UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO
ESCOLA POLITÉCNICA DE PERNAMBUCO
Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil

PAULA DOS SANTOS CUNHA BOUMANN

DIRETRIZES PARA A GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO COM USO DE BIM NO SETOR PÚBLICO EM PERNAMBUCO

Recife, PE
2024

UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO
ESCOLA POLITÉCNICA DE PERNAMBUCO
Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil

PAULA DOS SANTOS CUNHA BOUMANN

DIRETRIZES PARA A GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO COM USO DE BIM NO SETOR PÚBLICO EM PERNAMBUCO

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil, da Escola Politécnica de Pernambuco da Universidade de Pernambuco para obtenção do título de Mestre em Engenharia.

Área de Concentração: Construção Civil

Orientadora: Prof.ª. Drª. Bianca M. Vasconcelos

Coorientador: Prof. Dr. Silvio Burrattino Melhado

Recife, PE
2024

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Universidade de Pernambuco

Boumann, Paula dos Santos Cunha
B764d Diretrizes para a gestão do processo de projeto com uso de BIM no setor público em Pernambuco. / Paula dos Santos Cunha Boumann. – Recife: UPE, Escola Politécnica, 2024.

159 f. il.
Inclui apêndices

Orientadora: Profa. Dra. Bianca Maria Vasconcelos
Coorientador: Prof. Dr. Sílvio Burrattino Melhado

Dissertação (Mestrado – Construção Civil) Universidade de Pernambuco, Escola Politécnica de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2024.

1. BIM. 2. Projetos. 3. Gestão Pública. 4. Construção. 5. Inovação. I. Construção Civil – Dissertação. II. Vasconcelos, Bianca Maria (orient.). III. Melhado, Silvio Burrattino (coorient.). IV. Universidade de Pernambuco, Escola Politécnica, Mestrado em Construção Civil. V. Título.

CDD: 690.028 – 23. ed.
Eliane Leitão – CRB4/827

PAULA DOS SANTOS CUNHA BOUMANN

DIRETRIZES PARA A GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO COM USO DE BIM NO SETOR PÚBLICO EM PERNAMBUCO

BANCA EXAMINADORA:

Orientadora

Documento assinado digitalmente
BIANCA MARIA VASCONCELOS VALERIO
Data: 01/07/2024 13:16:34-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Profa. Dra. Bianca Maria Vasconcelos Valério
Universidade de Pernambuco

Coorientador

Documento assinado digitalmente
SILVIO BURRATTINO MELHADO
Data: 03/07/2024 16:09:19-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. Silvio Burrattino Melhado
Universidade de São Paulo

Examinadores

Documento assinado digitalmente
ALBERTO CASADO LORDSLEEM JUNIOR
Data: 08/07/2024 14:53:36-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. Alberto Casado Lordsleem Júnior
Universidade de Pernambuco

Documento assinado digitalmente
RACHEL PEREZ PALHA
Data: 09/07/2024 09:50:39-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Profa. Dra. Rachel Perez Palha
Universidade Federal de Pernambuco

Recife-PE
2024

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser o Senhor da minha vida; a Ele devo minha eterna gratidão pela coragem, determinação e motivação de todos os dias.

Agradeço imensamente à coordenação e supervisão da minha orientadora, Profa. Dra. Bianca Maria Vasconcelos, por acreditar no meu tema desde o início, por todo conhecimento a mim dispensado e por sua generosidade.

Aos demais professores do Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil (PEC), em especial ao meu co-orientador, Prof. Dr. Silvio Burrattino Melhado. Todos fizeram parte da construção desse conhecimento. À banca examinadora, que tanto me auxiliou com sugestões, disponibilidade de tempo e atenção; Profa. Dra. Rachel Perez Palha e Prof. Dr. Alberto Casado, os meus mais sinceros agradecimentos pelas importantes contribuições.

Agradeço à Instituição de que faço parte, a Caixa Econômica Federal, através da qual compreendemos a realidade e as necessidades do setor público nos municípios pernambucanos. A todos os profissionais que responderam a nossa pesquisa, meus sinceros agradecimentos por sua contribuição à ciência e ao desenvolvimento regional.

Aos meus familiares pela rede de apoio, compreensão e parceria, permitindo-me acumular multitarefas e realizar o sonho de ampliar meus conhecimentos acadêmicos.

Aos meus filhos Luís, Marco e Pedro, agradeço pela compreensão em tantos momentos que abrimos mão de estarmos juntos para que eu pudesse desenvolver este trabalho. A vocês eu dedico este resultado para que entendam, desde cedo, que a busca pelo conhecimento é ilimitada e atemporal.

RESUMO

A melhoria da qualidade das obras no setor público é uma preocupação atual e mundial. Esse incremento pode ser precedido pelas inovações de projeto e planejamento, e nesse âmbito, o uso do *Building Information Modelling* (BIM) tem sido alvo de abordagens sob diversas perspectivas. No contexto global, é possível detectar que países desenvolvidos obtiveram êxito em iniciativas para implementação BIM; em alguns casos tornando seu uso obrigatório, o que levou pesquisadores a estudarem as estratégias para o avanço em outras nações. Já no setor público, em função da necessidade de modernização de processos, o BIM pode se apresentar como uma tecnologia útil para fomentar a inovação no setor e a consequente melhoria em seus processos de projeto. Considerando os esforços, no Brasil, para adoção dessa tecnologia, inclusive com incentivos governamentais, faz-se necessário realizar diagnóstico de maturidade, especificamente no setor público, de modo a concluir sobre suas necessidades, e assim propor direcionamentos para melhor desenvolvimento. Considerando tal contexto, o presente trabalho consta o objetivo de levantar um guia para Implementação BIM destinado aos municípios pernambucanos, cujas diretrizes estejam apoiadas no diagnóstico qualitativo do setor. Para tanto, foi realizada uma revisão sistemática da literatura, com abordagem quali-quantitativa, que acompanhou as diretrizes do PRISMA. Em seguida, foi desenvolvida uma pesquisa de opinião com os desenvolvedores de projeto do setor, fazendo uso de um instrumento de coleta (*google form*) fundamentado em investigações anteriores e na própria RSL. Essa atividade foi direcionada aos profissionais ligados a desenvolvimento de projetos e gestores das prefeituras pernambucanas, com foco na gestão do processo de projeto. A amostra foi determinada segundo metodologia estatística, sendo calculado um número mínimo de vinte e cinco respostas para as quais se obteve atendimento, uma vez que foram coletadas cinquenta e oito respostas durante o período de disponibilidade do formulário. Como resultados, as análises quantitativas e qualitativas da RSL foram realizadas mostrando que a dimensão “processos e pessoas” é o fator mais crítico, com ênfase na dificuldade de mudança de cultura e treinamento. Em relação à pesquisa de opinião, os dados quantitativos dessa investigação foram tratados por meio da estatística clássica e as análises de conteúdo realizadas conforme o método de Bardin. Os resultados da pesquisa de opinião fundamentaram um diagnóstico da maturidade BIM no setor público pernambucano, no que diz respeito ao desenvolvimento do processo de projeto, sob a perspectiva do usuário. Como produto resultante da pesquisa, um guia foi sugerido para uso pelos municípios pernambucanos e seus consórcios regionais, de modo a orientar e sensibilizar os gestores e equipes municipais nesses entes públicos. Espera-se que o produto desta pesquisa sirva de subsídio para futuras políticas públicas de fomento ao uso de BIM, e que as diretrizes permitam aos entes públicos planejarem suas estratégias de implementação, visando à melhoria dos projetos e melhor efetividade nas obras.

Palavras-chave: BIM. Projetos. Gestão pública. Construção. Inovação.

ABSTRACT

Improving the quality of buildings in the public sector is a current worldwide concern. This improvement in works can be preceded by design and planning innovations, and within this scope, the use of Building Information Modelling (BIM) technology has been approached from various perspectives. On a global scale, it's noticeable that developed countries have succeeded in initiatives to implement BIM, in some cases making its use mandatory, leading researchers to study strategies for advancement in other nations. In the public sector, due to the need for process modernization, BIM can present itself as a useful technology to foster innovation in the sector and consequently improve its design processes. Considering efforts in Brazil to adopt this technology, including governmental incentives, it is necessary to conduct a maturity diagnosis, specifically in the public sector, to conclude on the sector's needs and propose directions for further development. In this context, this study aims to propose a guide for BIM Implementation aimed at municipalities in Pernambuco, whose guidelines are supported by a qualitative diagnosis of the sector. To achieve this, a systematic literature review was conducted, with a qualitative-quantitative approach, following PRISMA guidelines. Subsequently, an opinion survey was carried out with design professionals in the sector, using a data collection instrument (Google Form) based on previous research and the RSL itself. The survey was targeted at professionals involved in project development and managers of Pernambuco municipalities, focusing on design management. The sample was determined according to statistical methodology, with a minimum of 25 responses calculated and met, as 58 responses were collected during the period the form was available. As a result, quantitative and qualitative analyses of RSL were conducted, showing that the "processes and people" dimension is the most critical factor, with an emphasis on the difficulty of changing culture and training. Regarding the opinion survey, the quantitative data were analyzed using classical statistics, and the content analyses were conducted according to Bardin's method. The results of the opinion survey supported a diagnosis of BIM maturity in the public sector of Pernambuco, concerning the development of the project process from the user's perspective. As a product resulting from the research, a guide was suggested for use by Pernambuco municipalities and their regional consortia, to guide and sensitize managers and municipal teams in these public entities. It is expected that the product of this research will serve as a subsidy for future public policies to promote the use of BIM and that the guidelines will allow public entities to plan their implementation strategies, aiming for design improvement and better effectiveness in consttruction works.

Keywords: *BIM. Design. Public Management. Consttruction. Innovation*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Exemplo de modelo 3D 19
Figura 2- Fundamentos do BIM 21
Figura 3- Índices de produtividade da mão de obra para atividades de manufatura, construção pré-fabricada e construção in loco 21
Figura 4- Curva de Macleamy 23
Figura 5- Fluxo da informação com o paradigma tradicional de projetos 24
Figura 6 – Engenharia sequencial x Engenharia simultânea 25
Figura 7- Níveis de maturidade BIM 26
Figura 8- Estrutura conceitual da gestão do processo de projeto colaborativo com o uso do BIM 28
Figura 9- Plano de Implementação BIM 31
Figura 10- Plano de Execução BIM 32
Figura 11- Matriz de maturidade BIM no Reino Unido 35
Figura 12- Atores líderes do BIM no Reino Unido 36
Figura 13- Na sua opinião, o quanto você acha que o BIM está presente no mercado brasileiro? 39
Figura 14- (a) A implantação do BIM foi viável financeiramente para a empresa? (b) Quanto tempo foi necessário para se obter o retorno do investimento? 39
Figura 15- Causas de paralisações de obras brasileiras 46
Figura 16- Fluxograma de pesquisa 52
Figura 17 - Estruturação do questionário de pesquisa com base nos fundamentos BIM 57
Figura 18- Diagrama de estruturação do Guia BIM 63
Figura 18- Diagrama PRISMA 66
Figura 20- Eficiência das bases 66
Figura 21- Período de publicação 66
Figura 22- Mapa de calor dos países de aplicação da pesquisa 67
Figura 23- Nuvem de palavras-chave consolidada 68
Figura 24 - Subsetor da Construção Civil objeto dos estudos selecionados 68
Figura 25 - Vinculação dos fatores críticos às estratégias de mitigação 75
Figura 26 - Distribuição dos respondente nos municípios do Estado de Pernambuco 77
Figura 27- Atuação dos respondentes da pesquisa 77
Figura 28 - Tipos de projeto onde houve modelagem em BIM 78

Figura 29 - Disciplinas que participaram da modelagem em BIM.....79
Figura 30 - Softwares mais utilizados nos processos BIM.....79
Figura 31 - Perfil dos respondentes 80
Figura 32 - Autoavaliação quanto ao nível de desenvolvimento da instituição 81
Figura 33 - Pontos críticos que dificultam a implementação do BIM.....81
Figura 34 - A instituição investiu na modernização do parque tecnológico para uso da tecnologia?.....82
Figura 35 - Como a instituição garante/verifica a infraestrutura tecnológica e qualificação BIM de seus fornecedores e/ou subcontratados?.....83
Figura 36 - Quanto ao processo de projeto da instituição 83
Figura 37 - O trabalho é feito de maneira colaborativa? 84
Figura 38 - São feitos processos de detecção de conflitos e/ou interferência no modelo BIM4 84
Figura 39 - Existe um PIB (Plano de Implementação BIM) estruturado na organização com metas factíveis?.....85
Figura 40 - Como a organização se enxerga trabalhando com BIM nos próximos 5 anos? 85
Figura 41 - Você acredita que o BIM resultará na melhoria das práticas de construção nos próximos 5 anos?.....86
Figura 42 - Na sua opinião, como se caracteriza o processo de projetos para o setor público atualmente?.....86

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Portfólio das principais ferramentas BIM 33
Quadro 2- Fluxograma da pesquisa 54
Quadro 3 - Fatores críticos para uso de BIM..... 69
Quadro 4- Estratégias de sucesso, mitigação ou lições aprendidas 73
Quadro 5 - Pontos críticos para implementação BIM segundo os respondentes..... 82

LISTA DE SIGLAS

ABDI	Associação Brasileira de Desenvolvimento Industrial
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AECO	Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação
BAF	BIM Academic Forum
BID	Banco Interamericano de Desenvolvimento
BIM	Building Information Modeling
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CDE	Common Data Environment
CEDURP	Companhia de Desenvolvimento Urbano da Região do Porto do Rio de Janeiro
CEF	Caixa Econômica Federal
CEP	Controle Estatístico do Processo
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CGU	Controladoria Geral da União
CIC	Conselho da Indústria da Construção
COBIE	Construction Operations Buidings Information Exchange
GSA	General Service Administration
IFC	Industry Foundation Classes
INPI	Instituto Nacional de Propriedade Industrial
LOD	Level of Development
NBIMS	National Building Information Modeling Standard
PEB	Plano de Execução BIM
PIB	Plano de Implementação BIM
PRISMA	Principais Itens para Relatar Revisões Sistemáticas e Meta-análises
RSL	Revisão Sistemática de Literatura
TCU	Tribunal de Contas da União

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 12

1.1 Contextualização 12

1.2 Objetivos 17

1.2.1 Objetivo Geral 17

1.2.2 Objetivos Específicos 17

1.3 Estruturação do Trabalho 17

2 REFERENCIAL TEÓRICO 19

2.1 Modelagem da Informação da Construção 19

2.2 Trabalho colaborativo e Engenharia simultânea 23

2.3 Níveis de maturidade BIM 26

2.4 Processo de projeto e Gestão em BIM 28

2.5 Implementação e Execução do BIM – PIB e PEB 30

2.6 Ferramentas, principais tecnologias e aplicativos 33

2.7 O desenvolvimento do BIM no contexto mundial 34

2.7.1 Estados Unidos 34

2.7.2 Reino Unido 35

2.7.3 Noruega 37

2.7.4 China 37

2.7.5 Brasil 38

2.7.6 Incentivos legais e governamentais ao BIM no Brasil 40

2.8 As obras de Engenharia no setor público brasileiro 42

2.9 Obras inacabadas e obras paralisadas 45

2.10 O BIM no contexto das obras públicas 48

3 METODOLOGIA 50

3.1 Delineamento da pesquisa 50

3.2 Materiais e métodos 53

3.2.1 Revisão sistemática da literatura 53

3.2.2 Pesquisa experimental 56

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES 64

4.1 Revisão sistemática de literatura - RSL 64

4.1.1 Resultados Quantitativos 65

4.1.2 Resultados Qualitativos 69

4.2 Pesquisa de opinião 76

4.3 Guia para implementação BIM nos municípios em Pernambuco 86

5 CONCLUSÕES 89

REFERÊNCIAS **93**
APÊNDICES **104**

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

O fortalecimento dos municípios se reflete no desenvolvimento de todo o País e é inegável que esse passe pela inovação nos serviços públicos (Rizardi *et al.*, 2022). No momento em que se coloca a gestão pública em primeiro lugar, está se pensando no cidadão e no seu convívio em sociedade. É na esfera pública que estão evidentes os problemas de saúde, educação, segurança e todos os outros com reflexo direto sobre a vida coletiva.

Desenvolver e inovar nos serviços públicos significa prover melhores condições sociais e de vida à população, que se convertem em mais produtividade e qualidade (Rizardi *et al.*, 2022). Essa população bem servida, por sua vez, devolve ao poder público, por parte de seus impostos, o financiamento para que os gestores possam alcançar os melhores resultados em suas administrações, gerando assim um círculo virtuoso de desenvolvimento.

Na construção Civil, um dos maiores desafios dos projetos é o de concluir as obras dentro do prazo e custo definidos no cronograma físico e financeiro. Sua necessidade é ainda mais acentuada dentro do contexto das obras públicas, onde entregar um empreendimento se traduz em mudar a realidade de uma sociedade, fomentando dignidade e qualidade de vida a seus cidadãos; especificamente nesse setor em que o papel das obras tem relevante destaque na Administração, ora pelo seu cunho social, ora pela sua materialidade. É onde se apresentam os maiores desafios na gestão do planejamento e controle das obras, em busca da melhor eficiência na condução do empreendimento como um todo (Altounian, 2016).

Segundo o Tribunal de Contas da União (2014), obra pública pode ser definida como toda construção, reforma, fabricação ou ampliação de qualquer bem público; executada de forma direta, quando é feita pelo próprio órgão ou administração e ainda forma indireta com a contratação de terceiros, realizada mediante licitação. No âmbito da Administração Pública, entende-se como Obra Pública, não apenas sua execução física, mas também diversas outras etapas correlatas tais como: as fases que antecedem a execução física, atividades de acompanhamento e encerramento. Como etapas pré-execução é possível citar: captação de recursos, definição de necessidades, projeto básico, processo licitatório. Superada a fase pré-execução, as atividades que se seguem estão relacionadas à materialização da obra e dispêndio

dos recursos: execução da obra, fiscalização por parte do órgão público, recebimento da obra pelo ente, prestação de contas, entre outras (Silva, 2012).

Os problemas em obras públicas no Brasil costumam ser lembrados como algo relacionado a danos e prejuízos (Santos; Batista; Martins, 2020). No entanto, o processo de execução de obras com recursos públicos no Brasil, é de certa forma complexo e burocrático. Isso se deve em parte aos aspectos legais que permeiam um empreendimento, desde a seleção do recurso até a ~~a~~ prestação de contas da obra, o que diverge em eficiência quando comparado ao setor privado. Nesse último, as negociações são de amplo alcance e há flexibilidade na orçamentação e gestão da contratação. Esses entraves característicos do setor, aliados a um mercado executor de baixa eficiência técnica, imprimem às obras uma inércia que, por vezes, leva a paralisações e obras inacabadas.

Alvarenga *et al.* (2020) indicam como principais causas de desvios de custo em obras públicas os acréscimos de serviço (31%) e as modificações de projeto (29%), ou ainda, serviços não previstos no orçamento (14%), o que delimita um cenário de baixa qualidade do projeto e planejamento ineficiente, uma vez que estas causas somadas representam cerca de 74% dos desvios de custo, o que também reflete em problemas de cumprimento de prazos e paralisações.

Outras causas a serem consideradas para as paralisações de obra se relacionam à crise financeira e política dos últimos anos, assim como as falhas no planejamento e execução pela administração pública, implicando também em aumento dos custos previstos e do tempo de execução do serviço. Por isso, o tema das obras paralisadas e inacabadas tem sido uma prioridade para o governo brasileiro e uma constante preocupação dos órgãos de controle externo e da sociedade (TCU, 2014).

A questão não é simples, pois envolve um número considerado de empreendimentos em todos os níveis: federal, estadual e municipal. No Brasil, o número de obras públicas paradas é muito elevado. Segundo relatório de auditoria sobre obras paralisadas do TCU (2019), das trinta e oito mil obras analisadas, catorze mil se apresentavam paralisadas, representando à época, um investimento previsto de R$ 144 bilhões, dos quais R$ 10 bilhões já haviam sido aplicados.

Essa melhoria no desempenho das obras passa pela inovação nos projetos. Vargas (2018) define projeto como um instrumento de planejamento com espaço e tempo definidos em que o objetivo

principal é criar um produto ou serviço específico. Enfatiza ainda que o projeto deve ser elaborado por uma sequência preestabelecida e lógica de eventos, com início e fim bem delimitados.

Carvalho *et al.* (2017), ressaltam que o objetivo básico de um projeto de construção é concluí-lo no prazo e dentro do orçamento, atendendo aos requisitos de qualidade estabelecidos e a outras especificações. Para atingir esse objetivo, os esforços devem ser contínuos, não sendo possível sem um sistema de planejamento e controle eficientes.

Assim, o não cumprimento de procedimentos técnicos e legais, no que diz respeito a projeto, pode acarretar em uma série de problemas como interrupções no andamento da obra, gerando dessa forma aumento nos custos previstos, atrasos e paralisações, bem como impactos diretos na qualidade de vida da população, visto que a ideia principal de obras públicas é oferecer melhorias para a sociedade.

Nesse contexto, o BIM (*Building Information Modeling*) surge como uma tecnologia promissora para mitigação desses entraves nas obras, uma vez que confere acurácia, celeridade, transparência e rastreabilidade aos seus processos de análise, planejamento e controle das obras e ainda pode servir como acervo para acompanhamento da operação e manutenção do empreendimento, através da gestão da informação que fica facilitada em função do banco de dados que os modelos BIM podem carregar desde a sua concepção (Amuda-Yusuf, 2018).

