A elaboração do PEB é indispensável, pois cada empreendimento apresenta características específicas, como requisitos de modelagem, níveis de detalhamento, nomenclatura unificada e padronizada de arquivos, cronograma, equipe técnica e particularidades disciplinares.

A norma ABNT NBR ISO 19.650-1(2022) estabelece os requisitos e diretrizes essenciais para a estruturação do PEB, promovendo boas práticas alinhadas ao ciclo de vida da informação no ambiente BIM. A seguir são apresentados os principais elementos que devem constar nesse empreendimento.

4.2 INFORMAÇÕES GERAIS DO EMPREENDIMENTO

As informações gerais do empreendimento são fundamentais para a compreensão do projeto, abrangendo nome, localização, descrição, prazos e contato do responsável pela elaboração do PEB.

4.3 CONTATOS DA EQUIPE ENVOLVIDA NO PROJETO

Os contatos do Plano de Execução BIM (PEB) reúne os dados dos profissionais responsáveis por cada disciplina, promovendo uma comunicação clara e eficiente entre as partes

interessadas. Esse registro facilita a coordenação do projeto, a resolução de dúvidas e a tomada de decisões ao longo das etapas.

Ao centralizar essas informações, o PEB proporciona agilidade na troca de dados, reduz o risco de falhas de comunicação e contribui para um fluxo de trabalho mais organizado e colaborativo.

4.4 OBJETIVOS DO BIM PARA PROJETOS

A definição dos objetivos do BIM é uma etapa estratégica do PEB, pois orienta os usos esperados da modelagem e define metas mensuráveis. A seguir, apresentam-se exemplos de objetivos aplicáveis a projetos institucionais:

- Aprimorar a qualidade dos projetos em todas as etapas do ciclo de vida do empreendimento, proporcionando maior precisão e eficiência;
- Criar modelos mais detalhados e informativos, permitindo uma análise aprofundada antes da construção, reduzindo incertezas e riscos;
- Favorecer a coordenação entre equipes e disciplinas, minimizando conflitos e incompatibilidades entre sistemas (como elétrica, hidráulica e estrutural);
- Reduzir retrabalhos, atrasos e custos associados, tornando a execução da obra mais eficiente e produtiva.

4.5 USO DO BIM PARA O PROJETO

A definição clara dos usos do BIM é fundamental para que o modelo atenda às necessidades específicas do projeto. Isso permite orientar o que deve ou não ser modelado, quais análises serão realizadas e como as informações serão utilizadas ao longo do ciclo de vida do ativo (Brasil, 2020a).

O Quadro P 7 apresenta um modelo de matriz de usos do BIM, indicado com um x s usos adotados em determinado projeto. Essa estrutura deve ser ajustada conforme os objetivos de cada instituição.

Quadro P 7 - Uso do BIM nos projetos

Uso BIM em projetos		Uso BIM
Planejamento	X	Concepção do projeto
	X	Documento do projeto
		Análises Locais
		Planejamento 4D
	X	Extração de quantitativos 5D
	X	Estimativa de custos
	X	Modelagens das Condições existentes
Projetos	X	<i>Design</i> Autoral
		Análise Estrutural
		Análise Energética
		Análise Mecânica
		Análise de Outras Engas
		Análise LEED Sustentabilidade
	X	Revisão Crítica de projetos
Construção		Planejamento de utilização
	X	Projeto de sistema de construção
		Fabricação digital
	X	Controle e planejamento 4D
	X	Coordenação 3D
		Coordenação Espacial 3D
	X	Programação de manutenção
	X	Análise do sistema construtivo
	X	Gestão do Ativos
		Gerenciamento de espaço/rastreamento
		Planejamento contra desastres
		Modelagem de registro

Fonte: Elaborado pela autora (2025), adaptado de Messner *et al.* (2019).

4.6 TRABALHO COLABORATIVO

O trabalho colaborativo no contexto do BIM envolve a integração e cooperação entre diversas equipes técnicas, promovendo o uso eficiente de ferramentas digitais e processos compartilhados. Um dos principais objetivos dessa abordagem é garantir que profissionais de diferentes disciplinas (como arquitetura, engenharia e instalações) atuem de forma sincronizada, com acesso a informações atualizadas e estruturadas em tempo real.

Para que essa colaboração seja efetiva, é essencial definir claramente as responsabilidades, organizar o compartilhamento de dados, resolver problemas de forma conjunta e buscar a eficiência em todas as etapas do processo. Isso reduz falhas de comunicação, melhora a qualidade das entregas e assegura o cumprimento dos prazos e padrões estabelecidos.