Ferrari (2016) afirma que os setores que recepcionam os projetos públicos para análise e acompanhamento, como a Caixa Econômica Federal, podem ser importantes vetores de difusão de práticas favoráveis ao BIM. Quevedo do Amaral (2016) ressalta a importância da Instituição como braço operacional do Governo Federal na efetivação de políticas públicas, indicando que, no contexto brasileiro, essa pode ser a via por onde a metodologia BIM encontre a capilaridade necessária para atingir os seus objetivos de ponta a ponta.

Segundo Baldrich Aragó *et al.* (2021), os órgãos governamentais devem promover o incentivo à utilização do BIM, e esse é um aspecto fundamental para avançar na sua implementação. Nesse estudo é demonstrado que, na Espanha, o uso BIM para levantamentos e estimativas vem crescendo tal qual seu uso para projetos, e que o uso na construção propriamente dita ainda

corresponde a 75% para projetos e 63% para estimativas. O referido estudo afirma que o uso no setor público para levantamentos e estimativas supera a utilização no setor privado.

Aragó *et al.* (2021) e Valdepeñas *et al.* (2020) destacam que os grandes desafios no uso da tecnologia são a resistência à mudança em função do desconhecimento das vantagens da ferramenta, o que afeta as pessoas e a tecnologia, no tocante à interoperabilidade ineficiente entre os softwares e ainda a falta de cultura colaborativa de processos de gerenciamento da informação.

Nikal e Wodyński (2016) afirmam que na Polônia e República Tcheca, o que impede a revolução baseada em BIM não é mais a falta de soluções tecnológicas, mas sim a incapacidade de cooperação da indústria da construção. Tal percepção quanto à lentidão de resposta do setor da Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO) também é percebido por Delgado *et al.* (2019) no Reino Unido.

De Souza *et al.* (2021) ressaltam que a falta de experiência profissional em BIM e a falta de familiaridade com os processos relacionados a essa tecnologia dificultam a transferência de conceitos da modelagem clássica para a gestão e coordenação BIM, apesar dos esforços governamentais de órgãos da indústria e do meio acadêmico. De fato, Checcuchi (2019) demonstra que nas universidades brasileiras, de 2013 a 2018, o interesse por capacitação é crescente, embora o nível de maturidade nesse país ainda seja incipiente, demonstrando que a academia está na vanguarda da difusão de conhecimentos.

O trabalho de Costa, Teti e Vasconcelos (2021) salienta que, no Brasil, a disseminação do uso do BIM ainda se encontra em estágios iniciais e aponta os fatores custo e formação de pessoas como desafios importantes para sua implantação em empresas da construção civil, citando estudos de Kassen e Succar (2017) e Souza, Amorim e Lyrio (2009). Medeiros, Figueira e Vasconcelos (2022) apontam a ligação entre o BIM e a virtualização de processos como objetivo de promover avanço tecnológico na construção civil brasileira.

No caso brasileiro, há de se considerar que existe um arcabouço legal complexo para estimar e contratar partes para projetos do setor público no Brasil, colocando ênfase significativa em uma estimativa de referência baseada apenas no menor custo (Brasil, 2013; Felisberto *et al.*, 2021). Esse modelo de precificação, associado a uma falta de cuidado durante o processo licitatório,

pode resultar no recebimento de propostas oportunistas de licitantes ou pior, desencadear aditivos (Santos, 2015; Signor *et al.*, 2020). No caso brasileiro, a prioridade sobre o custo é decorrente da necessidade de se minimizar a ocorrência de superfaturamentos, erros ou corrupção em detrimento da melhor escolha técnica (TCU, 2014; Signor *et al.*, 2016).

Diante do atual contexto, os ganhos do uso da tecnologia BIM na área de projeto e execução de obras podem ser muito relevantes; no entanto, as bases de dados não dispõem de um grande número de estudos voltados para o BIM no setor público. Alves (2021) ressalta o baixo número de estudos no Brasil voltados para o processo de projeto e orçamentação. Especialmente no Brasil, cuja necessidade de desempenho do setor público é iminente, essa tecnologia pode servir para auxiliar o governo federal e seus órgãos de controle que buscam uma alternativa para a Administração pública melhorar a gestão e fiscalização de seus contratos.

Dando continuidade aos estudos anteriores que exploraram o nível de maturidade BIM na indústria da Construção Civil brasileira (ABDI, 2020; 2022) ou ainda em empresas públicas de fomento a projetos, a exemplo da Caixa Econômica Federal (Ferrari, 2016), a presente dissertação pretende avançar nesse conhecimento com foco nos entes que executam projeto, isto é, as prefeituras municipais, assim como seus projetistas, atingindo a ponta da cadeia produtiva de projetos.

Este estudo se aplica à tecnologia na Construção Civil e está em consonância com a legislação brasileira voltada ao desenvolvimento de projetos para obras públicas, a chamada “Estratégia BIM-BR” (Brasil, 2018; 2019; 2020), com a nova lei de licitações (Brasil, 2021) e outros atos normativos correlacionados. Além disso, há a própria expectativa do mercado da Construção Civil e dos anseios da população brasileira por obras com mais efetividade e qualidade.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Propor um guia para Implementação BIM destinado aos municípios pernambucanos, cujas diretrizes estejam apoiadas no diagnóstico qualitativo do setor.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Pesquisar e identificar na literatura pontos críticos e estratégias bem-sucedidas na implementação e gestão de BIM no setor público, que estão sendo desenvolvidas no mundo e seus principais resultados;
- Realizar pesquisa de opinião com profissionais desenvolvedores de projeto no setor público de Pernambuco a fim de elaborar mapeamento das práticas bem-sucedidas, dificuldades e oportunidades de melhoria em BIM;
- Apresentar os resultados do atual do processo de projetos dos municípios em âmbito regional com foco nas ações de desenvolvimento e maturidade;
- Desenvolver um produto concreto que auxilie a inovação nos processos de projeto no setor público (guia) de modo a sensibilizar os gestores municipais a planejarem as ações relacionadas a gestão de projetos.

1.3 Estruturação do Trabalho

A presente dissertação está estruturada em seis capítulos, a saber:

O Capítulo 1 é composto pela introdução da pesquisa através de uma contextualização e justificativa do tema abordado assim como os objetivos geral e específicos e estrutura da pesquisa.

O Capítulo 2 contempla a revisão bibliográfica referente aos temas de obras públicas, paralisação de obras no Brasil, conceitos e fundamentos BIM, estratégia BIM-BR e legislação relacionada, maturidade BIM, implementação BIM e gestão da informação, gestão e coordenação de projetos, conceitos importantes que embasaram a pesquisa aplicada bem como as discussões dos resultados.

O Capítulo 3 apresenta a classificação da metodologia empregada na pesquisa, os procedimentos metodológicos para realização da revisão sistemática de literatura que forneceu os indicadores para elaboração do instrumento da pesquisa exploratória. Nesta seção ainda estão detalhados os critérios para aplicação da pesquisa de opinião, as limitações e critérios de inclusão e exclusão das amostras. Ainda apresenta as referências adotadas para tratamento qualitativo e quantitativos dos dados.

O Capítulo 4 apresenta os resultados obtidos referente à RSL, as correlações entre os fatores identificados em nível global e os correlacionam com os fatores locais, identificados na pesquisa aplicada, assim como apresenta o diagnóstico da realidade local e seus indicadores.

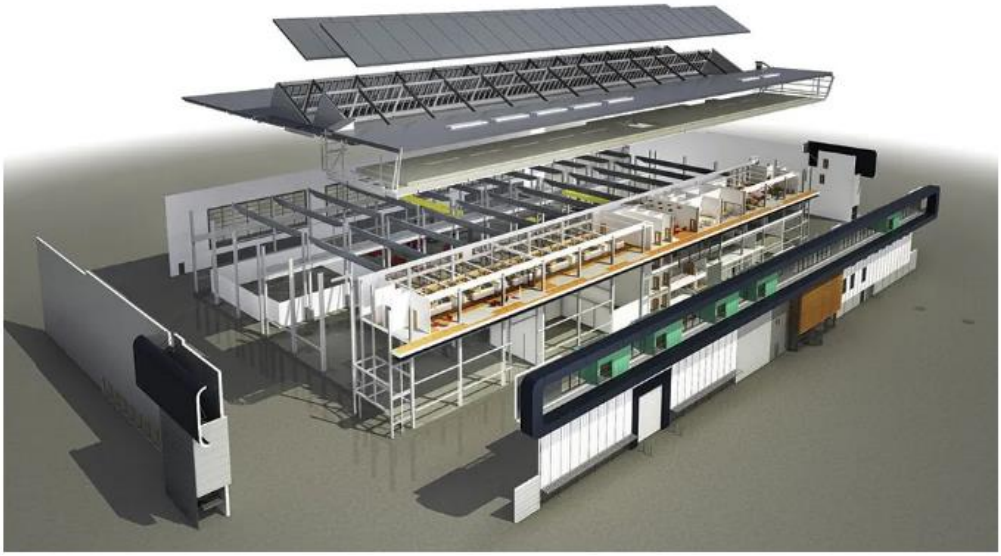
O Capítulo 5 apresenta as diretrizes e boas práticas para implementação da tecnologia BIM coletadas a partir das experiências bem-sucedidas identificadas na RSL, correlacionadas às necessidades identificadas pelo diagnóstico local e o Capítulo 6 apresenta as considerações finais da pesquisa.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Modelagem da Informação da Construção

Para Sacks *et al.* (2021), BIM (do inglês, *Building Information Modeling*, Modelagem da informação da construção), tem sido um facilitador de processos para o setor da Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO). É comum associar o conceito de BIM como uma ferramenta de desenvolvimento de modelos virtuais precisos de uma edificação, todavia, tais modelos podem fornecer mais informação do que apenas um projeto 3D propriamente. Quando bem aproveitados, os modelos BIM fornecem geometria precisa e informações para dar suporte a todas as fases do ciclo de vida do empreendimento, desde sua concepção até a operação e manutenção, por meio do gerenciamento da informação (Figura 1).

Figura 1 - Exemplo de modelo 3D



Fonte: google imagens

Empreendimentos desenvolvidos por meio de processos BIM apresentam diferenças significativas em relação àqueles executados de maneira tradicional. Os fluxos de informação, as etapas e seus respectivos produtos exigem uma profunda alteração em seus métodos e nas suas ferramentas, bem como conhecimento sobre os processos BIM e outras interfaces não comunicáveis para o planejamento e a gestão dos empreendimentos (Leusin, 2021).

O BIM também pode ser considerado uma inovação tecnológica disruptiva, pois altera as soluções técnicas a um nível de conhecimento mais profundo, só sendo possível mediante a mudança cultural dos participantes do processo. Por essa razão, Leusin (2021) afirma que o sucesso do BIM depende de tecnologia, recursos, procedimentos e pessoas, sendo o fator "pessoas" aquele que mais causa o impacto, pois, depende de reestruturação da organização, treinamento e consolidação do conhecimento.

A Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) define tecnologia como a infraestrutura necessária para operacionalizar os programas e a interface gráfica, o armazenamento e a comunicação da informação, e que essa dimensão se interliga com as pessoas envolvidas as quais devem ser o ponto focal na estratégia de implementação; afirma ainda que são as pessoas que refletem a experiência bem-sucedida da estratégia (ABDI, 2017).

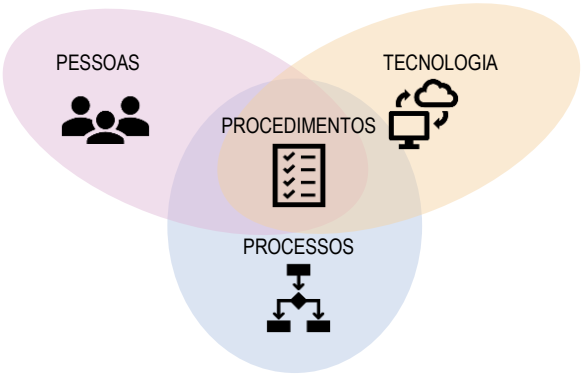
O National Building Information Modeling Standard (NBIMS) define BIM como: "*um processo aprimorado de planejamento, projeto, construção, operação e manutenção usando um modelo padronizado... que contém todas as informações apropriadas sobre aquela construção, em um formato utilizável, durante todo o seu ciclo de vida".* (NIBS, 2012). Assim, a NBIMS categoriza a modelagem da informação da construção de três maneiras:

- Como um produto;
- Como um entregável informatizado, baseado em normas e um processo colaborativo;
- Como um requisito de gerenciamento do ciclo de vida da construção

Esse escopo do BIM ao nível do empreendimento (em todo o setor) é o foco do NBIMS, reunindo as várias atividades de implementação dentro da cadeia envolvida (Sacks *et al.*, 2021). Por isso, os profissionais envolvidos com BIM devem estar voltados à inovação, trabalho colaborativo e atualização contínua, de modo que esse perfil de atuação esteja refletido nos processos, a outra dimensão. Os processos serão tão bem definidos quanto as pessoas envolvidas estiverem capacitadas. Isso significa que ter as ferramentas adequadas e o pessoal capacitado trará resultados positivos se esses processos estiverem desenhados por meio de cronogramas, fluxograma e entregáveis compatíveis com a organização em foco, factíveis e eficientes (Sacks *et al.*, 2021).

A ABDI (2017) ainda destaca que estas três dimensões do BIM (pessoas, processos e tecnologias) se vinculam entre si em forma de procedimentos, normas e boas práticas, de modo que o arcabouço documental forneça a consolidação do conhecimento na organização, conforme representação gráfica na Figura 2.

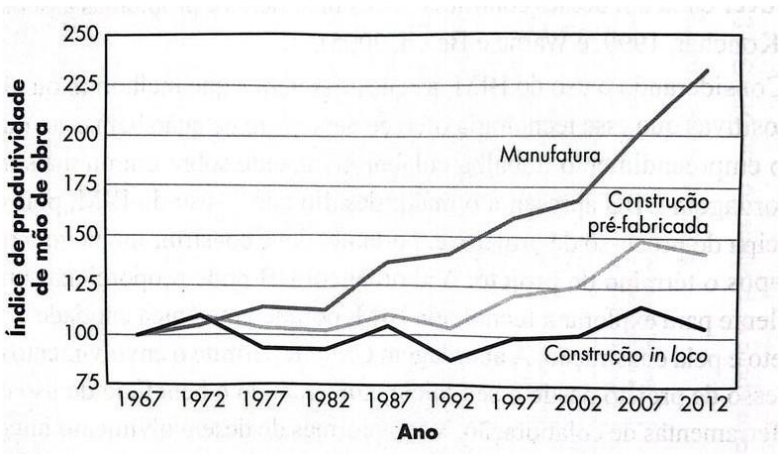
Figura 2- Fundamentos do BIM



Fonte: Adaptado de SUCCAR (2009); ABDI (2017)

Quanto à funcionalidade dentro do contexto da Construção Civil, o uso da tecnologia BIM pressupõe inovação, tecnologia e digitalização dos processos em um setor historicamente tradicional e pouco inovador. Estudos desenvolvidos pelo Center for Integrated Facility Engineering (CIFE) na *Stanford University* demonstram a diferença entre a produtividade no setor da construção e as demais indústrias não agrícolas (Teicholz; Goodrum; Hass, 2001). Sacks *et al.* (2021) apresenta os índices de produtividade das atividades da Construção Civil, demonstrando a efetividade que pode ser gerada pela industrialização do setor, segundo ilustra a Figura 3.

Figura 3- Índices de produtividade da mão de obra para atividades de manufatura, construção pré-fabricada e construção *in loco*



Fonte: Sacks *et al.* (2021)

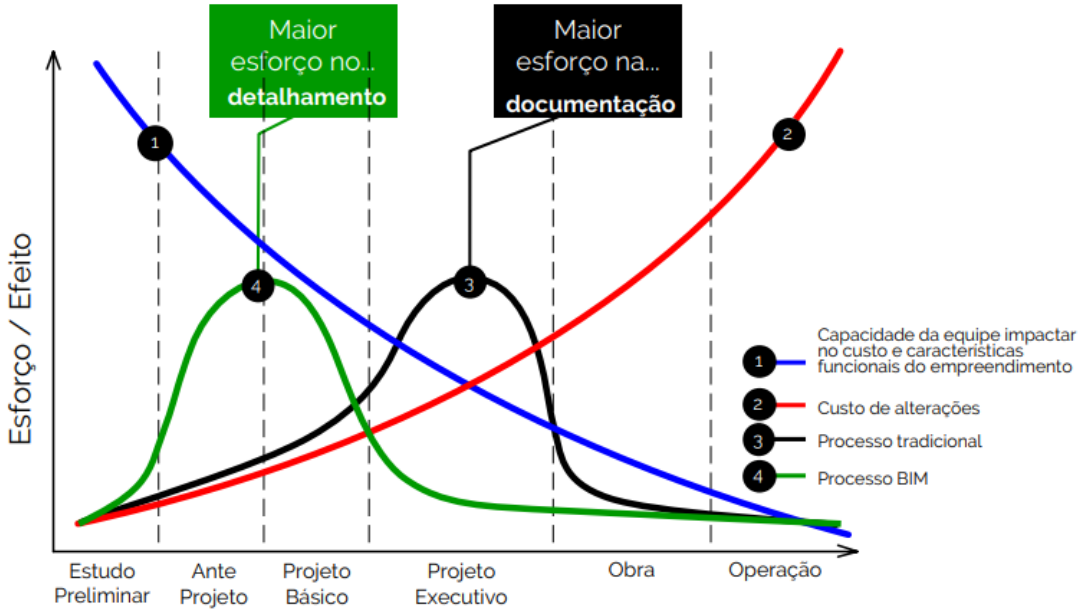
O censo econômico americano (US. Census Bureau, 2016) evidencia alguns impedimentos estruturais significativos dentro da indústria da construção civil, podendo explicar, em parte, a baixa inovação e produtividade do setor e incluem:

- Entre as empresas de construção civil, 65% possuem menos de 5 técnicos em seu quadro, o que é um fator negativo para investimento em novas tecnologias;
- As maiores empresas do setor representam menos de 0,5% do volume total de construção e não conseguem estabelecer um movimento de liderança;
- A participação de trabalhadores sindicalizados diminuiu e aumentou o número de imigrantes, desencorajando a necessidade de inovações que otimizem a produtividade;
- Ampliações, reformas e reconstruções possuem uma parcela significativa dos serviços do mercado da construção, sendo que 55% são representados pelas novas construções. Tal cenário desencoraja o investimento de capital;
- Os processos licitatórios do setor público que têm um modelo ultrapassado com exigências, por exemplo, de desenhos 2D e impressos em papel.

Por essa razão e para esse propósito, o BIM pode ser uma alternativa interessante para impulsionar a industrialização na Construção Civil, conforme aconteceu em outras indústrias. Segundo Sacks, Radosalvjevic e Barak (2010), existe uma grande sinergia entre as práticas da *Lean Production* e o uso de BIM.

Não é por acaso que as grandes potências estão investindo em BIM por saberem o quanto é mais econômico investir tempo e recursos na fase do projeto do que em outros momentos do ciclo de vida do empreendimento. A curva de MacLeamy, muito conhecida no estudo do gerenciamento de projetos, é a constatação da viabilidade do investimento nas fases iniciais dos empreendimentos (Figura 4).

Figura 4- Curva de Macleamy



Fonte: Strong (2005)

Essa curva de efeito x custo x esforço demonstra que os fluxos de trabalho lançados no planejamento do empreendimento, a exemplo do BIM, investem um esforço maior nas etapas iniciais do ciclo de vida. Considerando que essas tais etapas iniciais concentram o menor dispêndio de custos, entende-se que é chegado o momento propício para se demandar ajustes do projeto.

Já os processos construtivos tradicionais demandam menos tempo nas etapas iniciais envitando maiores esforços nas fases mais intermediárias, onde se demanda também mais custo. A curva de Macleamy ilustra que o fluxo de trabalho BIM proporciona otimização dos recursos e esforços.

2.2 Trabalho colaborativo e Engenharia simultânea

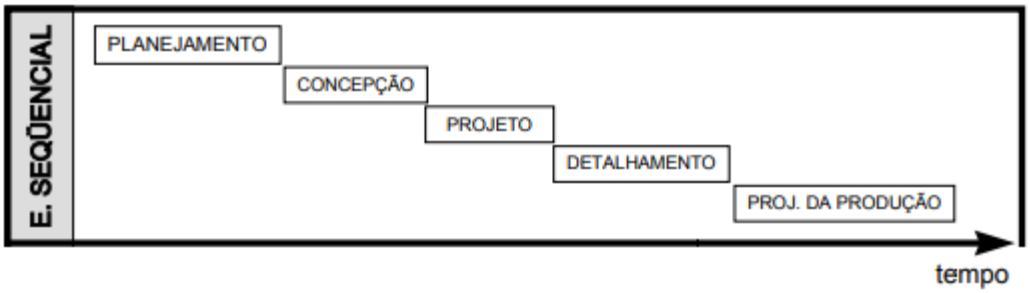
Para a execução da construção de um edifício, considerando a complexidade do mundo contemporâneo, são necessários diversos projetos - arquitetônico, estrutural, elétrico, hidrossanitário e outros – e as interfaces entre eles. Dadas as necessidades atuais por prazos cada vez mais curtos e atividades cada vez mais assertivas, pode-se considerar que os projetos não são atividades fim, mas meio de ligação entre os diversos processos que envolvem a criação e a execução material final do edifício (Junior; Baracho; Porto, 2016).

Colaboração é todo o processo em que está envolvido o trabalho de várias pessoas em conjunto para alcançar os objetivos partilhados de forma a se conseguir um resultado que dificilmente seria realizado individualmente. Para a colaboração, deve-se levar em consideração: as diferentes possibilidades de comunicação e interação entre os participantes, as diferentes formas de coordenação e cooperação para a realização em grupo da atividade e a diversidade de contextos (Fuks *et al.*, 2011).

No trabalho colaborativo, os participantes são unidos intencionalmente com o objetivo de contribuir e se beneficiar. Também representa um processo que pressupõe a interação entre os envolvidos. Assim, os processos colaborativos devem ser intencionais, interativos e mutuamente benéficos (Shah, 2014), envolvendo diversos profissionais com experiências diferentes e em disciplinas distintas, que se utilizam de conhecimentos necessários para a tomada de decisão.

Nos processos tradicionais, o fluxo de informação é linear e encadeado a partir do projeto de arquitetura. Segundo Fabricio, Baía e Melhado (1999), os processos tradicionais de projeto de edifícios estão baseados na especialização dos projetos e na integração sequencial entre as disciplinas, representando um paradigma complexo. Para Fabrício (2002) *apud* Hartley (1998), no modelo tradicional, as incompatibilidades de projeto são levadas às etapas posteriores, o que acarreta fragmentação e retrabalho. A Figura 5 exibe o fluxo tradicional do gerenciamento de projetos sequencial.

Figura 5- Fluxo da informação com o paradigma tradicional de projetos

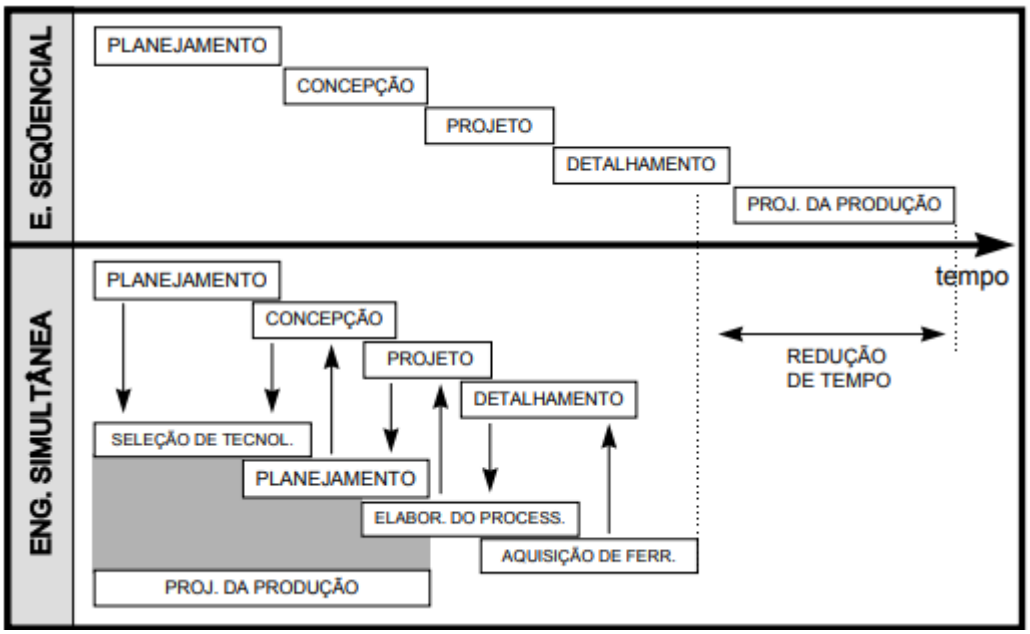


Fonte: Fabrício (2002)

Fabricio (2002) propõe uma alternativa ao projeto sequencial com a utilização do Projeto Simultâneo ou Engenharia Simultânea, representando um novo paradigma para a construção

civil, em oposição ao processo tradicional de projeto. O Projeto Simultâneo contém concomitantemente todas as interfaces entre os clientes, equipe de projeto, projetistas e usuários. Nele não há uma sequência linear entre os projetos, pois todos são elaborados ao mesmo tempo e em conjunto pelos demais profissionais envolvidos num trabalho integrado e simultâneo entre os agentes, sem uma especialização na tomada de decisão. Assim, pode-se observar uma grande mudança no fluxo da informação, o que pode ser a gênese, senão a essência do fluxo de processos em BIM, conforme ilustra a figura 6.

Figura 6 – Engenharia sequencial x Engenharia simultânea



Fonte: Fabricio (2002)

Em outro estudo, Shah (2014) define a essência do trabalho colaborativo do BIM ressaltando a intencionalidade da colaboração. Nos processos tradicionais de projeto não simultâneo é possível identificar momentos nos quais a colaboração aparece, mas nem sempre com consciência e intenção. Com o uso da tecnologia BIM, a colaboração só tem sentido por ser intencional e consciente.

O autor ressalta que essa colaboração simultânea pelos profissionais das diversas disciplinas só é possível através do uso da tecnologia digital, mas também da intenção do usuário, o que torna o ambiente BIM favorável à colaboração. Sem essa intenção haverá uma subutilização da tecnologia e simplesmente uma substituição da tecnologia CAD por uma modelagem 3D.

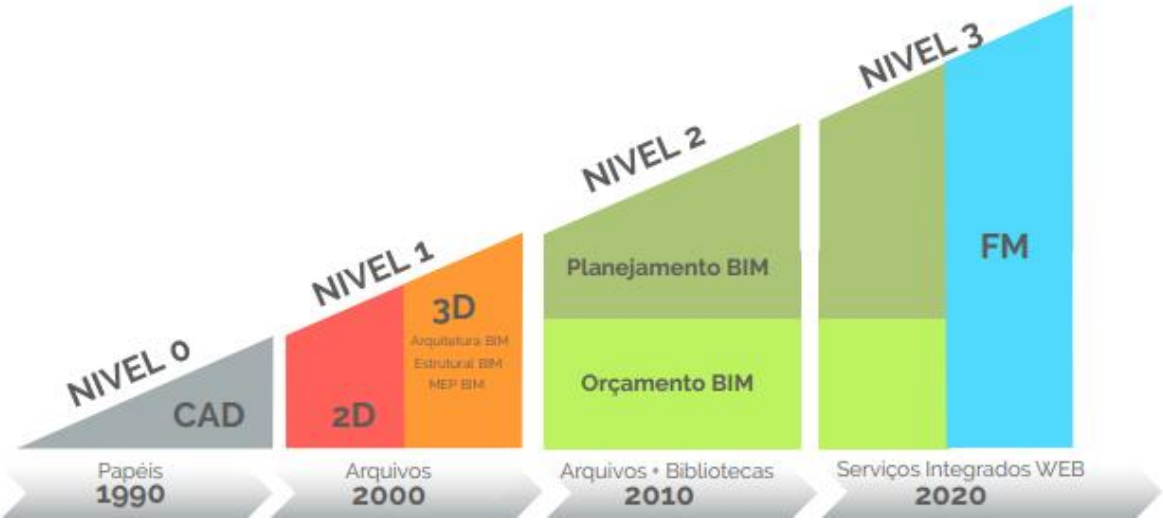
2.3 Níveis de maturidade BIM

O BIM pode ser entendido de várias formas de acordo com a visão de diferentes pessoas, seja baseado em experiências prévias seja pela percepção pessoal; por esse motivo, surge a necessidade de estabelecer uma definição comum em termos de nível de maturidade BIM (Khosrowshahi; Arayici, 2012).

Uma forma de caracterizar o BIM é através dos níveis de progressão da aplicação da tecnologia e dos produtos advindo desse uso. Para tal identificação, Succar (2008) define a subdivisão dos níveis de maturidade BIM em três componentes, os quais podem auxiliar na classificação da implementação BIM.

Sacks *et al.* (2021) cita que o governo do Reino Unido, a partir do conceito de "Níveis de BIM", que vai desde o nível zero (ou "pré-BIM") ao nível 3 (que corresponde à integração total), leva em consideração o BIM como um processo de gerenciamento da informação, tal como ilustra a Figura 7.

Figura 7- Níveis de maturidade BIM



Fonte: Adaptado de Sacks *et al.* (2021)

Nível BIM 0 (Pré-BIM): Refere-se às práticas tradicionais do processo de projeto em que a construção é representada num plano geométrico, geralmente por desenhos 2D, com auxílio ou não de ferramentas digitais (Manzione, Melhado; Nóbrega, 2021). Esse nível se caracteriza

basicamente pela ausência de gerenciamento da informação e o isolamento dos trabalhos entre as disciplinas de projeto.

Nível 1: Segundo Sacks *et al.* (2021), é o nível de maturidade onde a maioria das empresas estão inseridas atualmente. Caracteriza-se pela modelagem baseada em objetos, por meio de softwares de modelagem 3D. Nesse estágio, apesar da documentação (de campo) ainda ser majoritariamente geradas para 2D, já existe um modelo integrado em 3D que forneça um protótipo da construção, o que colabora de certa maneira para a detecção de falhas de projeto e/ou interferências (os chamados "*clashes*"), além de permitir a extração de quantitativos automática ou semiautomática. Nesse nível, os modeladores ainda trabalham isoladamente (Manzione, Melhado; Nóbrega, 2021).

Nível 2: É diferenciado pela introdução do trabalho colaborativo e a interoperabilidade. No entanto, ainda não há um modelo unificado e compartilhado. A colaboração nesse caso se dá na forma da troca de informações de projeto em um formato de arquivo comum, o qual permite às organizações combinarem essas informações com seus modelos próprios e gerarem saídas de codificação comum, isto é, um modelo federado. Nesse estágio, os arquivos comuns mais utilizados são os tipos IFC (*Industry Foundation Classes*) ou *Construction Operations Buidings Information Exchange* (COBie) (Sacks *et al.*, 2021).

Nível 3 (Pós-BIM): Esse nível contempla a integração total, geralmente em rede e ambiente comum de dados (CDE). Nesse estágio, todos os envolvidos no projeto trabalham simultaneamente como editores e revisores, eliminando riscos desde a sua origem. Tal processo é conhecido como "Open BIM" (Sacks *et al.*, 2021).

Essas definições são relevantes quando se deseja traçar um perfil de maturidade da instituição ou do setor. Através do diagnóstico atual e de um programa de necessidades é que se torna possível o planejamento de ações efetivas e personalizadas de implantação e desenvolvimento da tecnologia, considerando o contexto e os objetivos da instituição.

2.4 Processo de projeto e Gestão em BIM

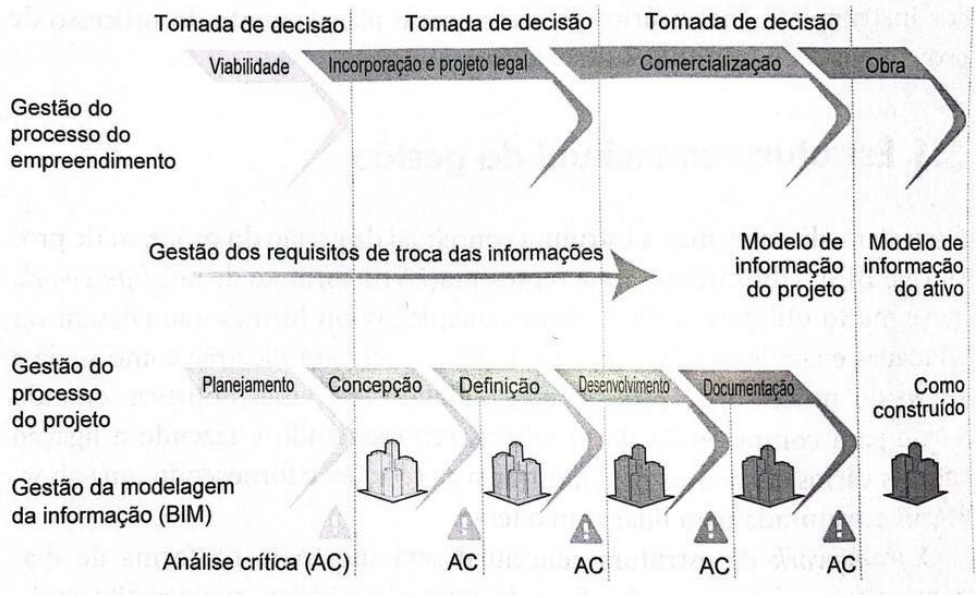
Embora o modelo 3D seja a parte mais visível do BIM e seja comum a limitação de seu uso à modelagem geométrica, é pacífico que os processos BIM são bem mais complexos, caracterizando-se por um conjunto de comando que atribuem aos objetos as suas características geométricas, regras paramétricas e suas interfaces entre os elementos (Leusin, 2021).

O desenvolvimento do processo de projeto em BIM é, pela sua natureza, um trabalho de gestão colaborativa, reunindo vários profissionais de diversas especialidades que atuam de modo coordenado e simultâneo (Leusin, 2021).

A colaboração é o que dá sentido a todo investimento necessário à implantação de BIM em uma instituição. Os altos custos em capacitação e ferramentas devem devolver aos usuários a qualidade, desempenho e eficácia que se materialize em forma de vantagens competitivas.

A estrutura conceitual da gestão de projetos pode servir de base para construção de um modelo de gestão do processo de projeto em BIM que possibilite controlar a informação de forma sistêmica, representar os macroprocessos de acordo com o nível de maturidade e a matriz de responsabilidades (Manzione; Melhado; Nóbrega, 2021). De forma gráfica, essa estrutura está representada na figura 8.

Figura 8- Estrutura conceitual da gestão do processo de projeto colaborativo com o uso do BIM



Fonte: Manzione; Melhado; Nóbrega (2021)

O BIM e a gestão da informação que dela deriva são importantes para melhorar a qualidade do projeto, e por consequência, a segurança e a gestão do empreendimento, levando vantagem competitiva aos seus usuários (Xu; Feng; Li, 2014). Entretanto, mesmo nos dias atuais, em alguns países a disseminação da tecnologia enfrenta limitações e baixa efetividade, o que têm levado alguns pesquisadores a estudarem essas causas e tentar buscar estudar os riscos e estratégias para implementação global. Succar (2010) afirma que o desenvolvimento de métricas de desempenho BIM é primordial para que as organizações consigam mensurar seus fracassos e sucessos e que estas devem ser adaptáveis e precisas a diferentes setores e realidades organizacionais.

Na estrutura BIM, os fluxos de informação são voltados sobremaneira para refinamento da comunicação, visando à integração de todas as etapas do ciclo de vida do empreendimento, desde sua concepção até o comissionamento e uso. Manzione (2013) ressalta a correlação entre gerenciamento clássico de projetos e BIM, afirmando que a tecnologia envolve não apenas a geração de um modelo, mas sim esforços contínuos e interdisciplinares que, por meio da gestão dos processos, resulta no desenvolvimento de um produto.

A implementação do BIM envolve desafios e riscos, que se não identificados e mitigados, podem prejudicar o seu desempenho (Chien; Wu; Huang, 2014). A falta de conhecimento por parte de gestores de projeto, assim como as abordagens equivocadas têm provocado insucesso no processo de implementação BIM, causando por consequência uma baixa difusão da tecnologia (Leusin, 2021).

De fato, o BIM não se trata de um produto, mas de um processo estruturado, podendo demandar tempo, recursos e tecnologia, dos quais as empresas nem sempre dispõem ou estão dispostas a investir, apesar de ser amplo o conhecimento do retorno que o BIM proporciona.

Jasinski (2020) destaca que as práticas educacionais arquitetônicas devem focar nas barreiras humanas, estruturais e empresariais e ressalta que o maior custo de implementação da tecnologia BIM se concentra nessas práticas.

Outros estudos como o de Hong *et al.* (2018) e Khosrowshahi e Arayici (2012) avaliam a correlação entre tecnologia, processos e pessoas para avaliar a progressão na escala de

maturidade, assim como correlacionar custos, benefícios e desafios para implementação do BIM.

Essa métrica indica que o caminho para o sucesso da implementação passa menos pela difusão dos benefícios em si e mais pela capacidade de avaliar os problemas de implementação, estabelecer suporte de conhecimento e envolver a equipe no processo.

2.5 Implementação e Execução do BIM – PIB e PEB

Conforme CBIC (2016b), as boas práticas evidenciam que um projeto de implementação BIM deve ser formalmente estabelecido, documentado e controlado com a aplicação de técnicas de gestão de projetos. A sua materialização se dá por meio do Plano de Implementação BIM (PIB), que resume os objetivos, escopo e uso para a organização, papéis e responsabilidades, além de outras informações aplicáveis ao objetivo pretendido pela instituição (Sacks *et al.*, 2021).

Succar (2009) apresenta uma *framework* para a implantação do BIM, considerando as três dimensões da tecnologia: pessoas e políticas (relativo às regras e modelos), processos (relativo aos passos para à implantação considerando tempo e custo) e tecnologia (relativo à infraestrutura de suporte à implantação). Além disso, o referido autor propõe estágios para o uso do BIM o processo BIM (Pré-BIM, Modelagem, Colaboração, Integração). Ao final desse processo, chegar-se-á ao *Integrated Project Delivery* (IPD).

A localização no ciclo de vida de um empreendimento é uma das principais fases de atuação da empresa ou organização que deseja realizar uma implementação BIM, pois ajuda muito na definição dos objetivos e na identificação dos principais processos que deverão ser mapeados e revistos. Esse é o primeiro passo indicado para um projeto de implementação e deverá nortear todo o processo, alinhado de maneira coerente com os objetivos estratégicos (CBIC, 2016b), já que a implantação do BIM não se trata de uma simples inovação tecnológica, pois implica em uma série de mudanças socioculturais nas organizações (Arayici *et al.*, 2011).

Definidos os objetivos, é necessário delimitar a equipe e a própria estrutura de implementação do um projeto com os casos e processos a serem abordados no plano. As boas práticas da implementação BIM recomendam o estabelecimento de um projeto-piloto que deverá ser cuidadosamente estudado e escolhido a fim de que represente bem os casos mais típicos e mais

significantemente desenvolvidos pela empresa ou organização (CBIC, 2016b). Uma boa implantação implica em considerar os fatores humanos e organizacionais, sob risco de sua inobservância implicar em grande potencial de baixo retorno ou prejuízo (Ayres Filho, 2009).

Um PIB também fornece o nível de desenvolvimento pretendido para os entregáveis de projeto (LOD), os fluxos de comunicação e procedimentos de colaboração (Sacks *et al.*, 2021). A equipe de projeto deverá mapear as principais informações necessárias para a realização de cada um dos processos, e a partir daí destinar as ferramentas tecnológicas que farão parte dos trabalhos. Ainda deverão ser definidos os intercâmbios de informações entre os diversos envolvidos (CBIC, 2016b).

Murphy (2014) ressalta a importância de considerar a implantação do BIM como um processo de inovação (produto e processo). O autor afirma que na implementação BIM deve ser observada a visão dos responsáveis pelo processo, em um curto, médio e longo prazo. A Figura 9 contempla as diversas competências de um PIB a serem desdobradas de acordo com os objetivos de cada stakeholder.

Figura 9- Plano de Implementação BIM

Fonte: CBIC, 2016b

Já o Plano de Execução BIM (PEB ou PExBIM) resume os objetivos, responsabilidades e produtos ao longo de todo o empreendimento e deve fazer parte da documentação contratual das partes envolvidas. O objetivo do PEB é definir uma estrutura para garantir a implantação bem-sucedida do projeto BIM, otimizando o fluxo de trabalho e de modelagem em todo o projeto. O ponto principal de um bom PEB é um bom planejamento, do processo do projeto de engenharia à construção, minimizando surpresas, retrabalho, redundâncias ou lacunas no fluxo de informações, sempre baseadas em modelos.

Na prática, o PEB é um documento elaborado pelos fornecedores (escritórios de arquitetura ou engenharia, por exemplo) para explicar e detalhar como os aspectos de modelagem das informações de um projeto serão realizados. Além disso, esse documento deve incluir um detalhamento do processo de trabalho dentro do modelo BIM, as responsabilidades de cada um dos envolvidos e uma estratégia de desenvolvimento.

Dessa forma, deve contemplar as definições e o cronograma de projeto e construção (padrões de entregáveis, representação gráfica, definições de obra e construção e memoriais descritivos); os profissionais envolvidos e o fluxo de trabalho no projeto; os usos e objetivos dos modelos; indicar extensões de entrada e saídas, softwares e versões; como o modelo será gerenciado e mantido dentro da empresa, assim como formatar padrão de nomenclaturas de arquivos, bibliotecas e outros, conforme figura 10.

Figura 10- Plano de Execução BIM

Fonte: Adaptado de CBIC (2016b)

O Plano de execução BIM é uma ferramenta individualizada de projeto, que embora contenha a essência dos processos da instituição, deve ter a flexibilidade de adaptação ao empreendimento a que se propõe, por essa razão esse documento é a principal fonte de referência consultiva dos modeladores e gestores do empreendimento (CBIC, 2016).