A organização dos fluxos de trabalho no PEB também é essencial, pois orienta as etapas de desenvolvimento do projeto com base em regras específicas. Essa estrutura favorece a troca de informações, o controle de responsabilidades e a possibilidade de ajustes contínuos para melhoria dos processos (VALEC, 2020).

Um elemento indispensável para o sucesso dessa colaboração é o *Common Data Environment* (CDE), ambiente comum de dados onde as informações do empreendimento são centralizadas, armazenadas e compartilhadas. O CDE garante que todos os envolvidos tenham acesso às versões mais recentes dos documentos, com rastreabilidade e controle de alterações (Governo de Santa Catarina, 2022). Ele pode ser hospedado em servidores locais ou em nuvem, obedecendo normativas e diretrizes internas.

A integração entre equipes, o uso estruturado dos fluxos de trabalho e a adoção de um CDE são pilares fundamentais para assegurar a qualidade, o prazo e o custo planejados do projeto.

4.7 PLANO DE COMUNICAÇÃO

O Plano de Comunicação no PEB estabelece diretrizes para a troca estruturada de informações entre os participantes do projeto. Seu objetivo é promover a compreensão clara dos processos, responsabilidades e benefícios do BIM ao longo de todo o ciclo de vida do empreendimento.

Para isso, é essencial que o plano contenha uma matriz de envolvidos, com nome, função e responsabilidades de cada integrante da equipe. Este favorece a fluidez da comunicação, evita falhas e fortalece a colaboração entre as partes.

Em projetos complexos, a integração da informação é indispensável para reduzir conflitos, otimizar cronogramas e melhorar a qualidade das entregas. Por isso, é recomendada a definição prévia dos meios de comunicação e colaboração entre Contratante e Contratada, podendo incluir e-mails, plataformas digitais, reuniões presenciais ou virtuais, entre outros.

A adoção de um CDE deve ser acordada formalmente no início da execução do contrato ou conforme a necessidade do projeto, garantindo integridade, segurança e acessibilidade das informações.

Também é importante planejar reuniões periódicas com definição clara de finalidade, frequência e metodologia. Isso permite o acompanhamento eficaz da execução contratual e assegura o alinhamento entre as partes. Nas reuniões de compatibilização, recomenda-se a presença do coordenador BIM, projetistas, orçamentistas e engenheiros da obra, conforme previsto no PEB.

Para essas reuniões, todos os modelos desenvolvidos pela contratada devem ser integrados em um modelo federado, que consolida todas as disciplinas e facilita a detecção de conflitos e a tomada de decisões. Essa prática assegura compatibilização eficiente, reduz riscos e garante a execução assertiva do empreendimento.

4.8 FERRAMENTAS BIM (SOFTWARES E VERSÕES)

A definição das ferramentas BIM é essencial para garantir a interoperabilidade entre as disciplinas e a integridade das informações no modelo federado. Ao especificar os *softwares*, versões e formatos de entrada e saída utilizados por cada equipe, é possível minimizar incompatibilidades e otimizar a integração no Ambiente Comum de Dados (CDE).

4.9 REQUISITOS DA MODELAGEM

Os requisitos para a modelagem BIM devem ser bem definidos, padronizados e alinhados aos objetivos do empreendimento, garantindo a interoperabilidade e a consistência das informações. Para isso, os modelos BIM de todas as disciplinas do projeto executivo devem incluir parâmetros de identidade, ou seja, informações associadas aos elementos, componentes e objetos do projeto. Esses dados serão utilizados na geração de planilhas de quantitativos e materiais, além de viabilizar a coordenação, o planejamento, a orçamentação e a gestão de manutenção e operação.

Para garantir a conformidade no processo de modelagem, as responsabilidades de consultores, subcontratados e fornecedores devem estar claramente estabelecidas em contrato, incluindo:

- Delimitação do escopo de modelagem;
- Cronograma de entregas;
- Formatos exigidos para arquivos e dados.

Esses requisitos formalizados asseguram o comprometimento legal de todas as partes na execução do BIM, proporcionando um fluxo de trabalho organizado, transparente e eficiente.

Um aspecto central nesse processo é a modelagem de registro, que representa as condições físicas, ambientais e os ativos de uma edificação. Esse modelo deve conter, no mínimo, as informações principais das disciplinas de Arquitetura, Estrutura e Instalações Prediais (MEP). Ele integra os modelos desenvolvidos ao longo do ciclo de vida do projeto (incluindo planejamento, construção, coordenação 4D e fabricação), consolidando-se no modelo *As-Built* a ser entregue ao proprietário ou gestor do ativo (Messner et al., 2019).