2.6 Ferramentas, principais tecnologias e aplicativos

Existem no mercado inúmeras soluções tecnológicas para o desenvolvimento de projetos em BIM, seja para modelagem ou gestão do processo de projeto. Neste estudo serão ilustradas aquelas que foram mais recorrentes nos estudos identificados na revisão da literatura, assim como aquelas mais populares no mercado brasileiro, segundo o CBIC (2016c). Convém ressaltar que os portfólios de produtos desenvolvidos pelas empresas não são estáticos, mas ao contrário, além das atualizações (releases) que costumam ser lançadas todos os anos, também é comum a inserção de novos produtos. Deve-se considerar também a ocorrência de fusões e aquisições de empresas. No quadro 1 são apresentadas as mais usuais ferramentas BIM encontradas nos estudos selecionados.

Quadro 1- Portfólio das principais ferramentas BIM

PRÉ-OBRA				OBRA		PÓS-OBRA		
Modelagem e visualização	Quantificação	Orçamento	Planejamento 4d	Execução no campo	Comissionamento e entrega	Gestão de ativos	Gestão da manutenção	Fabricante
REVIT	REVIT	REVIT	NAVISWORKS	NAVISWORKS	NAVISWORKS			AUTODESK
CIVIL 3D	CIVIL 3D							AUTODESK
INFRAWORKS	INFRAWORKS							AUTODESK
DYNAMO	DYNAMO	DYNAMO	DYNAMO					AUTODESK
A360	A360	A360	A360	A360	A360	A360	A360	AUTODESK
ARCHICAD	ARCHICAD	ARCHICAD						GRAPHISOFT
VECTOR WORKS	VECTOR WORKS	VECTOR WORKS						GRAPHISOFT
	SOLIBRI							GRAPHISOFT
TEKLA ST	TEKLA ST		TEKLA ST	T3EKLA ST	TEKLA ST			TRIMBLE
SKETCHUP								TRIMBLE
TRIMBLE CONNECT	TRIMBLE CONNECT	TRIMBLE CONNECT	TRIMBLE CONNECT	TRIMBLE CONNECT	TRIMBLE CONNECT	TRIMBLE CONNECT	TRIMBLE CONNECT	TRIMBLE
LUMEN RT								BENTLEY
TQS			SYNCHRO					OUTROS
RHINOCEROS						ARCHIBUS	ARCHIBUS	OUTROS

Fonte: Adaptado de CBIC (2016c)

A escolha pela ferramenta deverá estar conectada aos Mandatos BIM, pois envolve recursos financeiros e humanos para atendimento aos objetivos e usos pretendidos. Os mandatos BIM são documentos de propriedade das entidades governamentais ou privadas e que contém as diretrizes contratuais para os prestadores de serviço.

Sacks *et al.* (2021) afirmam que os impactos dos mandatos BIM advindos do setor público são mais impactantes ao mercado do que aqueles vindos do setor privado. Isso se deve ao fato de que os governos possuem a capacidade de integralização na conscientização do uso e possuem o poder da regulação legal. Estudos feitos pelo *National Buildings Specification* do Reino Unido apontam que os Mandatos BIM adotados pelo governo colaboraram com a difusão da tecnologia para a localidade, crescendo 20% de 2011 a 2013.

No mundo, muitas iniciativas já estão em desenvolvimento, e a maioria delas partiu de incentivos do poder público. O interesse no tema é legítimo, uma vez que a indústria da construção civil é tema central em todas as economias e governos, mas que necessita ter sua produtividade incrementada. Sacks *et al.* (2016) sobrepujam que o processo de amadurecimento leva tempo e exige investimento, mas que os resultados são evidentes no médio prazo.

2.7 O desenvolvimento do BIM no contexto mundial

Nos países desenvolvidos, há iniciativas para desenvolvimento de *frameworks*, diretrizes e ações que definem o uso e requisitos dos produtos BIM aplicáveis a cada realidade (Succar, 2009). Algumas nações como Reino Unido, Coreia do Sul, Singapura e Austrália tornaram obrigatórios o uso de BIM através de estratégias e políticas públicas e incentivos ao setor privado.

2.7.1 Estados Unidos

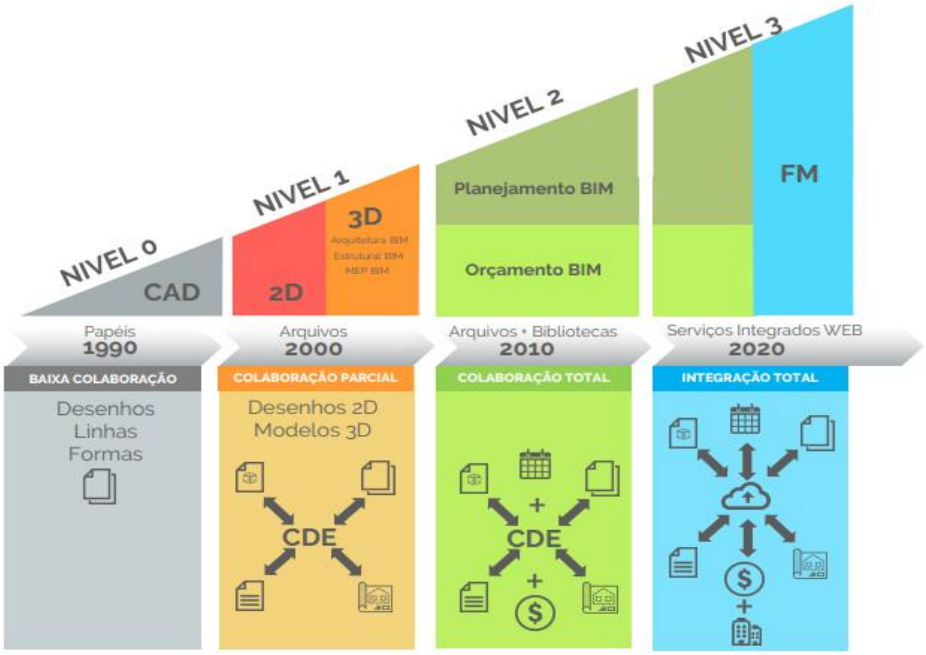
No momento, os Estados Unidos lideram a implementação do BIM através de um programa nacional que visa incentivá-lo, e a partir de 2006 passou a exigi-lo na fase de projetos de novos edifícios públicos (Singh, 2017). O Serviço Geral de Administração dos Estados Unidos (GSA) formulou o Programa Nacional de BIM 3D, que estabeleceu a adoção obrigatória do BIM em todos os projetos de edifícios públicos e promover o suporte técnico e financeiro para a incorporação de tecnologias BIM. A GSA também desenvolveu parcerias com desenvolvedoras

de software, agências federais, associações profissionais, organizações de padronização e com o meio acadêmico no intuito de formar líderes de projeto BIM. Como resultado notável, aproximadamente 72% das empresas de construção dos EUA utilizam o BIM em seus projetos (Singh, 2017). No setor público, a estratégia de implementação dessa tecnologia incluiu o desenvolvimento de métricas, regulação e treinamento, com a criação de normativos para adoção continuada, contendo plano de execução, metodologia de modelagem, estilos de apresentação e organização da informação, usos esperados, níveis de desenvolvimento ou "level of development" (LOD), entre outros (Cheng; Lu, 2015).

2.7.2 Reino Unido

No Reino Unido, o governo reconheceu que o BIM pode desempenhar um papel importante no aprimoramento da indústria da construção e colocou-o no centro de suas estratégias de desenvolvimento. Tal iniciativa se materializou na estratégia governamental de 2011 tornando obrigatório, a partir de 2016, o BIM colaborativo em 3D com informações de projeto e materiais para todos os projetos públicos (Kassen; Amorim, 2015). No contexto desse programa, foi projetado um modelo de maturidade para assegurar a articulação clara entre os níveis de competência e as observações diretivas e de apoio (Figura 11).

Figura 11- Matriz de maturidade BIM no Reino Unido



Fonte: Adaptado de Kassen e Amorim (2015)

Esse modelo de maturidade explica a evolução da estratégia, associando as ferramentas e os entregáveis ao nível de maturidade pretendido, sendo que no nível zero (Pré-BIM), os elementos gráficos são desenvolvidos em ferramentas 2D com materialização em papel. Com o gradual aumento da maturidade BIM, os elementos passam a ser modelados em 3D e a colaboração vai se intensificando, até atingir o nível de colaboração total, com integração total do BIM em serviços web, conectados em nuvem.

Desde a divulgação da estratégia governamental para BIM, em julho de 2011, o Reino Unido envolveu diversos atores líderes do modelo. Alguns deles têm a função de implementar elementos da estratégia governamental para BIM, enquanto outros são incorporados voluntariamente, por grupos de interesse, de modo que toda cadeia funcione para atendimento da estratégia sob o comando do governo (Figura 12).

Figura 12- Atores líderes do BIM no Reino Unido

Fonte: BAF (2013)

Para fazer funcionar a estratégia, o Governo do Reino Unido implementou uma cadeia de associações, como o grupo de trabalho BIM, Conselho da Indústria da Construção (CIC), grupo de empreiteiras do Reino Unido, entre outras.

Outra vertente inglesa para o desenvolvimento da tecnologia BIM foi o investimento em educação. Segundo relatório do Fórum Acadêmico do BIM, ou BIM Academic Forum (BAF), o Reino Unido apresentou, em junho de 2013, uma estrutura para as metas de aprendizado em programas de graduação e na pós-graduação (Kassen; Amorim, 2015), o que colaborou sobremaneira para a difusão e interesse da comunidade técnica no país.

2.7.3 Noruega

Na Noruega, as orientações ao uso de BIM estão compiladas no "Manual de Modelagem de Informações da Construção Statsbygg, agência de Defesa da Noruega. Essa entidade é a principal consultora do governo norueguês em edificações, além de ser a comissária, gerente e desenvolvedora de propriedade no assunto. Nesse país, as orientações do BIM se tornaram obrigatórias em todos os projetos públicos a partir de 2010. Embora já contemple iniciativas públicas ao uso da tecnologia, na Noruega não há arcabouço regulatório específico para BIM.

Nos últimos anos, tanto o setor público como o privado têm somado esforços na criação de manuais para a utilização da plataforma. Um exemplo de grande importância é o "Manual de Modelagem de Informações", que detalha as exigências básicas do BIM, bem como os princípios de modelagem e exigências específicas de áreas como arquitetura, estruturas, elétrica e paisagismo. Segundo Wong *et al.* (2009), o manual é utilizado pela Statsbygg para o controle de todo o ciclo de vida das edificações.

Quanto ao processo educacional, esse não é obrigatório no terceiro grau, nem exigido pelo governo. No entanto, iniciativas individuais e incentivos do setor privado têm promovido a disseminação do conhecimento (Kassem; Amorim, 2015)

2.7.4 China

Na China, como em muitos outros países, a construção civil é um setor extremamente fragmentado, e a utilização do BIM como metodologia de trabalho ainda não é consenso em todo o país (Cicco, 2018). De acordo com estudos realizados pela Associação da Industria da Construção da China em 2012, menos de 15% das trezentos e oitenta e oito empresas avaliadas faziam uso do BIM. De acordo com os líderes do setor, o principal motivo para a baixa adesão é a resistência apresentada pelas empresas à adoção de novos processos (Singh, 2017). Lá, os

incentivos governamentais se limitam a sugerir métodos de padronização e implementação da tecnologia, porém, sem torná-la obrigatória, razão que explica a baixa taxa de adesão pelas empresas.

Por outro lado, Cicco (2018) destaca uma tendência de crescimento do BIM no país para os próximos anos, impulsionado principalmente pelo caso de sucesso do Reino Unido. A autora aponta que os chineses estão interessados nas lições que podem ser aprendidas e adaptadas do caso britânico para atender às necessidades de seu mercado.

Herr e Fisher (2019) destacam que a adoção do BIM pelas indústrias chinesas de AEC difere dos modelos estrangeiros, adaptado para fluxos de trabalho lineares, em detrimento do trabalho colaborativo. Naquele país, a decisão de adoção do BIM pode ser impulsionada pela estratégia de inovação corporativa, em relação ao setor privado e pela pressão política governamental, no setor público (Wang, Liu e Liu, 2021).

Yang, Shao e Cao (2024) ilustram que a adoção da política BIM no país se relaciona positivamente com a escala regional da indústria da construção, em contrapartida se relaciona negativamente com a produtividade da indústria regional. Isso quer dizer que em comparação com as pressões públicas dos participantes da indústria, as pressões verticais do governo central e as pressões horizontais das regiões vizinhas são fatores mais substanciais para a adoção de políticas.

2.7.5 Brasil

No Brasil, o uso da tecnologia BIM iniciou em meados de 2002, nos escritórios de arquitetura. Desde então, o avanço da plataforma tem ocorrido de forma lenta, e com foco na fase de projeto no setor privado e com foco em edificações (Radüns; Pravia, 2013). Já no setor público, em especial para infraestrutura, a tecnologia não tem apresentado uso expressivo, sendo limitadas às grandes contratantes do setor público, com destaque para a Petrobras, a Companhia de Desenvolvimento Urbano da Região do Porto do Rio de Janeiro (CEDURP) e o Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), isso claro, por força da magnitude de seus projetos, sendo inclusive, em alguns casos, exigência expressa no processo licitatório (Miranda, 2019).

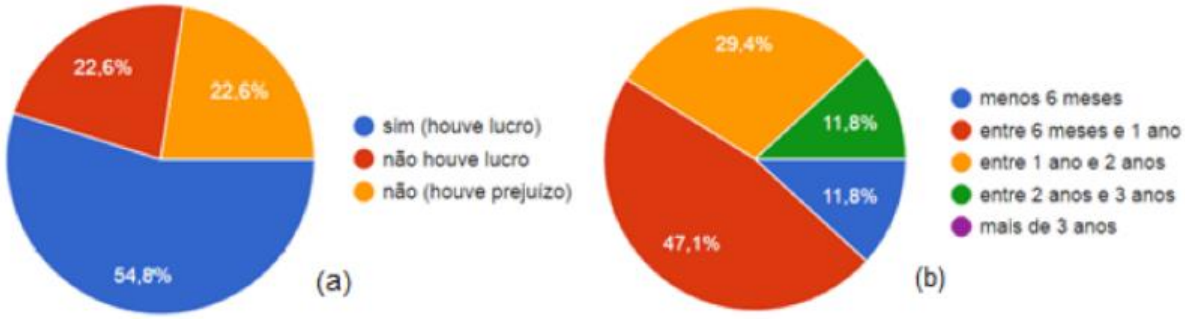
Barreto *et al.* (2016) em pesquisa realizada com cem empresas brasileiras do setor da AECO, aponta que apenas trinta e uma delas afirmaram fazer uso contínuo do BIM desde a sua implementação. Entre as demais empresas, oito alegaram o uso da tecnologia apenas para testes, enquanto sessenta e nove optaram por não fazerem uso do BIM. Essas empresas alegaram motivos como a falta de capacitação de profissionais e o alto custo dos softwares como fatores impeditivos ao uso, apontando para uma preferência pela utilização dos processos tradicionais frente ao BIM, conforme se apresenta na figura 13.

Figura 13- Na sua opinião, o quanto você acha que o BIM está presente no mercado brasileiro?

Fonte: Barreto *et al.* (2016)

No entanto, é relevante destacar que a mesma pesquisa apresenta que 55% dos entrevistados alegam que a implantação do BIM trouxe lucro para a empresa, e ainda que destes, 47% alegam que obteve o retorno financeiro ainda entre seis meses e um ano de uso, demonstrando que, na maioria dos casos, a implantação da plataforma, se bem aproveitada, não é apenas financeiramente viável como também tem o retorno do investimento rapidamente. Isso porque, nessa pergunta, foi considerado apenas o retorno direto. Se considerarmos o benefício indireto desse incremento de qualidade dos projetos e menor retrabalho, certamente o lucro seria ainda maior (Figura 14).

Figura 14- (a) A implantação do BIM foi viável financeiramente para a empresa? (b) Quanto tempo foi necessário para se obter o retorno do investimento?



Fonte: Barreto *et al.* (2016)

Em análise com projetistas do Estado de Pernambuco, Germano e Vasconcelos (2023) destacam que em função da complexidade do processo BIM, é importante a aceitação e incentivo pela alta administração da organização. Esse trabalho ainda conclui que, na localidade, pela percepção dos projetistas, ainda há um baixo aproveitamento da tecnologia, carecendo de mais empenho do corpo técnico em capacitação.

2.7.6 Incentivos legais e governamentais ao BIM no Brasil

No Brasil, a promulgação do Decreto nº 9.377 (Brasil, 2018) e Decreto nº 9.983 (Brasil, 2019) instituíram a estratégia BIM-BR. De forma continuada, a implementação da estratégia está detalhada no Decreto nº 10.306 (Brasil, 2020) e Decreto nº 11.188 (Brasil, 2024). Juntos, esses instrumentos legais incentivam à prática e difusão da tecnologia no país, em especial no setor público, objetivando estruturá-lo para capacitação, disseminação e uso do BIM, visando à obtenção de melhores resultados em produtividade, acurácia e transparência nas obras e serviços públicos.

O Decreto nº 10.306 (Brasil, 2020) traz, entre suas diretrizes, a implementação gradual em fases, de 2021 a 2028. A estratégia prevê para 2021 a implantação gradual do BIM em alguns órgãos da administração pública federal e que até 2028 sejam atingidos os contratos com recursos oriundos do Orçamento Fiscal e da Seguridade Social da União para obras e serviços de engenharia.

Essa estratégia do Governo, assim como a nova Lei de Licitações e Contratos Administrativos, a Lei nº 14.133 (Brasil, 2021) indicam a modelagem BIM como preferencial, com demais tecnologias ou processos integrados, oferecendo ao setor da Construção Civil brasileira o incentivo e a oportunidade de avançar na condução de suas obras públicas.

Há mais de uma década, a ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) vem trabalhando no conjunto normativo sobre o tema BIM, sendo que a primeira norma técnica, a ABNT NBR 15965:1 (ABNT, 2011) foi publicada em 2011. Em seguida, foram publicadas as partes dois, três e sete em anos subsequentes (ABNT, 2012, 2014, 2015) e ainda o desenvolvimento da NBR ISO 12006:2 (ABNT, 2018). Esse conjunto de normas visa garantir que os profissionais envolvidos na modelagem do projeto utilizem os termos com a padronização estabelecida pela norma e mantenham as informações de maneira compreensível por todos os envolvidos nas fases posteriores. Em outras palavras, a norma veio para colaborar a fim de que o uso do BIM seja realizado de maneira mais efetiva, sem divergência de informações entre as diversas fases de planejamento e execução.

Felisberto *et al*. (2021) ressaltam que a antiga lei de licitações brasileiras centralizava as decisões em função do menor custo. Há ainda, em função de suas características políticas e históricas, um arcabouço normativo denso e burocrático, que por vezes se superpõe a decisões de cunho técnico e não incentiva a inovação. Tal modelo de gestão intimida os profissionais, que guardam certo receio em serem arrolados em processos de responsabilidade pelos órgãos de controle e pode favorecer orçamentos e projetos inadequados.

Por essa razão, os ganhos da nova Lei de Licitações que incentivam o uso da tecnologia BIM, na área de projeto e execução de obras, podem ser bem importantes. No entanto, ainda existe uma lacuna no Brasil quanto a estudos que demonstrem esses benefícios, especialmente no setor público (Matos, 2016).

Diante desse contexto, faz-se necessário o desenvolvimento de estudos voltados para a avaliação dos impactos do BIM no setor público como uma alternativa para auxiliar o governo federal e seus órgãos de controle que buscam constantemente uma alternativa para a Administração pública melhorar a gestão, transparência e fiscalização de seus contratos.

2.8 As obras de Engenharia no setor público brasileiro

Para melhor compreensão dos princípios que regem o processo executivo de uma obra pública, no Brasil, é necessária uma análise ao seu arcabouço legal. Partindo do princípio da Constituição Brasileira, é estabelecido no artigo 37:

> *Art. 37. A administração pública direta e indireta de qualquer dos Poderes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios obedecerá aos princípios de legalidade, impessoalidade, moralidade, publicidade e eficiência.*

Logo, todos os atos públicos, nestes incluídos as obras, devem atender aos princípios implícitos da constituição, tais como: interesse público, razoabilidade, proporcionalidade, autotutela, finalidade, motivação e segurança jurídica. (Brasil, 1988)

Então, é condição para entendimento das obras públicas a abordagem dos seus instrumentos legais, tais como os contratos administrativos, convênios e contratos de repasse, licitações e contratações pelo Poder Público, bem como a investigação dos marcos normativos, legais e infralegais que regulam a celebração de tais instrumentos, e a partir desse conhecimento, entender onde está inserido o processo de projetos no setor de serviços e obras públicas, suas fontes de recursos, entre outros, para então conhecer os desafios e dificuldades da tecnologia BIM alvejando sua plena implementação e uso, dentro desse setor.

Segundo Linhares, Mendes e Lassance (2012) o federalismo é um traço importante do Estado brasileiro desde a Proclamação da República, em 1889. A demanda social crescente por obras e serviços públicos, assim como a autonomia dos entes federativos, notadamente a datar da Constituição de 1988, exigiu do Governo Federal o desenvolvimento de políticas de descentralização e transferência de recursos aos Estados e municípios, visto que o Estado Brasileiro não possuía a capilaridade necessária para atendimento aos anseios da população. Dentre as variadas formas de descentralização dos recursos federais aos Estados e Municípios, destacam-se as transferências constitucionais, legais e voluntárias. Neste trabalho iremos detalhar as transferências voluntárias, em especial os contratos de repasse e convênios, sendo estas as mais relacionadas ao objeto do presente estudo.

O Decreto-Lei 200/1967 definiu que convênio é uma das formas de descentralização da administração pública cujo objetivo é aumentar a capacidade de ação político/financeira dos entes federado (BRASIL, 1967). A atual conceituação de convênio surgiu através da Emenda Constitucional nº 19, que alterou o art. 241 da Carta Magna e que esteve a partir do Decreto 6.170/2007 a necessária complementação do conceito de convênios e contratos (BRASIL, 2007).

O convênio é um acordo que regula a transferência de recursos financeiros de dotações constantes nos Orçamentos Fiscal e da Seguridade Social da União. Deve ter como participantes, de um lado, órgão ou entidade da administração pública federal, autarquia ou fundação, e, de outro lado, empresa pública ou sociedade de economia mista a quais estejam gerindo recursos públicos dos orçamentos da União, visando à execução de programas de trabalho, projeto/atividade ou evento de interesse público recíproco, em regime de mútua cooperação. No âmbito do Decreto nº 6.170, de 25 de julho de 2007 (com dispositivos alterados pelos Decretos nº 6.329/2007, 6.428/2008 e 6.619/2008, e acrescidos pelo Decreto nº 6.497/2008), convênio é definido como:

> *"acordo, ajuste ou qualquer outro instrumento que discipline a transferência de recursos financeiros de dotações consignadas nos Orçamentos Fiscal e da Seguridade Social da União e tenha como partícipe, de um lado, órgão ou entidade da administração pública federal, direta ou indireta, e, de outro lado, órgão ou entidade da administração pública estadual, distrital ou municipal, direta ou indireta, ou ainda, entidades privadas sem fins lucrativos, visando à execução de programa de governo, envolvendo a realização de projeto, atividade, serviço, aquisição de bens ou evento de interesse recíproco, em regime de mútua cooperação. (BRASIL, 2007)*

O Contrato de repasse é o instrumento utilizado para a transferência de recursos da União para Estados, Distrito Federal ou municípios por intermédio de instituições ou agências financeiras oficiais federais destinados à execução de programas governamentais. Ele se assemelha ao convênio, entretanto, no contrato de repasse, as agências financeiras oficiais (principalmente a Caixa Econômica Federal) atuam como mandatárias da União para execução e fiscalização das transferências de recursos federais. Esse instrumento vem sendo utilizado pelo Governo Federal predominantemente para execução de programas sociais nas áreas de habitação, saneamento e

infraestrutura urbana e esportes, bem como nos programas relacionados à agricultura. Sobre o contrato de repasse, Campelo e Cavalcante (2014) destacam:

> *"O contrato de repasse é um instrumento administrativo pelo qual a transferência de recursos financeiros se processa por intermédio de instituição ou agente financeiro público federal, que atuará como mandatária da União, [...] (art. 1º, § 1º, inciso II e art. 2º, inciso I, do Decreto nº 6.170/2007). A União, ao nomear a mandatária, repassa recursos ao banco público que, mediante remuneração própria, fiscaliza a boa realização do objeto e operacionaliza os pagamentos às contratadas, nos moldes avençados no termo formal de ajustes subscrito pela instituição financeira e o órgão repassador."*

Os convênios celebrados até a data de 14/04/2008 atendem à Instrução Normativa nº 01/1997 da Secretaria do Tesouro Nacional (STN). Doravante, o regramento a ser observado é o Decreto nº 6.170/2007 (com alterações feitas pelos Decretos nº 6.329/2007 e nº 8.180/2013) e pela Portaria Interministerial n° 127/2008, do Ministério do Planejamento Orçamento e Gestão, da Fazenda e do Controle e Transparência.

Já os convênios e contratos de repasse assinados a partir de 06 de maio de 2016, estão sob a égide da Portaria Interministerial Nº 507/2011, que estabeleceu normas para execução do disposto no Decreto no 6.170/2007 e revoga a Portaria Interministerial nº 127/2008. Seu conteúdo também foi objeto de alteração pela Portaria Interministerial nº 424, de 30 de dezembro de 2016, a qual estabeleceu normas para execução do estabelecido no Decreto nº 6.170/2007, suprimindo a Portaria Interministerial nº 507/MP/MF/CGU, de 24 de novembro de 2011.

Atualmente, ainda permanecem em vigor alguns contratos da Portaria Interministerial nº 424, de 30 de dezembro de 2016, cujo conteúdo já sofreu alterações dadas pela Portaria Interministerial nº 101/2017, Portaria Interministerial nº 277/2017, Portaria Interministerial nº 451/2017, Portaria nº 558/ 2019 e Portaria nº 4481, de 23 de maio de 2022. Em 01/09/2023, entrou em vigor a novíssima Portaria nº 33/2023 que revoga a P424, no entanto, em função de alguns contratos em andamento, ambas convivem paralelamente.

Esse conjunto de regramentos estabelecem os procedimentos a serem observados para a execução de obras, serviços e aquisições, competências e responsabilidades, desde as primeiras etapas da transferência. Isso envolve orientações sobre o cadastramento de propostas de trabalho, aporte de contrapartida dos Plano de Trabalho e do Projeto Básico e Termo de Referência para a formalização do instrumento contratual e sua publicidade, a execução do contrato e a prestação de contas final.

A não observância desses regramentos ensejará a instaurações de Tomada de Contas Especial contra todos os responsáveis e a devolução aos cofres públicos dos recursos mal-empregados. As instituições mandatárias, como é o caso da Caixa Econômica Federal (CEF), é contrata e remunerada pelos ministérios para fiscalizar a execução contratual, desde a concepção dos projetos básicos às etapas de acompanhamento, de modo que os pagamentos sejam desbloqueados ao ente executor apenas após verificação e validação dos encargos pactuados no Plano de Trabalho. Campelo e Cavalcante (2014) citam:

> *"Ao Banco cabe avaliar, em detalhes, a boa execução do objeto, tanto qualitativamente, quanto quantitativamente. Se houve modificação do contrato para execução da obra desvinculando do objeto previamente aprovado no contrato de repasse, impõe-se postura interventora do Banco, comunicando ao órgão titular contratante eventual modificação no objeto, questionando-lhe sobre a aprovação a alteração. Deste modo, não se deve aprovar execução física desvinculada do plano de trabalho acordado; por sua vez, impende exigir que os contratos avençados representem a realidade fática projetada e pré-analisada pelo Banco. Nesse foco, a instituição deve verificar, como condição para a liberação de recursos, a aderência do contrato da obra (e seus aditivos) ao projeto executivo e ao plano de trabalho do empreendimento. Não se espera que a instituição interfira na realização da licitação. Considerando, contudo, que o Plano de Trabalho outrora aprovado avaliou a razoabilidade dos preços contratados, mesmo cuidado deve ser feito em cada aditivo firmado."*

2.9 Obras inacabadas e obras paralisadas

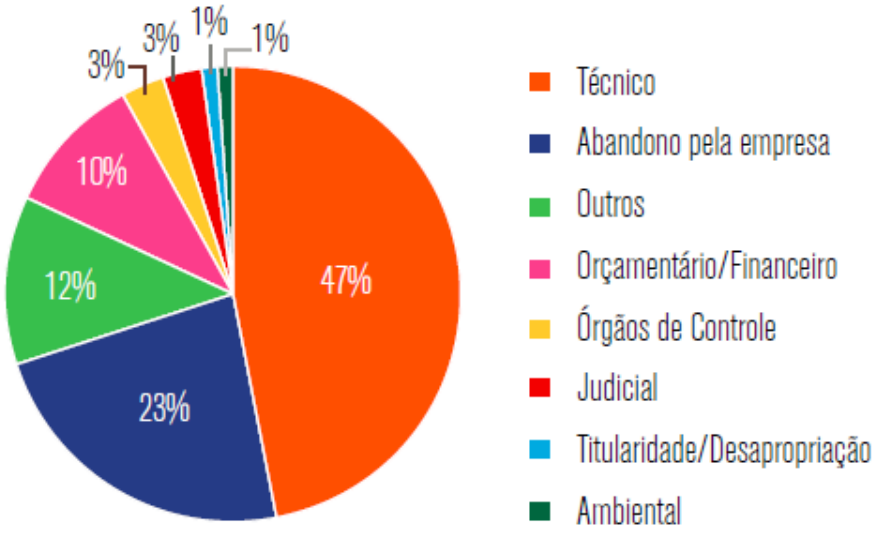
O número de obras públicas paralisadas no Brasil ainda é muito elevado, embora haja esforço do Governo Federal para essa resolução junto aos órgãos de controle. Segundo relatório de

auditoria sobre obras paralisadas do TCU (2019), das trinta e oito mil analisadas, catorze mil se apresentavam paralisadas. Juntas essas obras representavam, à época, um investimento previsto de R$ 144 bilhões, dos quais R$ 10 bilhões já haviam sido aplicados.

Altounian (2014) ressalta a divergência entre os termos “obra inacabada” e “obra paralisada”, essa última sugere a perspectiva de continuidade, enquanto a obra inacabada é apenas aquela que pode ter sido abandonada, em outras palavras, não há mais interesse em retomá-la ou mesmo condições para tal. O mau dimensionamento dos prazos para as obras públicas no país tem gerado uma série de transtornos na execução contratual desses empreendimentos.

As causas dessas interrupções são as mais diversas. A crise financeira e a política nos últimos anos contribuíram para um cenário negativo; entretanto, essas não foram a única razão de números tão vultosos. Falhas no planejamento e execução pela administração pública também implicam efetivamente para esse problema, gerando aumento dos custos previstos e do tempo de execução do serviço. Na auditoria do TCU, restou demonstrado que os fatores técnicos são os grandes responsáveis pelos insucessos dos empreendimentos (37%). Considerando que a segunda maior causa são os abandonos pela empresa (23%), e que o descaso pode estar relacionado também a fatores técnicos e/ou orçamentários, a grande fragilização dessa atividade denuncia uma engenharia precária (figura 15).

Figura 15- Causas de paralisações de obras brasileiras



Fonte: TCU (2019)

O resultado indica que uma melhor logística na fase de projeto e planejamento poderia mitigar o risco de paralisações, garantindo uma melhor efetividade na destinação dos recursos públicos e promovendo, dessa maneira, a continuidade das obras dentro do orçamento e prazo previstos.

Vargas *et al.* (2009) enfatizam que o Projeto de Engenharia deve ser elaborado por uma sequência preestabelecida e lógica de eventos, com início e fim bem delimitados. Carvalho *et al.* (2017) ressaltam que o objetivo básico de um projeto de construção é concluí-lo no prazo e dentro do orçamento, atendendo aos requisitos de qualidade estabelecidos e a outras especificações. Para atingir o propósito, os esforços devem ser contínuos, não sendo possível sem um sistema de planejamento e controle eficientes.

Assim, o não cumprimento de procedimentos técnicos e legais, no que diz respeito a projeto, pode acarretar uma série de problemas como interrupções no andamento da obra, gerando então, aumento nos custos previstos, atrasos e paralisações, bem como impactos diretos na qualidade de vida da população, visto que a ideia principal de obras públicas é oferecer melhorias para a sociedade, concentrando-se principalmente em obras de infraestrutura.

Segundo Gomide e Pereira (2018), o aumento de investimentos em infraestrutura é uma forma de favorecer o crescimento econômico e o bem-estar social. Investimentos dessa natureza são geradores de ganhos e de produtividade e estão relacionados à demanda da sociedade por bens e serviços públicos de qualidade.

Amaral e Vieira (2018) sinalizam a importância do planejamento na execução de um empreendimento:

> *"Sendo assim, é perceptível que uma obra sem planejamento está com poucas chances de êxito sem atrasos, imprevistos ou até acréscimo de custos. O planejamento deve ser feito analisando as condições atuais e também considerando o que virá depois, devem- se analisar as condições de início de uma obra e as condições que se terá no seu decorrer, de acordo com cada atividade, pois as condições tanto climáticas quanto econômicas mudam no decorrer da obra."*

Dimensionar toda a abrangência do problema das obras paralisadas é bastante complexo, pois envolve avaliar a importância dos bens e serviços comprometidos com a interrupção das obras, para que, dessa forma, seja possível apresentar a mensuração dos impactos. Estima-se que as obras públicas, paralisadas no Brasil, comprometam cerca de R$ 76 bilhões em recursos públicos (CBIC, 2016a).

2.10 O BIM no contexto das obras públicas

É importante salientar que existem diferenças substanciais entre os projetos executados na esfera pública em relação àqueles desenvolvidos nas organizações privadas, em virtude do envolvimento de inúmeros órgãos no setor público que detém uma cadeia de responsabilidades. Ainda nesse seguimento, é importante ressaltar o arcabouço legal e normativo ao qual deve ser obedecido em uma obra pública e as interferências de órgãos de controle nas operações, o que torna o processo público mais burocrático em relação ao setor privado (Pisa; Oliveira, 2013).

Essa organização do setor público é composta por entes responsáveis pelo planejamento e autorização, que por sua vez transferem os recursos para o executivo, o qual desenvolve os projetos propriamente, tendo interface com órgãos fiscalizadores e de controle externo, a exemplo do Tribunal de Contas da União (TCU) e do controle interno do Poder Executivo, exercido pela Controladoria Geral da União (CGU) (Pisa; Oliveira, 2013).

Ademais, há diferenças na maneira de gerir os recursos entre entes privados e públicos. No primeiro, os esforços são dispendidos para produção de bens e serviços visando à eficiência e à lucratividade, enquanto no setor púbico, o viés é a prestação de serviço de qualidade e eficiência, contando com uma variável política intrinsecamente ligada (Pisa; Oliveira, 2013).

Segundo Aragó *et al.* (2021), em estudo realizado na Espanha, os autores concluem que o BIM deve receber incentivos ao uso pelo governo e esse é um aspecto fundamental para avançar na implementação da tecnologia no país. Nesse estudo, é demonstrado que o uso de BIM é mais recorrente para a modelagem de projetos (75% dos usos) do que para estimativas de custo (63% dos usos). No entanto, o estudo mostrou que no setor público daquele país, o uso de BIM para estimativas supera a utilização no setor privado.

Já Aragó *et al.* (2021) e Valdepeñas *et al.* (2020) destacam as mudanças comportamentais como grandes desafios no uso da tecnologia. Esse resultado está intrinsecamente ligado à falta de capacitação e resistência à mudança em função do desconhecimento das vantagens da ferramenta. Trazendo essa realidade para o setor público, os desafios para implantação de mudança se tornam ainda maiores.

Nikal e Wodyński (2016), em estudo realizado na Polônia e República Tcheca, apontam que um dos fatores que mais atrapalha a revolução baseada em BIM é a incapacidade de cooperação da indústria da construção, muito mais que a carência de soluções tecnológicas. Essa percepção quanto à inércia do setor da AECO também é citada por Delgado *et al.* (2019) no Reino Unido.

De Souza *et al.* (2021) ressaltam que a falta de experiência profissional em BIM e a falta de familiaridade com os processos relacionados a sua tecnologia dificulta a transferência de conceitos da modelagem clássica para a gestão e coordenação BIM, apesar dos esforços governamentais, de órgãos da indústria e do meio acadêmico. De fato, Checcuchi (2019) demonstra que nas universidades brasileiras, de 2013 a 2018, o interesse por capacitação é crescente, embora o nível de maturidade, neste país, ainda seja incipiente, demonstrando que a academia está na vanguarda da difusão de conhecimentos.

Ainda no contexto brasileiro, o trabalho de Costa, Teti e Vasconcelos (2021) reforça que no Brasil a disseminação do uso do BIM ainda se encontra em estágios iniciais e aponta os fatores custo e formação de pessoas como desafios importantes para sua implantação em empresas da construção civil. Os autores citam estudos de Kassen e Succar (2017) e Souza *et al.* (2009) para essa conclusão. Medeiros, Figueira e Vasconcelos (2022) ressaltam a ligação entre o BIM e a virtualização de processos com objetivo de promover avanço tecnológico na construção civil brasileira.

3 METODOLOGIA

Esta seção está estruturada em três tópicos, de maneira que o primeiro descreve a delimitação da pesquisa, sua classificação e critérios, já o segundo trata da pesquisa exploratória, que foi realizada através de uma revisão sistemática de literatura (RSL) e o último tópico que descreve a pesquisa experimental.

O objetivo desta seção é descrever os métodos e procedimentos que auxiliaram o pesquisador na obtenção de respostas às suas questões de pesquisa, primeiro obtendo indicadores sobre o uso de BIM, nas obras públicas num contexto global, para então aplicar estes indicadores em uma pesquisa local.

3.1 Delineamento da pesquisa

Esta pesquisa se caracteriza como aplicada, segundo à natureza, conforme conceituação de Gil (2008), pois gerou identificação de um problema e a busca de soluções, visando atender a uma demanda social, que é o melhor desenvolvimento da tecnologia BIM.

Quanto aos objetivos, a pesquisa caracteriza-se como descritiva (Gil, 2008), pois apresenta o problema da baixa adesão do BIM no setor público e estabelece relações entre as variáveis (neste caso, os fatores críticos e as estratégias de mitigação), utilizando-se de técnica padronizadas de coleta de dados.

A estratégia foi utilizar a abordagem quantitativa para apoiar as hipóteses qualitativas. Essa combinação, segundo Flick (2009), fornece um quadro mais geral da questão em estudo, consequentemente uma maior confiabilidade dos resultados.

Para desenvolvimento deste trabalho foram executadas as seguintes etapas:

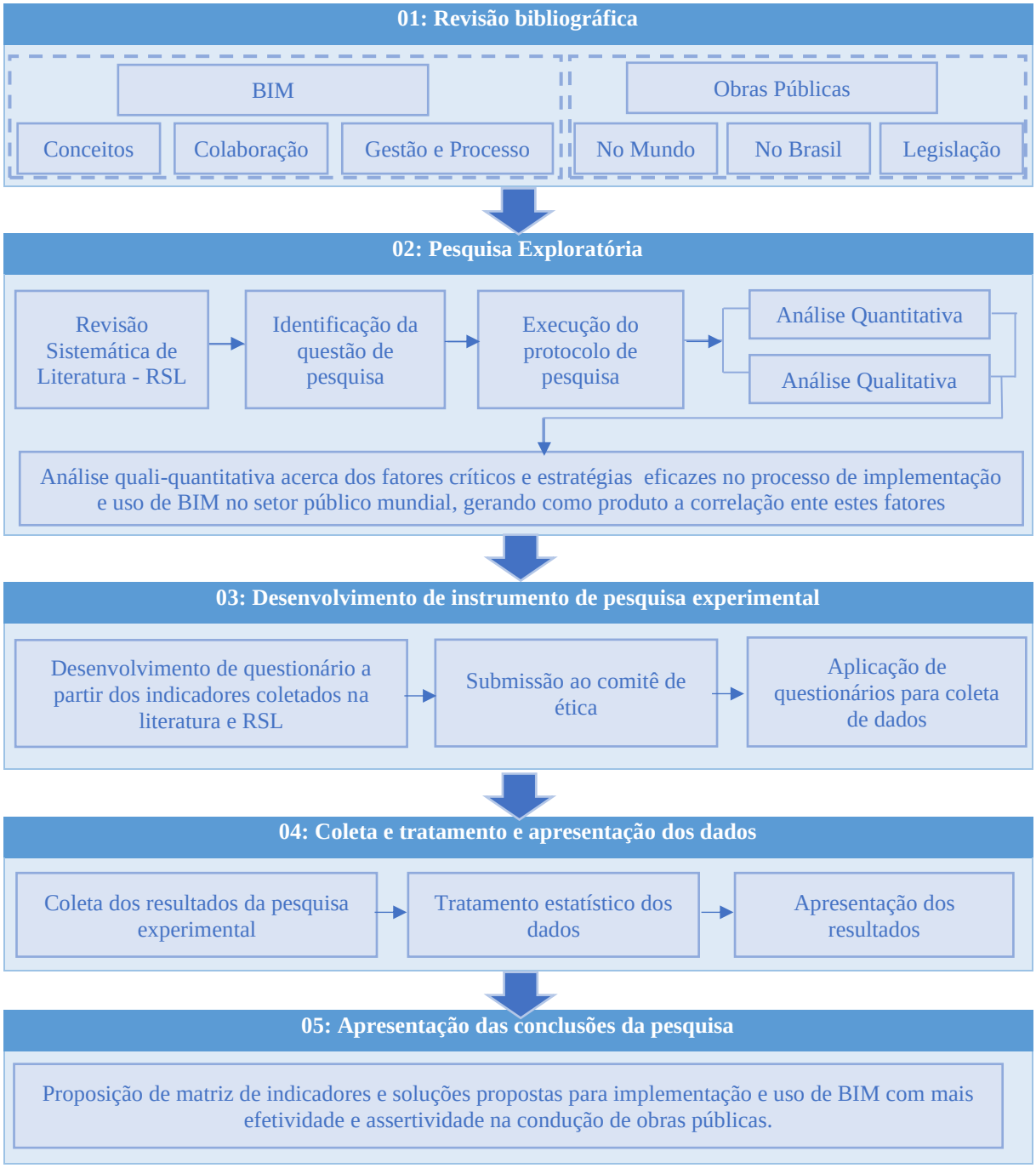
- Etapa 01: Revisão bibliográfica acerca dos dois eixos principais da pesquisa: A base conceitual do BIM relacionada ao processo de projeto e o estudo sobre o setor de obras públicas. A pesquisa bibliográfica abrangeu livros de autores consagrados, teses, dissertações e artigos sobre o tema. Foram empregadas as ferramentas de pesquisa de publicações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), Google acadêmico e web. O objetivo desta pesquisa foi explanar os principais conceitos sobre o BIM a serem abordados na pesquisa aplicada, assim como se levantar o contexto

atual do setor público relacionado ao desempenho e gestão das obras públicas, no contexto global e local, a fim e obter indicadores para uso na pesquisa aplicada.