Além dos aspectos técnicos construtivos e de desempenho da edificação, devem ser considerados os requisitos específicos do processo BIM, como:

- Nível de Desenvolvimento do Modelo (LOD): que representa o detalhamento geométrico dos elementos;
- Nível de Informação (LOI): que especifica os atributos e dados associados a cada componente.

O LOI inclui características detalhadas dos objetos, como dimensões, materiais, códigos, fichas técnicas e outras informações relevantes (Zawada et al., 2024).

4.9.1 Nível de desenvolvimento (LOD)

O conceito de LOD (*Level of Development*) foi desenvolvido pelo *American Institute of Architects* (AIA) e descrito no guia do BIMForum (2016).

Inicialmente conhecido como Nível de Detalhamento (*Level of Detail*), o termo evoluiu para Nível de Desenvolvimento, com foco não apenas na representação gráfica, mas também na confiabilidade das informações do modelo (CBIC, 2016). O LOD trata de questões que surgem no uso do BIM como ferramenta de comunicação e colaboração, especialmente quando profissionais que não são os autores do modelo utilizam suas informações. Assim, ele funciona como uma referência clara e padronizada para indicar o conteúdo e a confiabilidade do modelo nas diferentes fases do projeto e da construção.

Os níveis de desenvolvimento são representados em escala progressiva que varia de 1 a 5 (MANZIONE, 2013), sendo:

- LOD100 (fase conceitual),
- LOD 200 (geometria aproximada),
- LOD 300 (geometria precisa),
- LOD 400 (execução);
- LOD 500 (obra concluída).

O guia de Santa Catarina, Secretaria de Estado do Planejamento (2015), relaciona as etapas de projeto aos níveis de desenvolvimento da seguinte forma:

ND 100 – Definição do produto – Estudo Preliminar (EP);

ND 200 – Definição do produto – Anteprojeto (AP);

ND 300 – Definição do produto – Projeto Legal (PL);

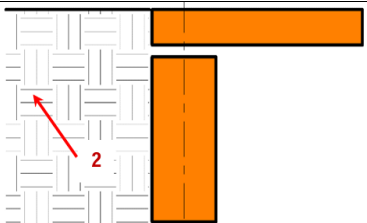
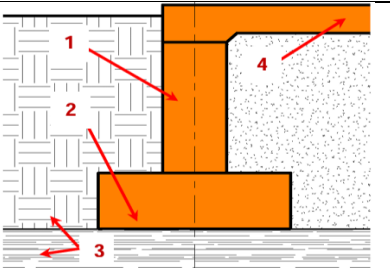
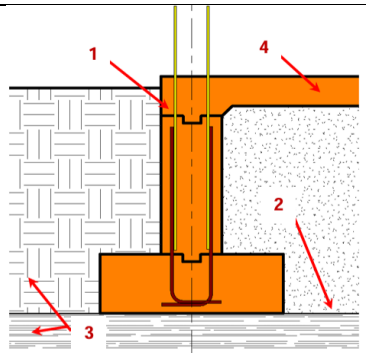
ND 350 – Identificação e solução de interfaces – Projeto Básico (PB);

ND 400 – Projeto de detalhamento de especialidades – Projeto Executivo (PE);

ND 500 – Pós-entrega da obra – Obra concluída (*As Built*).

É importante não confundir o LOD com o Nível de Desenvolvimento (ND), que representa o progresso global do projeto ao longo do tempo. Enquanto o LOD foca na precisão geométrica e informacional dos modelos, o ND abrange também a maturidade, a confiabilidade das informações e o avanço das decisões em cada fase. O LOD, por sua vez, é parte integrante dessa avaliação e normalmente inicia-se a partir do nível 100. A título de exemplo, o Quadro P 8 apresenta um modelo de ND aplicado ao elemento fundação tipo sapata rasa.

Quadro P 8 - Nível LOD fundação

ND100	ND200	ND300
Representação esquemática genérica. Suporte da fundação inferido a partir de outros elementos (ex: piso ou massas). Sem distinção de tipo ou material. Volume genérico. Camada representando profundidade estrutural assumida.	 Modelagem genérica da fundação com base em informações geotécnicas iniciais. Forma, tamanho, localização e orientação aproximados. Modelagem da fundação de parede e terreno genérico com dados de relatório geotécnico.	 Modelagem precisa de fundações com dimensões exatas e geometrias reais. Tamanho, forma e geometria do elemento. Inclui superfícies inclinadas, dimensões externas e elevação do estrato geotécnico. Regiões geotécnicas para contexto (sem detalhamento).
ND350	N400	
	Modelagem detalhada para fabricação e construção. Elementos como armaduras, ganchos, sobreposições, chanfros, acabamentos, marcações de alvenaria e impermeabilização. Representa o objeto real conforme	

Fonte: Elaborada pela autora (2025), adaptado de LOD *Specification* 2016, BIMForum. Disponível em <http://bimforum.org/lof/>.

Para garantir a padronização e a clareza das informações, todos os arquivos de modelos BIM devem seguir uma nomenclatura unificada, com termos, definições e simbologias padronizados. Nesse contexto, um sistema de classificação torna-se essencial para minimizar perdas de informação durante as trocas de dados, evitar interpretações dúbias e facilitar a interoperabilidade entre diferentes sistemas informatizados (ABDI-MDIC, 2017).

Dessa forma, a norma brasileira NBR 15.965 (2011) – Sistemas de Classificação da Informação da Construção apresenta diretrizes para a terminologia e a estrutura de classificação aplicadas à tecnologia de modelagem da informação da construção, garantindo maior eficiência na indústria brasileira de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC).

Além disso, a correta identificação das entidades do projeto, incluindo anotações e demais elementos essenciais conforme a disciplina correspondente, é fundamental para assegurar a integridade do modelo. Essa estruturação aprimora a organização dos dados e contribui para a qualidade do projeto em todas as fases do ciclo de vida da edificação.

4.10 CRONOGRAMA DO PROJETO

O cronograma do Plano de Execução BIM (PEB) deve organizar as fases do projeto, especificando os prazos e as entregas vinculadas à modelagem, compatibilização e gestão das informações BIM. A sua estruturação assegura que todas as partes envolvidas tenham um planejamento claro e sigam um fluxo de trabalho coordenado

4.11 Fluxograma de trabalho

Na fase de pré-contrato, a contratante pode apresentar um fluxograma geral de referência. Após a formalização, a contratada deve detalhá-lo utilizando a metodologia BIM, evidenciando etapas, responsabilidades e interações entre as partes.

4.12 Controle de qualidade

O controle de qualidade é um processo essencial para garantir que todos os envolvidos no projeto atendam aos requisitos estabelecidos. Para isso, deve ser planejado, implementado e monitorado ao longo de toda a execução do projeto.

Cada empresa deve designar um coordenador de modelo, responsável pela qualidade em sua respectiva disciplina. Esse profissional realizará verificações internas de consistência e conformidade técnica e revisões comparativas entre seu escopo e os das demais disciplinas.

A frequência das verificações internas será definida pelo responsável pelo modelo BIM de cada equipe, enquanto as verificações entre modelos deverão ser acordadas coletivamente entre os membros das diferentes equipes envolvidas no processo.

O Quadro P 9 apresenta requisitos para o gerente BIM ou o coordenador da disciplina revisar o projeto.

Quadro P 9 - Requisitos para revisão de projetos

Tipo de verificação técnica	Objetivo	Responsável
Verificação visual	Garantir que os componentes e objetos foram corretamente inseridos no projeto.	Gerente BIM ou coordenador da disciplina.
Deteção de interferências	Identificar inconsistências geométricas entre os modelos,	Gerente BIM ou coordenador da disciplina.
Conformidade com padrões	assegurar que o modelo segue as normas e padrões estabelecidos	Gerente BIM ou coordenador da disciplina.
Validação de elementos	Verificar se os conjuntos estão corretamente definidos.	Gerente BIM ou coordenador da disciplina.
Verificação de dados	Garantir que todos os elementos do modelo contenham informações corretas e os dados mínimos necessários para a fase de desenvolvimento em que se encontram.	Gerente BIM ou coordenador da disciplina.
Revisão geral do modelo	Assegurar que o modelo está de acordo com os critérios e padrões acordados entre as equipes, a construtora e o contratante.	Gerente BIM ou coordenador da disciplina.

Fonte: Elaborado pela autora (2025), adaptado da (CBIC,2016).

Além disso, conforme a AsBEA (2015), deve-se realizar a checagem de interferências para identificar conflitos entre disciplinas e garantir a compatibilização eficiente do projeto.