- Etapa 02: Realização de pesquisa exploratória através de Revisão Sistemática de Literatura (RSL), apoiada no método PRISMA (2020), apresentando um estudo quantitativo e resultados qualitativos que servem de base referencial para as discussões do resultado da pesquisa aplicada.
- Etapa 03: Desenvolvimento de instrumento de pesquisa para coleta de dados em esfera local, contendo os parâmetros e indicadores identificados nas pesquisas feitas, na primeira etapa, e validado através da correlação entre as questões e os resultados coletados na RSL.
- Etapa 04: Coleta e tratamento estatístico dos dados, com consequente apresentação dos resultados da pesquisa experimental, encontrando interseções com a bibliografia consultada.
- Etapa 05: Apresentação das conclusões da pesquisa com a proposição de matriz de indicadores e soluções propostas para implementação e uso de BIM com mais efetividade e assertividade na condução de obras públicas.

Essas etapas foram desenvolvidas conforme o fluxograma da Figura 16.

Figura 16 - Fluxograma de pesquisa



Fonte: Autora

3.2 Materiais e métodos

Esta seção apresenta os métodos e técnicas utilizados para a pesquisa que resultou na coleta e análise de dados utilizados. A pesquisa iniciou através da revisão bibliográfica que definiu os termos de busca para a revisão sistemática de literatura, a qual, por sua vez, foi modelada pelo protocolo de pesquisa apresentado no Apêndice A.

Em seguida, a pesquisa experimental foi conduzida por um instrumento de coleta (questionário), submetido e aprovado pelo comitê de ética em pesquisa – CEP, cujos dados quantitativos foram tratados através de estatística clássica.

3.2.1 Revisão sistemática da literatura

Segundo Keele *et al.* (2007), revisão sistemática da literatura é um estudo secundário que busca identificar, avaliar e extrair interpretações baseadas em estudos primários, delimitados por uma área de pesquisa ou fenômeno de interesse, que busca classificar, analisar e elucidar os estudos relevantes, disponíveis e que tragam resposta às questões da pesquisa.

Esse tipo de estratégia é bastante relevante e confiável no meio acadêmico, visto que permite a rastreabilidade e reprodução do estudo e consegue fornecer um *background* amplo, atual e delimitado e pode, ainda, indicar lacunas de pesquisa ou direcionamento para estudos futuros.

A RSL iniciou com o planejamento do estudo delimitado através da elaboração de protocolo de pesquisa em que foram detalhados os critérios necessários para o desenvolvimento do trabalho. Nesse documento, o tema do trabalho foi transformado nas questões de pesquisa, que por sua vez foram detalhadas em termos de busca e sinônimos que, em conjunto com os critérios de seleção (exclusão e inclusão), resultaram na extração de dados pretendida.

A fim de auxiliar na definição do título, questão de pesquisa e palavras-chave foi utilizada a estratégia PICo: População (P), Interesse (I) e Contexto (Co). Com a definição desses critérios, torna-se possível a definição dos termos de busca a partir das questões de pesquisa (Akobeng, 2005). Para nosso tema de pesquisa: A população foi definida como os “Artigos de periódicos”, o interesse definido como “Implementação e gestão de projetos em BIM” dentro do contexto “Setor Público mundial”.

A partir deste critério PICo, foram definidos os termos de busca: *Building Information Modeling, BIM design; BIM methodology, collaborative work methodology, Implementation; management; Public works; design of public buildings; constructions of public works; public buildings, public agencies, public infrastructure design* .

Na fase da identificação da RSL, foram associados aos termos de busca definidos no protocolo os operadores booleanos “AND” e “OR”, para definir a “string” de busca: ("*BIM*" OR *building information modeling*) AND (*public works*" OR "*public agencies*" OR"*public buildings*" OR "*public infrastructure*").

Definido o protocolo de pesquisa, seguiu-se à etapa de execução da RSL que consistiu em identificar os estudos, realizar a seleção dos mesmos e a consequente extração dos artigos selecionados de acordo com os critérios pré-definidos no protocolo de pesquisa. Nessa etapa, foi possível fazer uso de ferramentas de gerenciamento de referências e gerenciar algumas funcionalidades no software Excel, de modo a garantir a rastreabilidade e reprodutibilidade do método de pesquisa.

Após as sucessivas eliminações pelos critérios de exclusão, foi possível obter uma sumarização dos estudos selecionados, com resumo das principais informações e conclusões dos estudos e realizar a tabulação dos mesmos, gerando gráficos, tabelas e outras ferramentas de visualização de resultados.

O protocolo de execução da pesquisa seguiu o fluxograma utilizado por Page *et al.* (2021), baseado no método que ilustra os Principais Itens para Relatar Revisões Sistemáticas e Meta-análises (PRISMA), ilustrado no quadro 3

.

Quadro 2 - Protocolo de pesquisa

(continua)

Item	Conteúdo
Objetivo	identificar no cenário global, as estratégias bem sucedidas e os fatores críticos relatados em experiências de implementação e gestão BIM, de modo a identificar os enfoques necessários para o desenvolvimento do BIM no setor público e auxiliar futuras pesquisas
Termos de busca	*Building Information Modeling, BIM design; BIM methodology, collaborative work methodology, Public works; design of public buildings; constructions of public works; public buildings, public agencies, public infrastructure design*

(continuação)

Item	Conteúdo
Bases de dados	ASCE *Library, Engineering Village, IEEE Xplore, Scielo, Science Direct, Scopus, Springer Link, Taylor & Francis, Web of Science e Wiley Online Library*.
Limitações	Publicações do tipo Artigos de periódicos, publicados de 2012 a 2022 e nos idiomas inglês, português e espanhol.
Critérios de inclusão	CI1: estudos primários que contenham os termos de busca no título, resumo ou palavras-chave.
Critérios de exclusão	CE1: artigos duplicados CE2: artigos que não sejam da área de AECO CE3: artigos que não tratem de implementação ou gestão de BIM CE4: artigos de revisão sistemática da literatura. CE5: artigos que não estejam disponíveis para leitura integral.
Questões da pesquisa	P1: O BIM no setor público mundial está sendo implementado e utilizado de maneira efetiva ou há fatores críticos que dificultam o bom desempenho? Quais são estes fatores? P2: Qual(is) foram as estratégias utilizadas na implementação e uso do BIM no setor público? P3: Qual(is) das estratégias ou enfoques que necessitam de maior aprofundamento? P4: Onde a ciência pode contribuir para a disseminação do uso de BIM para o setor público?

Fonte: Autora

De acordo com a metodologia PRISMA, a pesquisa consistiu das etapas de identificação, seleção, elegibilidade e inclusão. Para a definição das bases de dados, buscou-se identificar bases nacionais e internacionais que possuem grande acervo técnico e científico associada a bases especializada em engenharia e com periódicos de artigos indexados. No entanto, foram descartadas as bases de dados cuja busca inicial retornou menos de 20 (vinte) resultados, restando desta maneira, a partir da definição do protocolo e seguindo esse critério, as seguintes bases: *ASCE Library, Engineering Village, Science Direct, Scopus, Springer Link, Taylor & Francis e Web of Science*.

A partir da busca inicial nas bases de pesquisa e aplicando-se os critérios de exclusão e inclusão definidos no protocolo, após a eliminação dos estudos não aplicáveis, chegou-se a um número de selecionados, através dos quais são tabulados os dados para extração das análises quantitativas e qualitativas, e por fim, a escrita do relato analítico desses resultados. As análises qualitativas serão baseadas no método de Bardin (2016), que é um método consagrado de análises de conteúdo, enquanto os dados quantitativos serão tratados através da estatística clássica.

Os resultados desta RSL foram segregados em duas seções, sendo primeiramente apresentada a abordagem quantitativa, o que corresponde ao levantamento bibliométrico e a abordagem qualitativa, que apresenta a análise do conteúdo e resultados dos estudos selecionados.

Com o resultado da RSL, foi possível tabular os dados de maneiras distintas, visando obter resultados de pesquisa sob diversas óticas. A pesquisa bibliométrica busca realizar uma análise quantitativa, e seus resultados se apresentam de maneira gráfica e intuitiva, de maneira que é possível identificar os principais caminhos, temas, locais de publicação e outras informações relevantes, sobre o conjunto de estudos selecionados.

A pesquisa qualitativa, por sua vez, trouxe a abordagem mais analítica sobre o recorte mais aprofundado do tema, e sobre ela foi possível a realização de meta-análises inferenciais, a partir da análise de conteúdo, que puderam colaborar com aspectos conclusivos sobre os critérios definidos. Essa sumarização foi realizada no software Excel, coletando os dados a respeito de cada publicação, tais como: temática das pesquisas, metodologia empregada, público-alvo, dificuldades encontradas e boas práticas, de modo a correlacioná-las e possibilitar a extração de conclusões.

A partir dos resultados qualitativos foi possível correlacionar os fatores críticos às estratégias bem sucedidas, de modo que se possa apresentar graficamente os achados da RSL.

3.2.2 Pesquisa experimental

A metodologia da pesquisa experimental consistiu na realização de uma pesquisa de opinião utilizando um formulário, cujos dados foram tratados qualitativa e quantitativamente. A pesquisa de opinião foi classificada como descritiva-exploratória e qualitativa, de abordagem transversal, uma vez que a coleta foi realizada em uma única ocasião (Sampiere; Collado; Lucio, 1991).

Para a coleta de dados, o método utilizado foi uma *Survey*, que busca obter características de uma determinada amostra de pessoas, representando a população-alvo, por meio da aplicação de questionário.

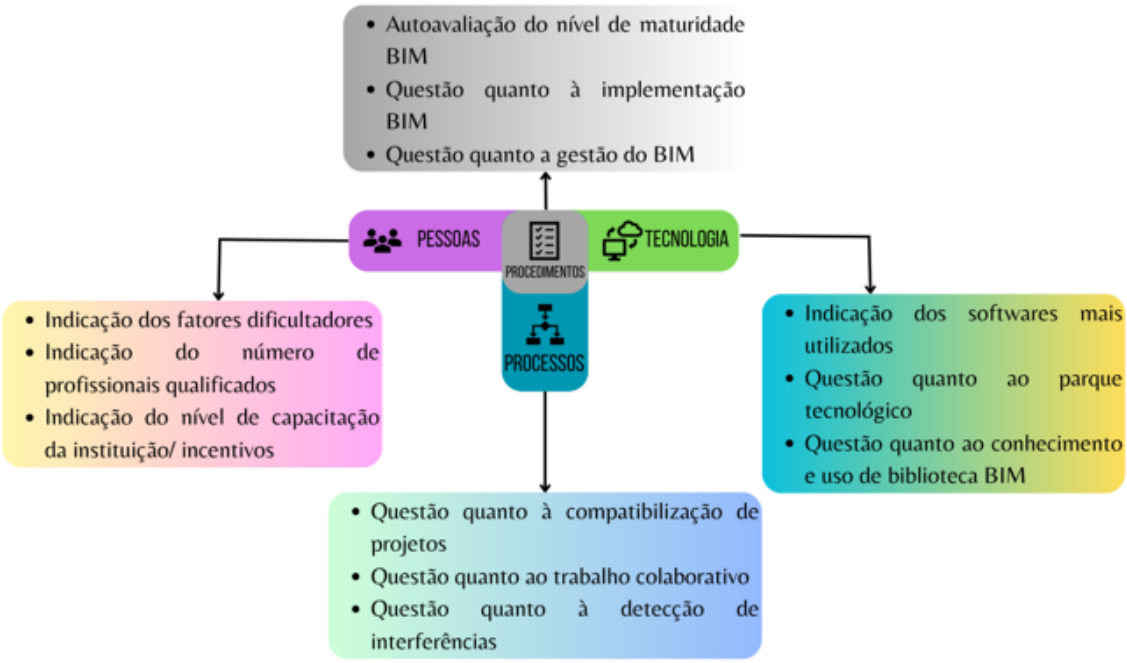
3.2.2.1 Instrumento de coleta de dados: questionário

Para a estruturação do questionário, as perguntas foram organizadas em seções, relacionadas aos mesmos grupos de fatores encontrados na RSL. Esses agrupamentos estão relacionados aos "fundamentos" do BIM definidos por Succar (2009) e ratificados pela ABDI (2017): fundamentalmente pessoas, processos e tecnologia que se fundem em procedimentos.

As questões foram então adaptadas da literatura existente, sendo algumas perguntas extraídas dos trabalhos de mapeamento da maturidade BIM realizados pela ABDI nos anos de 2020 e 2022 (ABDI, 2020; 2022). Outras questões foram adaptadas a partir do trabalho realizado no Reino Unido para diagnóstico do BIM naquele país (Khosrowshahi; Arayici, 2012).

Compiladas as questões, as mesmas foram estruturadas em sessões, conforme os fundamentos do BIM preconizados por Succar (2009). A estrutura do questionário segue detalhada na Figura 17.

Figura 167 - Estruturação do questionário de pesquisa com base nos fundamentos BIM



Fonte: Adaptada de Succar (2009); ABDI (2017)

O questionário foi estruturado no formato *Google Form* (Apêndice C), cuja parte inicial contribuiu com a caracterização do ente público e sua autoavaliação (seção A). Em seguida, a seção B solicitou que o respondente avaliasse a sua própria instituição, segundo os seus próprios

conceitos e percepção da tecnologia BIM, quanto ao nível de maturidade e aspectos de uso da informação.

A seção C trouxe questionamentos sobre o acervo tecnológico, enquanto a seção D abordou os aspectos de treinamento e capacitação de pessoal. As seções E e F abordaram aspectos do processo de projeto, incluindo elementos específicos de conhecedores do BIM, como as bibliotecas.

As seções que se seguem (G e H) trataram de implementação e Gestão de projetos, nesse caso, com uma abordagem específica quanto aos processos executivos da instituição e seus esforços para implementação da tecnologia assim como do gerenciamento da informação.

A pesquisa de opinião foi submetida e aprovada através de projeto de pesquisa cadastrado na Plataforma Brasil para avaliação dos aspectos éticos referentes à pesquisa com seres humanos. Para essa análise, o projeto de pesquisa foi desenvolvido com base nas recomendações da resolução 466/2012-CNS/MS e Ofício Circular Nº 2/2021/CONEP/SECNS/MS, tendo sido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), conforme o parecer apresentado no Apêndice B. A coleta de dados foi realizada no mês de agosto de 2023 através da aplicação do questionário estruturado com perguntas objetivas.

3.2.2.2 Definição da Amostra

A amostragem é uma técnica estatística utilizada para pesquisa em que se queira representar o comportamento de uma população de forma confiável, mas não se dispõe dos recursos financeiros e do tempo necessário que um censo exige (Ghiraldini, 2017). No caso da pesquisa em comento, optou-se pela técnica de amostragem, uma vez que seria pouco provável obter as respostas de toda a população.

Dando continuidade aos estudos anteriores que exploraram o nível de maturidade BIM, na indústria da Construção Civil brasileira (ABDI, 2020;2022) ou ainda em empresas públicas de fomento a projetos, a exemplo da Caixa Econômica Federal (Ferrari, 2016), a presente dissertação pretendeu abordar outro agente da cadeia do setor público.

O convite para participação na pesquisa foi encaminhado às secretarias de obras e/ou de projetos de prefeituras e governo do Estado de Pernambuco. Os municípios que não possuíam contato nas secretarias, o e-mail foi endereçado ao gabinete do gestor municipal. A lista de distribuição foi montada pela autora da pesquisa a partir de cadastro dos entes municipais presente nas Gerências de Governo da Caixa Econômica Federal de Pernambuco, local de trabalho da autora. O convite foi então encaminhado aos 187 municípios de Pernambuco, sem aviso de recebimento e com possibilidade de encaminhamento a um outro designado, de modo que, de cada prefeitura fosse possível obter uma resposta. Segundo Gil (2008), esse tipo de amostragem caracteriza-se como estratificação, seleção de uma amostra de um subgrupo da população considerada .

A verificação da validade da taxa de respostas foi feita com auxílio da fórmula de Rea e Parker (2000) para pequenas populações:

$$n = \frac{Z_\alpha^2 \cdot s^2}{C_i^2 + Z_\alpha^2 \cdot s^2 / N - 1}$$

Onde:

Z = Nível de confiança em unidades de desvio padrão;

s = Desvio padrão da distribuição da amostra única;

Ci = Intervalo de confiança em termos de escala de intervalo;

N =Tamanho da população

Admitindo-se, simplificadamente, que a população é homogênea em termos de percepção, não admitindo divergências em relação ao cargo/função nem ao nível hierárquico do respondente, foi utilizada a mesma estratégia de amostragem de Bastos (2006). Seguindo a própria metodologia, foi adotado o intervalo de confiança de 95%, assim o Zα foi fixado em 1,96 de acordo com a Tabela 1. Segundo Rea e Parker (2000), "Ci" costuma ser fixado em 0,3, considerando-se as escalas de intervalo igual a 1 para a variável em estudo. Com relação ao desvio padrão da população, estimou-se em 0,833, a partir de cinco intervalos de escala e seis desvios padrão para a distribuição de toda a população.

Tabela 1 – Níveis de confiança da amostra para pequenas populações

Nível de Confiança %	Índice Z
68	1
90	1,645
95	1,96
95,5	2
99	2,575

Fonte: Rea e Parker (2000)

Com isso, considerando uma população de N=187, Ci = 0,3 e s = 0,833, tem-se que o número mínimo de respostas deveria ser 25 (vinte e cinco) para validar a amostra.

3.2.2.3 Aplicação de formulário

Após a estruturação do formulário *online,* o mesmo foi enviado por e-mail com origem da caixa postal da pesquisadora, sendo do tipo semi-estruturado por conter predominantemente respostas objetivas com poucos campos para dissertar, demandando pouco tempo para resposta. No formulário eletrônico, não foi solicitado nome, reforçando o fato de que ninguém fora identificado. A única informação particular relevante foi a citação do município de atuação, informação pertinente para o traçado do mapeamento estadual. Vale salientar que não houve quaisquer tipos de prejuízos para os participantes da investigação.

Após elaboração do formulário eletrônico de pesquisa, foi possível encaminhá-la para o público-alvo, de modo que fosse respondida pelos agentes que estejam envolvidos e inteirados com o processo de implementação BIM ou Gestão de Projetos. Os participantes receberam mensagem de e-mail, em grupos de e-mails em lista oculta, na qual constava a apresentação da pesquisa, a equipe responsável e o link, gerado pela plataforma *Google Forms*. Ao acessar o formulário, os participantes foram informados sobre a natureza, objetivos, riscos, limitações e aspectos éticos da pesquisa. Após leitura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido — TCLE e a sua anuência à pesquisa, o participante teve acesso ao formulário de respostas.

A forma de obtenção de dados ocorreu em meio digital, a partir do aplicativo da plataforma *Google forms* que armazena os dados e oferece uma apresentação gráfica simplificada e intuitiva. Por essa razão, alguns dos resultados foram expressos graficamente utilizando as próprias ferramentas da plataforma.

3.2.2.4 Tratamento dos dados

Após a finalização da aplicação do formulário, as informações qualitativas serão tratadas estatisticamente conforme o Método de Bardin (2016), que consiste na divisão dos resultados em três fases. A primeira consiste em uma pré-análise das ideias iniciais, organizando os dados obtidos. Na sequência, é feita a exploração do material que consiste em explanar todos os dados organizados na fase anterior. E por último, o tratamento dos resultados, inferência e interpretação que são os resultados brutos organizados conforme melhor entendimento dos pesquisadores.

Tendo em vista que os dados são objetivos e de natureza comportamental, na fase de tratamentos dos dados, foi utilizada a estatística descritiva, visando entender fenômenos comportamentais da população com base no estudo da amostra (Santos, 2018). Tal método, associado à técnica de Controle Estatístico do Processo (CEP), auxilia tanto a explicar o objetivo principal de estudos quanto a obter confiabilidade nos dados, a partir do momento que possibilita o monitoramento das características de interesse, assegurando que elas irão se manter dentro de limites preestabelecidos e indicando quando devem ser tomadas ações de correção e melhoria (Ribeiro; Ten Caten, 2012). No caso da presente pesquisa, o CEP foi utilizado para minimizar as falhas no resultado, através da triagem da amostra para sua posterior validação. Por exemplo, respostas duplicadas do mesmo município foram descartadas.

Rodrigues, Andrade e Gris (2022) sugerem que o diagnóstico da organização precede o Plano de Implementação BIM e que a compreensão da organização pública passa pela alta gestão e também pela percepção dos colaboradores. Dessa forma, a pesquisa de opinião serviu de *background* para desenvolvimento do diagnóstico e do guia orientativo para os entes públicos envolvidos na pesquisa.

3.2.2.5 Desenvolvimento do guia

Segundo Leusin (2021), o processo de implementação é mais duradouro e perene se houver um conhecimento pela instituição de suas possibilidades e desafios.