4.13 Entregáveis do projeto

Para projetos desenvolvidos pela contratada, é indispensável fornecer os arquivos no formato especificado pela contratante ou em formatos equivalentes, priorizando sempre, quando possível, o uso do padrão IFC. Além disso, a entrega dos projetos deve incluir uma matriz de entregáveis, contendo informações detalhadas sobre a identificação dos produtos, a especificação dos formatos exigidos pelo contratante e os dados dos responsáveis técnicos pelo projeto e pelo controle de qualidade.

Nesse contexto, cada entrega no BIM é composta por um conjunto de elementos do modelo digital, que representam as características físicas e funcionais dos componentes reais da edificação. Esses elementos incluem tanto informações geométricas quanto atributos não geométricos, podendo ser progressivamente detalhados conforme o avanço do projeto (BCA, 2013). Dessa forma, o cumprimento dos padrões exigidos e o fornecimento estruturado dos dados garantem a interoperabilidade entre plataformas e a qualidade da informação ao longo de todo o ciclo de vida do empreendimento.

5 CONTRATAÇÃO BIM

O processo de contratação é uma etapa fundamental tanto para instituições públicas quanto privadas, abrangendo a aquisição de projetos, serviços de engenharia e arquitetura, e a execução das obras. Ele começa com a identificação de uma necessidade ou oportunidade que o empreendimento deve atender. A partir disso, são definidos objetivos claros que orientam as fases seguintes do planejamento e da execução (BIM Fórum BR, 2023).

Para uma contratação eficiente, é essencial que contratantes e contratados estejam preparados. O contratante deve estabelecer objetivos precisos para o uso do BIM, com alocação adequada de recursos financeiros, técnicos e humanos para sua efetiva implementação (ABDI-MDIC, 2017a). Porém, muitas instituições contratam projetos BIM sem compreender plenamente suas implicações, o que pode levar à ausência de infraestrutura e qualificação técnica. Como o BIM exige integração entre equipes e mudanças nas práticas de trabalho, a capacitação contínua e a gestão estruturada são indispensáveis. Nesse contexto, a definição de um Plano de Execução BIM (PEB) torna-se um instrumento essencial no processo de contratação.

O PEB, ou BIM *Execution Plan* (BEP), é um documento estratégico que orienta diretrizes, padrões e fluxos de trabalho, integrando todos os agentes envolvidos. Segundo Messner et al. (2019), o PEB deve ser elaborado desde as fases iniciais do projeto, funcionando como um guia de colaboração e uso adequado da tecnologia. Esse plano deve ser continuamente revisado e atualizado ao longo do projeto, garantindo alinhamento com suas demandas.

Para o sucesso da implementação, contratante e contratada devem ter clareza sobre as etapas do projeto. O contratante define o que será entregue, como será feito, quando e sob quais critérios será analisado. A contratada, por sua vez, apresenta a estratégia para atender a esses requisitos, com processos bem definidos.

De acordo com a ABNT NBR ISO 19650-2:2022, os requisitos para entrega contratual devem estar bem definidos, com foco na troca estruturada de informações. A contratação BIM pode ser dividida em duas etapas:

- Pré-contrato: o PEB é elaborado pelo contratante, especificando os Requisitos de Informação do Empreendimento (EIR), fluxos de trabalho e expectativas. Esse documento pode ser anexado ao edital da licitação.
- Pós-contrato: o PEB é detalhado pela contratada, apresentando sua estrutura, metodologia e entregas, alinhadas aos requisitos previamente definidos.

Conforme o projeto evolui, o PEB deve ser ajustado e enriquecido com as informações produzidas. Ao final, ele deve refletir todo o histórico de decisões, ajustes e aprendizados, garantindo rastreabilidade e servindo como base para futuras iniciativas.

A Figura P 3 representa a estrutura da entrega de informações conforme as fases do projeto:

Figura P 3 - Esboço de entregáveis das etapas contratual Design-Build



Fonte: Elaborado pela autora (2025), com base no BIM Fórum Brasil (2023) e Caderno BIM – Governo do Paraná (2022).

Na prática, a contratante poderá definir apenas um conjunto reduzido de requisitos, com foco nos Requisitos de Informação do Ativo (AIR). Isso evita a complexidade de exigir todos os Requisitos de Troca de Informação (EIR), concentrando-se nas informações essenciais para o acompanhamento da obra e a elaboração do Modelo de Informação do Ativo (AIM).

A definição clara dos requisitos e a capacitação das equipes são cruciais para o pleno aproveitamento do BIM como ferramenta estratégica. O uso do BIM pode ser adotado como requisito obrigatório na contratação de serviços, promovendo melhor qualidade das obras, redução de custos operacionais e incentivo à inovação nos Institutos Federais.

6 MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO BIM

Os edifícios públicos representam mais do que espaços físicos: são símbolos de governança, cidadania e prestação de serviços essenciais. Por isso, exigem uma gestão eficiente que integre aspectos técnicos, econômicos, sociais e ambientais.

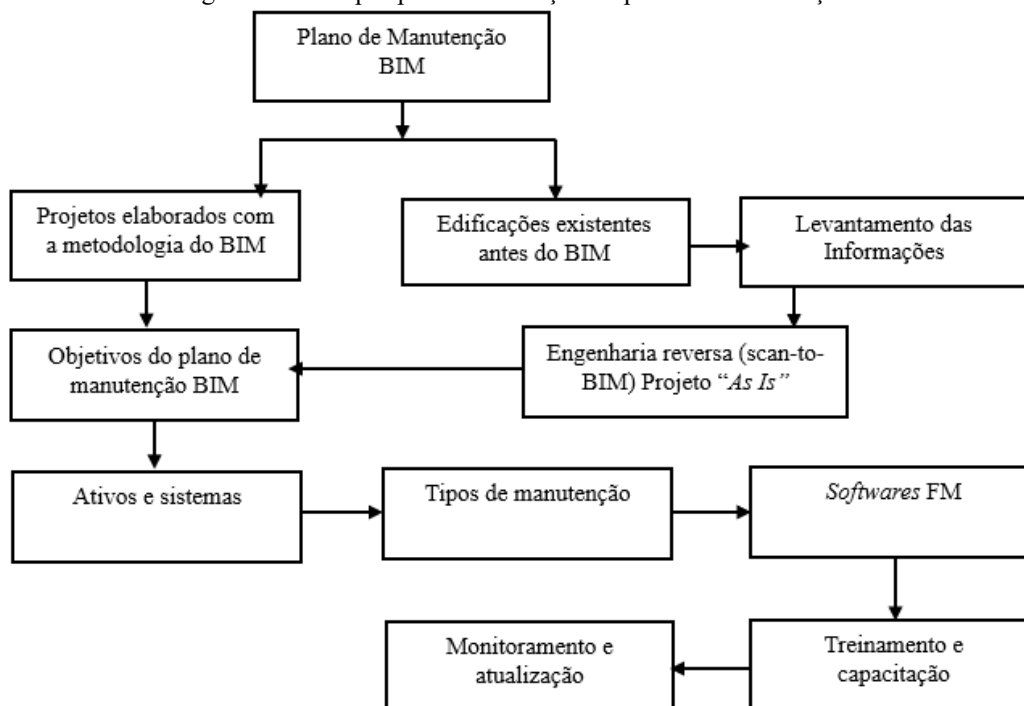
A conservação do patrimônio público é fundamental para assegurar a longevidade e a eficiência das edificações, evitando a deterioração precoce, os altos custos de manutenção e a carência de dados atualizados sobre os ativos (Pavón; Arcos Álvarez; Alberti, 2020).

Para isso, os setores responsáveis pelo *Facility Management* (FM) devem adotar sistemas eficazes, capazes de prolongar a vida útil das edificações e garantir seu desempenho (Brasil, 2020a). Nesse cenário, a metodologia BIM-FM tem sido aplicada de duas formas:

1. Para edificações existentes: por meio da criação de modelos digitais para estruturar informações relevantes à gestão e manutenção.
2. Para novos projetos: com a incorporação, desde a concepção, de dados úteis à operação e manutenção.

A Figura P 4 ilustra as etapas para a elaboração desse plano, destacando o papel do BIM desde a concepção até a operação. A antecipação dessas informações na fase de projeto está alinhada à ABNT NBR 15575-1 (2013), que relaciona a durabilidade da edificação ao uso correto e à manutenção periódica.

Figura P 4 - Etapas para a elaboração do plano de manutenção BIM



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

6.1 PROJETO ELABORADO COM A METODOLOGIA BIM

Um projeto BIM eficaz para o FM deve conter informações claras, organizadas e integradas, que viabilizem a operação, a manutenção e a gestão do edifício durante todo o seu ciclo de vida. Essa abordagem permite ganhos em eficiência, economia e previsibilidade nas intervenções.

6.1.1 Modelagem e Nível de Detalhamento Adequado (LOD)

- O modelo deve apresentar um nível de desenvolvimento (LOD) adequado ao uso em FM, incluindo elementos como paredes, pisos, sistemas elétricos, hidráulicos, telhados, calhas, HVAC (aquecimento, ventilação e ar-condicionado), mobiliário e equipamentos.
- Cada objeto deve conter dados como vida útil, fabricante, manuais, garantias e histórico de manutenção.
- A modelagem deve permitir interoperabilidade entre sistemas, facilitando a extração e o uso das informações.