Ao mesmo tempo, ao longo das últimas décadas, os governos atuaram como incentivadores e colaboradores no processo de difusão de novas tecnologias aplicados à gestão de projeto. Com a divulgação e conscientização dos resultados obtidos, consolidou-se o interesse dos gestores públicos em aderir às oportunidades tecnológicas (Alves, 2021).

Assim sendo, de forma alinhada com a estratégia BIM-BR, este estudo apresenta como produto um guia orientativo específico para a área de abrangência da pesquisa, dirigido aos gestores públicos municipais.

Esse guia orientativo foi construído com base no perfil médio das organizações estudadas, utilizando o nível de profundidade adequado ao grau de maturidade encontrado e teve a pretensão de envolver os diversos autores da instituição. Tal direcionamento para os líderes das organizações foi indicado por Rodrigues, Andrade e Gris (2022) quando estudaram o processo de implementação BIM no setor público em Pernambuco.

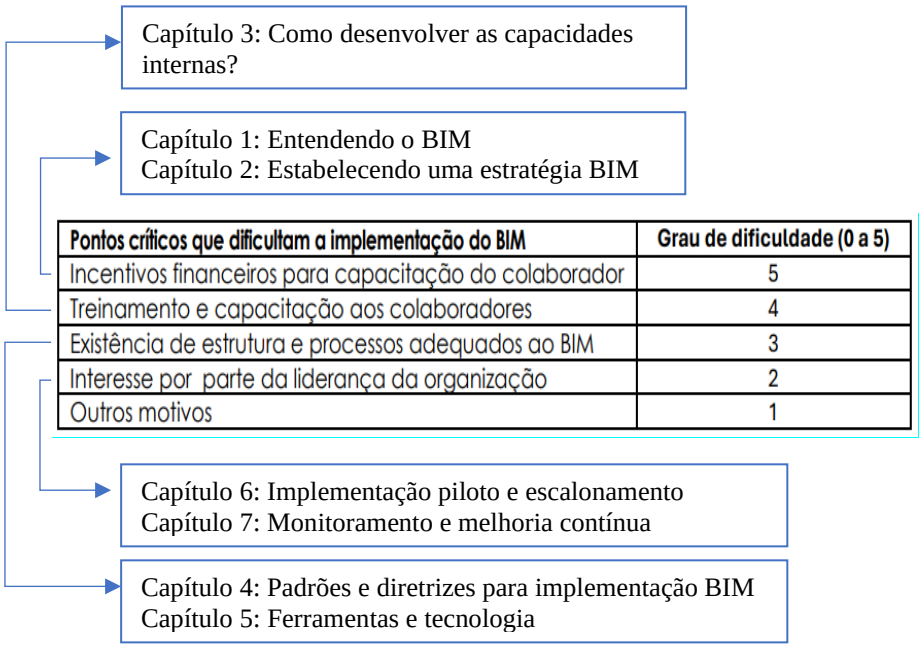
Desde então, o guia aqui proposto foi elaborado com base nos elementos e achados da pesquisa e da literatura existente, contendo as seguintes contribuições:

- Manuais Existentes, tais como os manuais da ABDI (2017) e da CBIC (2016) e outras iniciativas brasileiras (Manual BIM PR);
- Resultados da Revisão Sistemática da Literatura, que foi feita em âmbito global e serviu para aferir os achados da pesquisa local, e
- Resultados da Pesquisa de Opinião, que foi determinante para definir os tópicos de abordagem do guia

A estratégia para difusão do guia visou a uma abordagem *top-down*, ou seja, espera-se que a iniciativa de implementar o BIM parta de uma entidade governamental com a devida autoridade para assim impulsionar sua organização. Na perspectiva top-down, a iniciativa de implementação parte do topo da cadeia de comando da organização – gestão executiva ou gestão de topo *(top)* – e recorrendo à autoridade que lhe caracteriza; os esforços de implementação são difundidos ao longo do resto da estrutura organizacional *(down)* até à gestão operacional. (Succar, 2014).

Em termos de estruturação, a partir de cada ponto crítico destacado nos achados da pesquisa foi associada um ou mais capítulos, conforme diagrama abaixo:

Figura 18: Diagrama de estruturação do Guia BIM



Pontos críticos que dificultam a implementação do BIM	Grau de dificuldade (0 a 5)
Incentivos financeiros para capacitação do colaborador	5
Treinamento e capacitação aos colaboradores	4
Existência de estrutura e processos adequados ao BIM	3
Interesse por parte da liderança da organização	2
Outros motivos	1

Fonte: Autora

Assim, cada tópico destacado correspondeu ao desenvolvimento de uma estratégia no guia. O ponto de partida foram as principais questões críticas apontadas pelos respondentes. Doravante a importância dada aos temas, foram selecionadas, na literatura existente, as diretrizes correspondentes, organizadas em capítulos.

Ao passo complementar, foram introduzidos diagramas, gráficos e mapas mentais de maneira que o guia disponha leitura fácil e atinja, nesse primeiro momento, os gestores municipais, os quais não são técnicos. O intuito do guia é demonstrar, de forma intuitiva, as vantagens do uso da tecnologia BIM associado ao processo de projeto local a fim de que em uma segunda onda, seja possível desenvolver um material mais técnico.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os objetivos da presente pesquisa foram desenvolvidos a partir da análise de conteúdo sustentada pela literatura, partindo da resposta à questão inicial da investigação que embasou e validou a pesquisa de opinião. Esta, por sua vez, definiu o cenário atual de desenvolvimento regional no tema BIM e serviu de referencial para delimitação das diretrizes propostas no guia para implementação, detalhado ao final da seção.

4.1 Revisão sistemática de literatura - RSL

Os resultados desta revisão sistemática foram segregados em duas seções, sendo primeiramente apresentada a abordagem quantitativa, o que corresponde à análise bibliométrica, seguida da abordagem qualitativa, apresentando a análise do conteúdo e resultados dos estudos selecionados.

Na fase da identificação, nas bases de dados selecionadas no protocolo de pesquisa, foram encontrados setecentos e oitenta e nove resultados, conforme ilustrado na Figura 19, sendo duzentos e trinta e dois resultados utilizando a base de dados Science Direct, 55 na *Scopus*, 37 na *Engineering Village*, 50 na *Web of Science*, 48 na *Springer Link*, 159 na *Taylor & Francis* e 208 na ASCE Library.

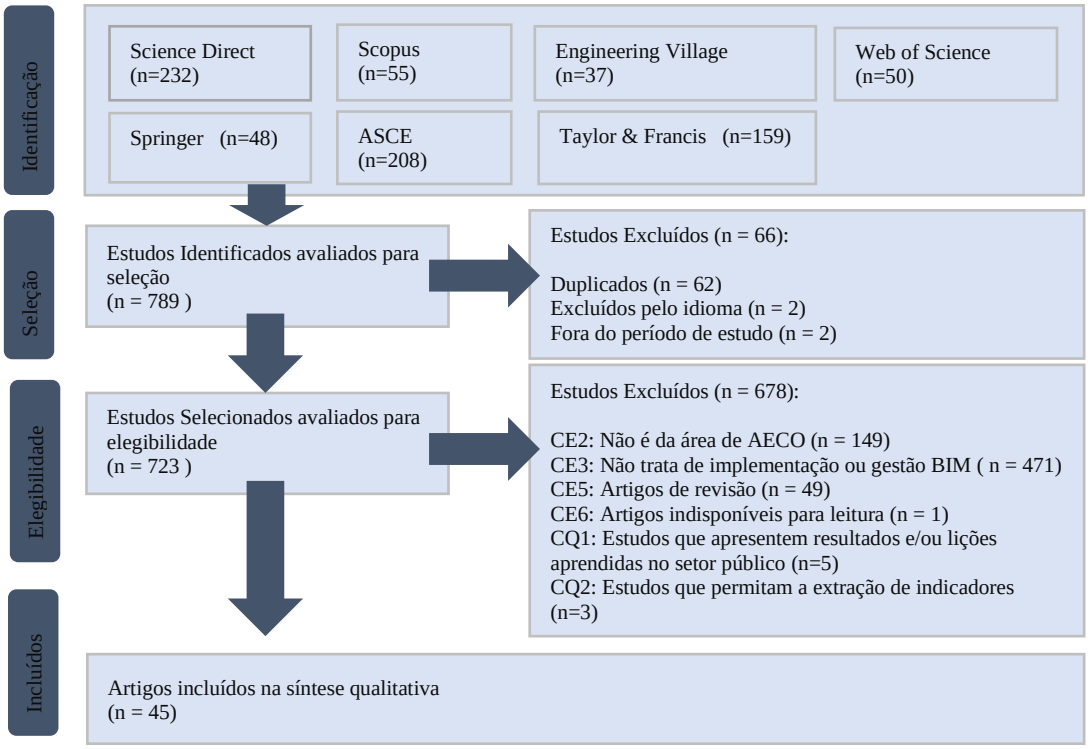
Ainda nessa fase, realizou-se pesquisa nas bases de dados, utilizando a *string* definida, fazendo uso dos filtros programados nas bases para aplicação das limitações da pesquisa. Dessa forma, foram excluídos os estudos que não são artigos de periódicos, assim como os estudos fora do período definido (2012-2022).

A limitação quanto ao idioma foi aplicada na fase de seleção, e os estudos duplicados (CE1) foram identificados através da ferramenta de filtro do Microsoft Excel. Através dela foram detectadas as repetições entre as bases de dados e mantido apenas um exemplar de cada estudo.

Em seguida, na fase da seleção dos trabalhos, ao restringir apenas artigos em português, inglês ou espanhol e excluir os duplicados, restaram setecentos e vinte e três artigos elegíveis. Através da leitura dos títulos e resumos dos artigos foram excluídos os artigos que não são da área da AECO (CE2), assim como os estudos que são da área, porém não tratam de implementação e

gestão BIM (CE3) e ainda, dos artigos de revisão sistemática (CE4). Também foram excluídos os estudos cujos textos estavam indisponíveis para leitura integral (CE5), tendo em vista que o estudo não prevê recurso para aquisição de estudos por vias particulares, mas apenas com acesso pela instituição de ensino. Após concluída a etapa de seleção, após exclusão de seiscentos e setenta artigos, os cinquenta e três remanescentes foram incluídos para realização da síntese quantitativa e qualitativa. Na etapa de leitura integral dos cinquenta e três selecionados, ainda foram excluídos oito estudos pelos critérios de qualidade CQ1 E CQ2, resultando então em quarenta e cinco estudos para sumarização e relato qualitativo.

Figura 19 - Diagrama PRISMA

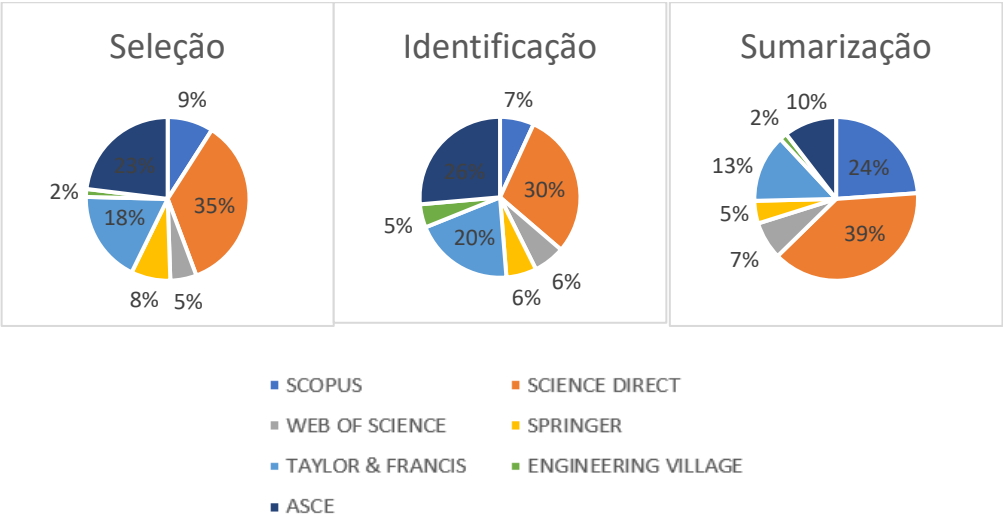


Fonte: Autora

4.1.1 Resultados Quantitativos

Na Figura 20 tem-se uma relação do número de artigos selecionados pela quantidade de resultados obtidos em cada base de dados, identificando aquelas mais eficientes no tema da pesquisa.

Figura 20- Eficiência das bases

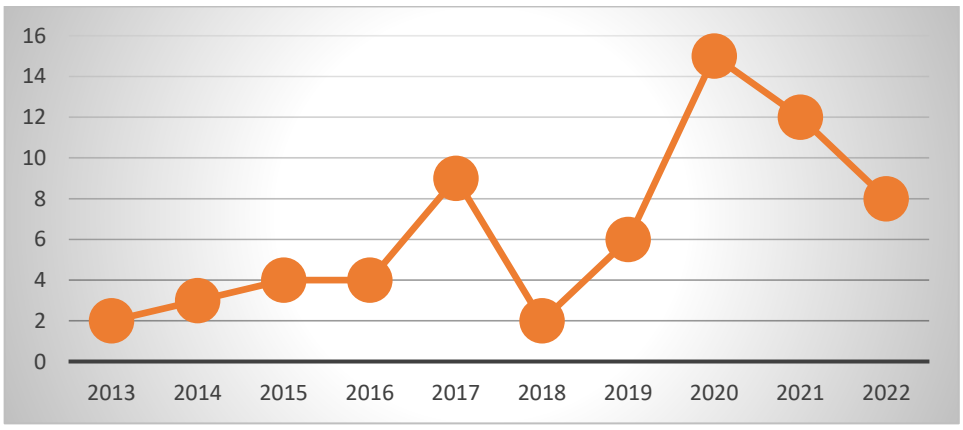


Fonte: Autora

A *Science Direct* foi a base de dados que obteve uma maior eficiência, com 39% dos seus resultados de busca selecionados para a síntese qualitativa, seguido pela *Scopus* (24%), *Taylor & Francis* (13%), ASCE (10%), *Web of Science* (7 %) e *Science Direct* (2%). A razão que motivou a baixa quantidade de selecionados na base *Engineering Village* foi a grande quantidade de artigos duplicados em relação a outras bases verificadas anteriormente. Importante destacar que o comportamento do gráfico desde a identificação até a elegibilidade se manteve aproximadamente na tendência, denotando uma estabilidade das bases *Science Direct* e *Scopus* como abrangente para o tema da pesquisa.

A Figura 21 apresenta a análise temporal dos artigos selecionados na pesquisa, entre os anos de 2012 e 2022, que foi o período de publicação determinado no protocolo de pesquisa. Acentuamos que a pesquisa teve como limite a data de 23/08/2022.

Figura 21 - Período de publicação

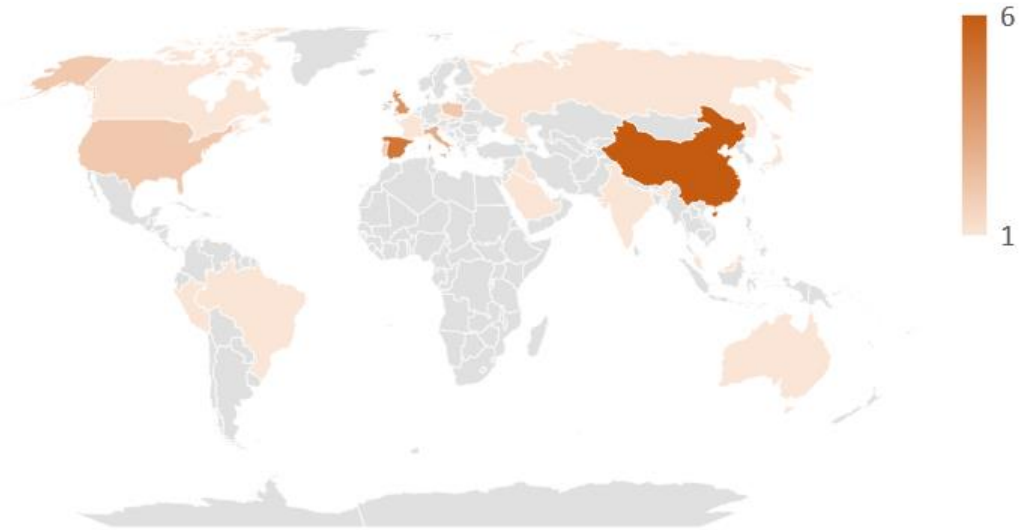


Fonte: Autor

O gráfico demonstra que o número de publicações em torno do tema BIM no Setor público esteve em tendência crescente desde 2012, apresentando queda em 2018 e tendo um expressivo aumento em 2020. Desde esse pico, o tema vem apresentando declínio na quantidade de estudos.

Também foi analisada a distribuição geográfica das publicações selecionadas. A Figura 22 apresenta as localidades (países) de aplicação da pesquisa, cujo gráfico de calor apresenta tonalidade mais escura quanto maior o número de estudos.

Figura 172- Mapa de calor dos países de aplicação da pesquisa



Fonte: Autora

O gráfico apresenta destaque para a China, com oito publicações na temática da pesquisa, seguida pela Espanha cinco (5), Reino Unido quatro (4), Itália três (3), Israel, Polônia, Portugal, Suécia e USA duas (2), e as demais localidades destacadas com um estudo. As áreas em cinza não apareceram nessas publicações.

Na Figura 23 é apresentada a relação das palavras-chave presentes nos artigos da análise qualitativa. A amplitude de palavras-chaves encontradas pode favorecer o aprofundamento de futuras pesquisas em temáticas mais específicas envolvendo o uso de BIM.

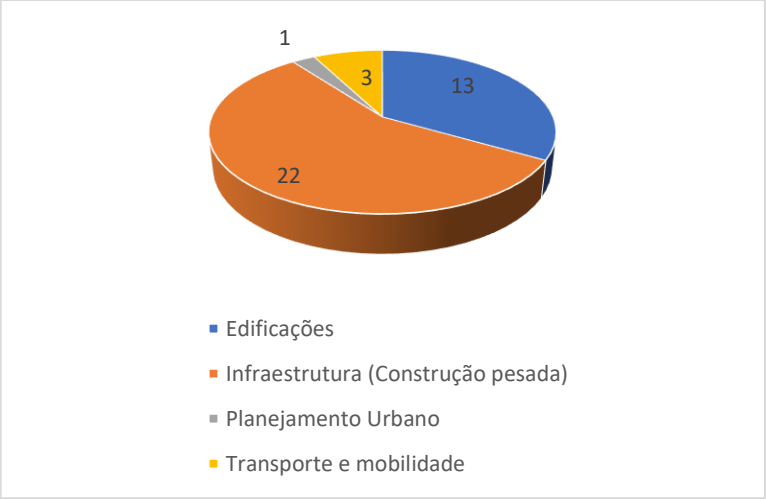
Figura 183- Nuvem de palavras-chave consolidada

Fonte: Autora

O acrônimo BIM aparece como o principal destaque, assim como seus derivados “BIM adoption” ou “BIM design” ou ainda os termos isolados “Information modeling” e sinônimos. Porém, é importante destacar os temas que apareceram com certa frequência na pesquisa, a saber: *construction*, *maturity*, *management*, *adoption*, *innovation*, entre outras que denotam a temática da gestão e implementação de BIM, não se tratando de modelagem.

A fim de correlacionar os resultados com o universo amostral dos estudos selecionados, a figura 24 demonstra os subsetores da construção civil onde os estudos foram aplicados.

Figura 194 - Subsetor da Construção Civil objeto dos estudos selecionados



Fonte: Autora

Os resultados demonstram que o setor de infraestrutura tem mais aplicabilidade por se tratar de um enfoque no setor público mundial, onde nesse contexto as obras públicas são mais voltadas para essa frente de atuação. Em segundo plano aparecem as edificações representadas pelos prédios públicos (não habitacionais), principalmente relacionadas às ações de manutenção e *retrofit*. Os demais subsetores não expressam grande relevância no universo amostral estudado.

4.1.2 Resultados Qualitativos

Os estudos selecionados demonstram que os obstáculos para implementação efetiva do BIM estão predominantemente concentrados nas dimensões pessoas, processos e recursos, conforme indica Succar (2009) e ABDI (2017), e que especificamente para o setor público surgem outros dois fatores de destaque que são relativos à gestão e às iniciativas do setor público (Chien; Wu; Huang, 2014). Dessa maneira e com base nesses parâmetros, foram classificados os fatores críticos nos seguintes grupos: pessoas, processos, recursos, poder público e gerenciamento, conforme Quadro 04, onde estão representados de forma sintética os resultados e conclusões das pesquisas. Foram classificados e agrupados os fatores críticos com um código FC-N (N=1, 2, 3...), de modo a facilitar a apresentação da correlação desses fatores com as estratégias que serão apresentadas em seguida.