6.1.2 Banco de Dados e Parâmetros de FM

O modelo BIM deve estar vinculado a um banco de dados estruturado, contendo informações essenciais como:

- Materiais e especificações técnicas.
- Manuais e planos de manutenção.
- Dados de consumo energético e desempenho.
- Registros de inspeções, certificações e conformidades.
- Histórico de manutenções e custos.

6.1.3 Fatores que influenciam o desempenho da edificação

Diversos fatores impactam o desempenho ao longo da vida útil da edificação:

- Exigências dos usuários, consideradas na fase de projeto.
- Boas práticas de uso e manutenção, adotadas durante a operação.
- Condições ambientais, como temperatura, umidade e isolamento térmico.

6.2 EDIFICAÇÕES PROJETADAS ANTES DA METODOLOGIA BIM

Muitas edificações dos IFs foram concebidas antes da adoção da metodologia BIM. Para inseri-las na lógica da manutenção digital, é necessário criar modelos atualizados do tipo *As Is* BIM, utilizando técnicas de engenharia reversa como o *Scan-to-BIM*. Esse processo converte nuvens de pontos, obtidas por escaneamento 3D ou fotogrametria, em modelos digitais compatíveis com FM (Wang; Guo; Kim, 2019).

A coleta de dados pode ser complementada com:

- Fotogrametria e escaneamento 3D;
- Documentação técnica existente;
- Levantamentos manuais (*in loco*).

Essa digitalização possibilita um plano de manutenção estruturado, alinhado às normas vigentes, garantindo integridade, segurança e redução de custos operacionais.

6.2.1 BIM no *Facility Management* (FM)

Um avanço significativo na gestão dos edifícios públicos é a utilização de informações estruturadas pelo BIM, integradas a bancos de dados compatíveis. Segundo Santos (2022), essa integração possibilita melhorias significativas em diversas práticas de *Facility Management* (FM), como:

- Comissionamento e encerramento: garante a transição dos dados do projeto para a operação, assegurando que os sistemas estejam configurados corretamente.
- Controle de qualidade: viabiliza o monitoramento da conformidade técnica dos materiais e do desempenho esperado.
- Gestão de energia (EMS): permite acompanhar o consumo energético e implementar ações de eficiência.
- Manutenção e reparo (CMMS): centraliza o histórico de manutenção e facilita intervenções programadas.
- Gerenciamento de espaço: otimiza a ocupação conforme as necessidades institucionais.

Assim, a interoperabilidade entre plataformas torna-se um fator indispensável para o sucesso da gestão de FM. Essa integração é viabilizada por padrões como IFC (Industry Foundation Classes) e COBie (Construction-Operations Building Information Exchange), que permitem a troca estruturada de dados entre diferentes sistemas, otimizando os processos de operação e manutenção dos ativos.

O IFC, gerenciado pela *buildingSMART* International, é um modelo de dados padronizado que facilita a troca e gestão de informações ao longo do ciclo de vida de uma edificação, promovendo a interoperabilidade entre diferentes softwares e disciplinas da construção (Algayer, 2019).

O COBie, criado pelo National BIM Standard (NBIMS), organiza e compartilha informações sobre uma edificação desde a fase de construção até a operação e manutenção. Esse formato possibilita o armazenamento estruturado dos dados de manutenção, formando uma base valiosa de documentação das instalações (Eastman et al., 2014).

Na prática, o COBie permite o registro e a consulta de dados não geométricos, que podem ser acessados por meio de arquivos IFC STEP, IFC XML ou planilhas em formato XML (BIM Dictionary, 2019; Santos, 2022; Chen et al., 2018). Esses formatos abertos e neutros facilitam a captura e o intercâmbio de informações, permitindo seu uso em softwares de projeto, construção e manutenção, além de possibilitar análises, classificações e edições intuitivas

(Borrelli; Scheer, 2022). Desde sua implementação, o COBie tem aprimorado a gestão de edificações ao possibilitar que projetistas e empreiteiros armazenem e compartilhem informações essenciais de forma organizada, aumentando a eficiência das atividades de operação e manutenção de edifícios públicos (Eastman et al., 2014).

Objetivos do plano de manutenção

O plano de manutenção BIM para Institutos Federais tem como principais objetivos:

- Tomada de decisão baseada em dados;
- Gestão eficiente dos ativos;
- Otimização da manutenção preventiva e corretiva;
- Redução de custos operacionais;
- Segurança e conformidade com normas;
- Sustentabilidade e eficiência energética;
- Modernização das infraestruturas.

6.4 ATIVOS E SISTEMAS

O plano de manutenção abrange diversos ativos e sistemas essenciais para a operação, segurança e conservação das edificações. Nos Institutos Federais (IFs) e demais instituições públicas, esses ativos podem ser classificados da seguinte forma:

6.4.1 Estrutura e Envoltória

- Fundações e estruturas (lajes, vigas, pilares), paredes, pisos e revestimentos, coberturas, telhados e esquadrias.

6.4.2 Sistemas Prediais

- Sistemas Hidrossanitário;
- Sistemas Elétrico;
- Sistema Climatização (HVAC);
- Sistema Gás e Combate a Incêndio;
- Sistema Segurança e Acessibilidade;
- Infraestrutura Externa.

6.4.3 Equipamentos e Mobiliário

- Elevadores e escadas rolantes;
- Equipamentos laboratoriais e tecnológicos;
- Mobiliário Institucional.

6.4.4 Sustentabilidade e Eficiência Energética

- Sistemas fotovoltaicos;
- Aproveitamento de águas pluviais;
- Iluminação e ventilação natural.

6.5 TIPOS DE MANUTENÇÃO

- Preventiva: realizada periodicamente para evitar falhas e garantir desempenho.
- Corretiva: executada após a falha, com ações planejadas ou emergenciais.
- Preditiva: baseada no monitoramento contínuo, antecipando falhas por meio de sensores e análises.

6.6 *SOFTWARES* FM

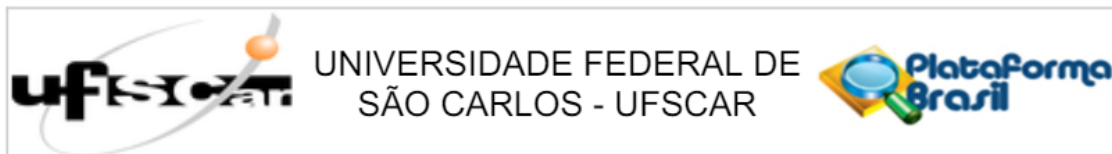
Os softwares de FM permitem acompanhar ordens de serviço, gerenciar ativos e espaços, planejar manutenções e otimizar recursos. O Quadro P 10 apresenta alguns exemplos.

Quadro P 10 - *Softwares para Facility Management (FM)*

Software	Finalidade principal	Características e aplicação	Referências
Archibus	Gestão integrada de ativos e manutenção	Suporte a operações, espaço, manutenção e sustentabilidade	Archibus (2023)
Planon	Gerenciamento de espaços e infraestrutura	Foco em eficiência operacional, integração com BIM	Planon (2023)
IBM TRIRIGA	Plataforma de gestão de instalações e imóveis	BI, planejamento de espaço, manutenção e sustentabilidade	IBM (2023)
FM:Systems	Gerenciamento de espaços e ocupação	Compatível com Revit, integra-se ao BIM para gestão visual	FM:Systems (2023)
iTWO fm	Gestão patrimonial e manutenção predial	Suporte ao ciclo de vida completo da edificação	RIB Software (2022)
Maximo Application Suite	Gestão de ativos, manutenção e inspeções	Plataforma robusta para integração com IoT e BIM	IBM (2023)
ManWinWin	Gestão de manutenção de equipamentos e instalações	Foco em manutenções preventiva e corretiva, multiplataforma	ManWinWin Software (2023)

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Em síntese, os conceitos apresentados neste material têm a função de apoiar a elaboração e a aplicação do Protocolo de Implementação do BIM, oferecendo subsídios teóricos e assegurando o alinhamento às boas práticas.

ANEXO A - PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DA EMENDA**

Título da Pesquisa: BUILDING INFORMATION MODELING (BIM): DESENVOLVIMENTO DE UM PROTOCOLO DE IMPLEMENTAÇÃO DO BIM EM INSTITUTOS FEDERAIS DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Pesquisador: LUCIMAR DE SOUZA E PAULA

Área Temática:

Versão: 6

CAAE: 73828223.7.0000.5504

Instituição Proponente: Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita apreciação da CONEP:

Não

SAO CARLOS, 17 de Junho de 2024

Assinado por:
Sonia Regina Zerbetto
(Coordenador(a))