Quadro 3 - Fatores críticos para uso de BIM

(continua)

Grupo	Fator crítico	Código	Referências
Pessoas	Número de profissionais habilitados não supre a demanda do mercado	FC-1	Chien; Wu; Huang (2014); Juszczyk; Výskala; Zima (2015); Youkhanna Zaia; Mustafa Adam; Heeto Abdulrahman (2022); Pakhale; Pal (2020); Vass; Gustavsson (2017); Saka; Chan; Mahamadu (2022); Ai Lin Teo (2018)
	Dificuldade na transição do fluxo de trabalho	FC-2	Chien; Wu; Huang (2014); Pakhale; Pal (2020)
	Atitude, vontade e interesse em utilizar BIM, Resistência à mudança	FC-3	Xu; Feng; Li (2014); Baldrich Aragó *et al.* (2021); Valdepeñas *et al.* (2020)
	Experiência de campo dos modeladores	FC-4	Xu; Feng; Li (2014); Belyakov; Salnikov; Galiakhmetov (2020)
	Baixo conhecimento em softwares de gestão BIM	FC-5	Baldrich Aragó *et al.* (2021); Abd Shukor *et al.* (2021); Liao; Ai Lin Teo (2018)
	Falta de cultura de BIM e compartilhamento de informações	FC-6	Baldrich Aragó *et al.* (2021); Ciribini; Mastrolembo Ventura; Paneroni (2016); Nical; Wodynski (2016); Delgado *et al.* (2019); Borges Viana; Marques Carvalho (2021); Gurevich; Sacks (2020); Baharuddin *et al.* (2020); Jensen; Jóhannesson (2013); Saka; Chan; Mahamadu

(continuação)

			(2022); Liao; Ai Lin Teo (2018); Beach *et al.* (2017)
Processos	Falta de padrões BIM	FC-7	Chien; Wu ; Huang (2014); Borges Viana; Marques Carvalho (2021); Gurevich; Sacks (2020); Jensen; Jóhannesson (2013); Weisheng Lu *et al.* (2021); Troiani *et al.* (2020)
	Dificuldades na interoperabilidade entre ferramentas de modelagem	FC-8	Chien; Wu ; Huang (2014); Baldrich Aragó *et al.* (2021); Nical; Wodynski (2016); Borges Viana; Marques Carvalho (2021); Valdepeñas *et al.* (2020); Jensen; Jóhannesson (2013); Vass; Gustavsson (2017)
	Os softwares disponíveis no mercado ainda não suprem todas as necessidades de maneira integrada	FC-9	Baldrich Aragó *et al.* (2021)
	Na O&M, uso de várias ferramentas sem interconexão gerando perda de informação	FC-10	Minagawa; Kusayanagi (2015)
	Falta formação em BIM na etapa de obra	FC-11	Sodangi; Salman; Saleem (2018)
Recursos	Necessidade de se alocar recursos para implementação BIM	FC-12	Chien; Wu; Huang (2014); Delgado *et al.* (2019); Abd Shukor *et al.* (2021); Valdepeñas *et al.* (2020); Weisheng Lu *et al.* (2021); Vass; Gustavsson (2017)
	Valor dos softwares	FC-13	Juszczyk; Výskala; Zima (2015)
Poder público	Insipiente incentivo pelo poder público	FC-14	Chien; Wu; Huang (2014); Xu; Feng; Li (2014); Sergeeva; Winch (2020); Weisheng Lu *et al.* (2021); Yuan; Yang (2020)
	Falta de legislação aplicada sobre BIM e/ou fatores regulatórios	FC-15	Juszczyk; Výskala; Zima (2015); Troiani *et al.* (2020); Phang; Chen; Tiong (2020)
	Regras rígidas de contratação pública podem impedir uso efetivo da ferramenta	FC-16	Ciribini; Mastrolembo Ventura; Paneroni (2016); Youkhanna Zaia; Mustafa Adam; Heeto Abdulrahman (2022)
Gerenciamento	Dificuldade de gerenciamento de projeto	FC-17	Chien; Wu; Huang (2014); Tchan; Ducellier; Remy (2019); Marinho; Couto; Teixeira (2021)
	Adoção do BIM em estágio inicial a AEC (Riscos desconhecidos)	FC-18	Chien; Wu; Huang (2014); Delgado *et al.* (2019)

Fonte: Autora

A revisão qualitativa traz de maneira recorrente que um dos grandes desafios enfrentados pelo setor público, em se tratando de implementação BIM, é relacionado à baixa cultura de colaboração e adesão ao projeto 3D pelo setor da construção civil, sendo considerado em estágio inicial pela AECO (Delgado *et al*., 2019; Chien; Wu; Huang, 2014; Valdepeñas *et al.*, 2020), e que especificamente no setor público, o incentivo governamental ainda é incipiente (Chien; Wu; Huang, 2014; Sergeeva; Winch, 2020).

O resultado dá indícios também de que nas localidades estudadas há legislação aplicada, porém ainda faltam diretrizes claras e um certo grau de cobrança pelos interessados e clientes. Esse

indicativo é relevante, pois pode significar que um caminho seguro para induzir a implementação efetiva e permanente do BIM na AECO no setor público seja o governo.

Falta de pessoal habilitado também é uma causa recorrente citada por vários autores (Chien; Wu; Huang, 2014; Zaia; Adam; Abdulrahman, 2022; Pakhale; Pal, 2020; Vass; Gustavsson, 2017; Saka; Chan; Mahamadu, 2022; Ai Lin Teo, 2018), o que explica também a dificuldade na transição do fluxo de trabalho (Chien; Wu; Huang, 2014; Pakhale; Pal, 2020). Foram bastante citados também aspectos como a falta de atitude, vontade e interesse em utilizar BIM associada a uma resistência à mudança (Xu; Feng; Li, 2014; Baldrich Aragó *et al.*, 2021; Valdepeñas *et al.*, 2020).

Outros fatores relevantes e intrinsecamente ligados à dimensão pessoas são a falta de experiência de campo dos modeladores, assim como o baixo índice de capacitação dos softwares BIM e a baixa ou incipiente cultura de compartilhamento de informações (Xu; Feng; Li, 2014; Belyakov; Salnikov; Gali-Akhmetov, 2020, Baldrich Aragó *et al.*, 2021; Abd Shukor *et al.*, 2021; Liao; Ai Lin Teo, 2018; Ciribini; Mastrolembo Ventura; Paneroni, 2016; Nical; Wodynski, 2016; Delgado *et al.*, 2019; Borges Viana; Marques Carvalho, 2021; Gurevich; Sacks, 2020; Baharuddin *et al.*, 2020; Jensen; Jóhannesson, 2013; Saka; Chan; Mahamadu, 2022; Beach *et al.*, 2017). Percebe-se, pelas citações destacadas, que os fatores ligados a pessoas são dos mais recorrentes, independente da localidade, podendo ser considerado um dos fatores mais críticos.

Quanto aos processos BIM, os principais fatores críticos citados nos estudos se devem ao usuário, tais como falta de padrões ou dificuldade de interoperabilidade (Chien; Wu; Huang, 2014; Borges Viana; Marques Carvalho, 2021; Gurevich; Sacks, 2020; Jensen; Jóhannesson, 2013; Weisheng Lu *et al.*, 2021; Troiani *et al.*, 2020, Baldrich Aragó *et al.*, 2021; Nical; Wodynski, 2016; Valdepeñas *et al.*, 2020; Vass; Gustavsson, 2017). Aqui, mesmo em se tratando de processos, ainda observamos reflexos da dimensão pessoas.

No entanto, também se destacam fatores ligados aos desenvolvedores de software, como a dificuldade que os softwares disponíveis no mercado apresentam para suprir todas as necessidades de maneira integrada (Baldrich Aragó *et al.*, 2021). No setor de operação e manutenção é ressaltada a necessidade do uso de várias ferramentas para gestão da O&M, sob pena de haver perda de informação (Minagawa; Kusayanagi, 2015). Alguns autores destacam

como ponto crítico a falta de formação em BIM pelos técnicos na etapa de obra (Sodangi; Salman; Saleem; 2018).

O fator recursos também aparece nos trabalhos, mesmo em menor escala, destacando que o BIM gera uma necessidade extra de alocação financeira (Chien; Wu; Huang, 2014; Delgado *et al.*, 2019; Abd Shukor *et al.*, 2021; Valdepeñas *et al.*, 2020; Weisheng Lu *et al.*, 2021; Vass; Gustavsson, 2017), sendo o valor dos softwares BIM um outro motivador da baixa adesão à tecnologia (Juszczyk; Výskala; Zima, 2015).

Em se tratando do setor público, a ação governamental surge como um fator representativo, indicando que o baixo ou incipiente incentivo por parte do governo é um fator crítico importante para a implementação BIM (Chien; Wu; Huang, 2014; Xu; Feng; Li, 2014; Sergeeva; Winch, 2020; Weisheng Lu *et al.*, 2021; Yuan; Yang, 2020). Isso pode ser explicado pela falta de legislação aplicada e/ou fatores regulatórios (Juszczyk; Výskala; Zima, 2015; Troiani *et al.*, 2020; Phang; Chen; Tiong, 2020) ou ainda pela necessidade de adequação da legislação aplicada às licitações que pela sua própria natureza não incentivam a inovação (Ciribini; Mastrolembo Ventura; Paneroni, 2016; Youkhanna Zaia; Mustafa Adam; Heeto Abdulrahman, 2022).

Quanto ao gerenciamento, os fatores críticos associados ao BIM são os mesmos que dificultam o gerenciamento de projetos clássicos, anteriores ao BIM, o que demonstra que algumas práticas não foram evoluídas na gestão de projetos e refletem na implementação do BIM. Por exemplo, o que aparenta ser uma dificuldade ligada à tecnologia, pode na verdade ser um remanescente de um processo de gestão não amadurecido (Chien; Wu; Huang, 2014; Tchan; Ducellier; Remy, 2019; Marinho; Couto; Teixeira, 2021). Notadamente, ainda há uma associação do uso BIM a riscos desconhecidos pela ação lenta do setor da AECO nessa evolução (Chien; Wu ; Huang, 2014; Delgado *et al.*, 2019).

A maior parte dos artigos, sumarizados no presente estudo, apresentam um diagnóstico da implementação e gestão do BIM em sua localidade. No entanto, alguns contribuíram de forma mais intuitiva, apresentando de maneira descritiva as estratégias de sucesso ou lições apreendidas que foram utilizadas para a mitigar ou anular os efeitos adversos dos fatores críticos, conforme se observa no quadro 05.

Quadro 4 - Estratégias de sucesso, mitigação ou lições aprendidas

Estratégias	Código	Referências
Treinamento de modeladores e gestores	E-1	Chien; Wu ; Huang (2014); Juszczyk; Výskala; Zima (2015); Youkhanna Zaia; Mustafa Adam; Heeto Abdulrahman (2022); Pakhale; Pal (2020); Vass; Gustavsson (2017); Saka; Chan; Mahamadu (2022); Ai Lin Teo (2018)
BIM deve ser usado como ferramenta competitiva	E-2	Phang; Chen; Tiong (2020); Murguia; Demian; Soetanto (2021)
Deve haver comprometimento da alta administração da empresa	E-3	Phang; Chen; Tiong (2020)
Ferramentas BIM são úteis à gestão da manutenção (FM)	E-4	Matos *et al.* (2021); Ciribini; Mastrolembo Ventura; Paneroni (2016); Cheng *et al.* (2020); Hu; Liu (2020); Javier Montiel-Santiago; Jesus Hermoso-Orzaez; Terrados-Cepeda (2020); Pavon; Arcos Alvarez; Alberti (2020)
Ferramenta 4D auxiliar o cliente na visualização do produto final	E-5	Ciribini; Mastrolembo Ventura; Paneroni (2016)
Os custos de implementação vão se dissipando à medida que a maturidade avança	E-6	Fanning *et al.* (2015)
Repassar os custos de implementação BIM para os clientes	E-7	Xu ; Feng ; Li (2014)
Desenvolvedores de software incentivar o uso por meio de testes gratuitos e treinamento	E-8	Xu ; Feng ; Li (2014); Baldrich Aragó *et al.* (2021); Valdepeñas *et al.* (2020); Baharuddin *et al.* (2020)
Papel crítico dos influenciadores (clientes), que devem demandar o BIM	E-9	Hannes (2019); Murguia; Demian; Soetanto (2021)
Incorporação do BIM nos programas acadêmicos	E-10	Troiani *et al.* (2020)
Tecnologia BIM deve ser integrada na gestão de projeto	E-11	Chien; Wu; Huang (2014)

Fonte: Autora

A estratégia citada de forma mais recorrentes nos estudos objeto desta amostra está relacionada à capacitação dos modeladores, o que se relaciona fortemente com a maior parte dos fatores críticos levantados na dimensão pessoas. Esse resultado demonstra que a implementação massiva do BIM é antecedida de um esforço na capacitação e mudança de cultura de seus técnicos e operadores (Chien; Wu; Huang, 2014; Juszczyk; Výskala; Zima, 2015; Youkhanna Zaia; Mustafa Adam; Heeto Abdulrahman, 2022; Pakhale; Pal, 2020; Vass; Gustavsson, 2017; Saka; Chan; Mahamadu, 2022; Ai Lin Teo, 2018).

Nesse cenário, tratando-se do setor público onde o cliente é o próprio governo e/ou seus agentes e órgãos de fomento, há a correlação entre a necessidade desse cliente (governo) aumentar sua influência através de diretrizes claras e temporais, podendo ser materializadas através da incorporação do BIM nos programas acadêmicos (Troiani *et al.*, 2020), o que por consequência,

pode mitigar muitos fatores críticos relacionados à cultura de uso e à formação de pessoal habilitado. Os desenvolvedores de software também podem colaborar nessa capacitação, disponibilizando versões de testes gratuitos e treinamento para modeladores e gestores (Xu; Feng; Li, 2014; Baldrich Aragó *et al.*, 2021; Valdepeñas *et al.*, 2020; Baharuddin *et al.*, 2020).

A formação de uma nova geração de profissionais graduados é uma estratégia a médio prazo para que a tecnologia BIM seja implementada e mantida com certo grau de maturidade em uma localidade ou uma empresa. Essa estratégia cria na estrutura empresarial e técnica a cultura da informação 3D e evoluções e do trabalho colaborativo, com comprometimento da base até a alta administração da empresa. Esse último fator é determinante para a consolidação da cultura na empresa ou instituição pública (Phang; Chen; Tiong, 2020) incorporando o uso BIM à gestão de projetos (Chien; Wu; Huang, 2014).

Nos aspectos relacionados à interação com o cliente, destaca-se que as estratégias para implementação do BIM devem incluir seu uso como diferencial competitivo (Phang; Chen; Tiong, 2020; Murguia; Demian; Soetanto, 2021) já que é um instrumento que facilita a comunicação com o cliente e permite a este a visualização de seu produto final com muito mais materialidade através das ferramentas 4D (Ciribini; Mastrolembo Ventura; Paneroni, 2016). Por essa razão, é defendido por alguns autores que os custos demandados para a implementação e uso BIM sejam compartilhados com o cliente (Xu; Feng; Li, 2014), mas que o fator financeiro não pode ser considerado como um obstáculo à implementação da tecnologia já que a demanda financeira vai se dissipando à medida que o grau de maturidade avança (Fanning *et al.*, 2015).

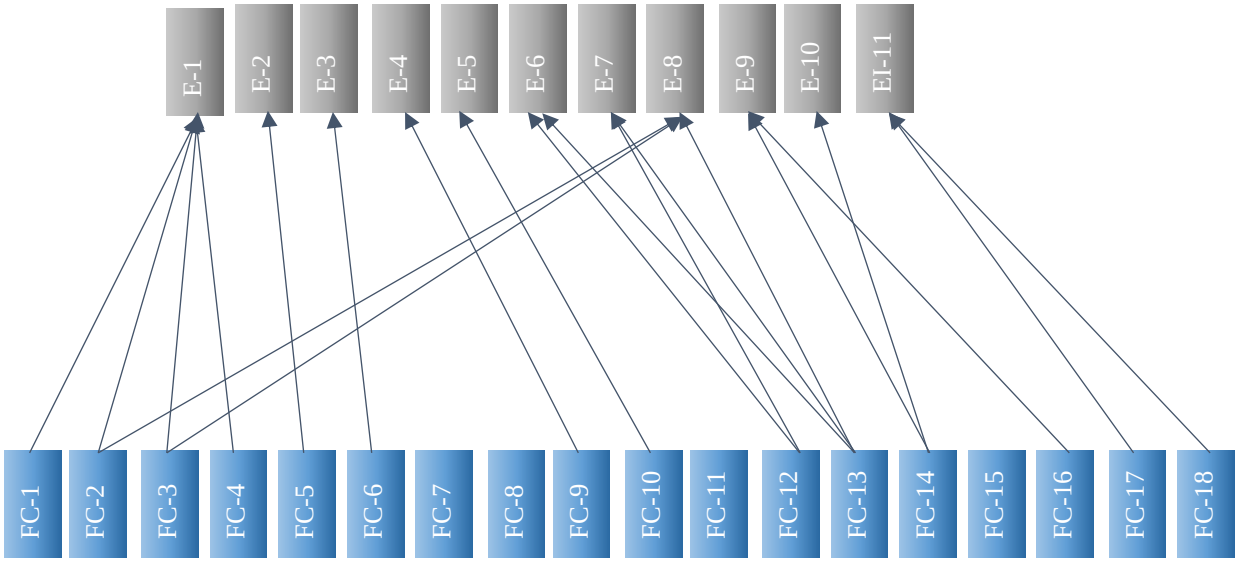
Esse uso do BIM como ferramenta diferencial deve ser sentida pelos clientes como um upgrade no seu projeto, que confere precisão e qualidade desde a pré-concepção, na comunicação visual com o próprio cliente e transmite para todas as fases do ciclo de vida do projeto a acurácia necessária a um projeto bem sucedido. Esses ganhos, tal como a minimização de inconsistências e ganho de produtividade devem ser umas das estratégias mais importantes para o avanço do uso BIM, de modo que o cliente sinta sua necessidade e exerça um papel crítico de influenciador na exigência da tecnologia (Hannes, 2019; Murguia; Demian; Soe-Tanto, 2021).

Uma outra estratégia citada de maneira recorrente nos estudos faz menção às atividades de operação e manutenção (O&M), sobre o quanto o uso do BIM pode ser benéfico à gestão desta funcionalidade. Porém, para funcionar, a modelagem deve nascer no projeto com todas as

informações dos subsistemas padronizadas, de modo a manter o banco de dados das especificações dos subsistemas que serão úteis durante toda a fase de uso do empreendimento, a fase mais longa e dispendiosa do produto (Matos *et al.*, 2021; Ciribini; Mastrolembo Ventura; Paneroni, 2016; Cheng *et al.*,2020; Hu; Liu, 2020; Javier Monti-El-Santiago; Jesus Hermoso-Orzaez; Terrados-Cepeda, 2020; Pavon; Arcos Alvarez; Alberti, 2020).

A Figura 25 mostra as ligações entre os fatores críticos com suas respectivas estratégias de mitigação sugeridas nos estudos, onde é possível visualizar graficamente as inter-relações problema x solução, tal qual a estratégia utilizada por Liao e Ai Lin Teo (2018).

Figura 25 - Vinculação dos fatores críticos às estratégias de mitigação



Fonte: Autora

Como exemplo, os obstáculos ligados ao fator pessoas (FC-1, FC-2, FC-3, FC-4) estão estritamente relacionados com capacitação (E-1) e treinamento de softwares em versões experimentais (E-8), enquanto que os fatores relacionados aos custos do BIM (FC-12 e FC-13) estão relacionados às estratégias de envolvimento do cliente como corresponsável financeiro e com os desenvolvedores no financiamento de softwares demonstrativos para minimização de custos e motivação de uso pelos modeladores (E-6, E7 e E-8).

Esse diagrama de correlações pode ser útil para desenvolvimento de estratégias e planos de implementação em localidades e/ou setores em que o contexto seja temporal e semelhante às

localidades estudadas. Considerando que os filtros direcionaram os estudos para o setor público, é notável que o diagrama e suas soluções propostas podem compor as diretrizes para planos de implementação BIM no setor público, considerando as particularidades e recursos disponíveis de cada localidade.

4.2 Pesquisa de opinião

A coleta dos dados ocorreu durante quinze dias e dispôs de apenas um ciclo de aplicação do questionário eletrônico. Baseado na metodologia do Controle Estatístico do Processo (Shewhart; Deming, 1967), das respostas obtidas foram excluídas as que repetiam o município, obtendo cinquenta e oito respostas válidas na pesquisa, de uma população de cento e oitenta e sete municípios de Pernambuco. Tendo em vista a definição do número “n” mínimo de vinte cinco, conforme detalhado na metodologia, a obtenção de cinquenta e oito respostas superaram a quantidade mínima exigida para a representatividade dessa amostra.

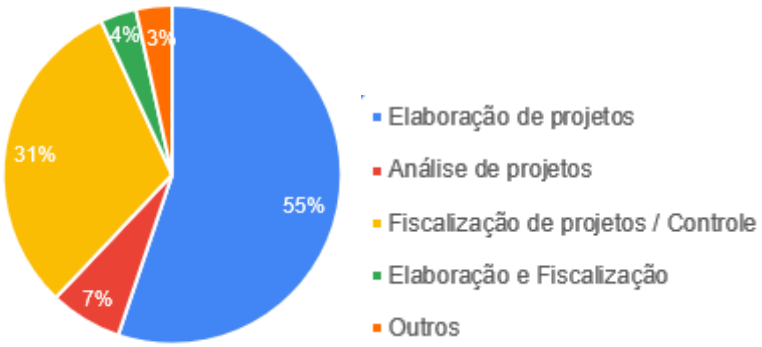
Na seção A, que expôs o perfil da organização, foi perguntado qual o local e/ou município de atuação. Nesse momento, era desejável avaliar se a pesquisa estava abrangente em todo o estado de Pernambuco, ou se havia regiões “concentradas” e regiões “vazias”. Os resultados mostram que, dos cento e oitenta e sete municípios contactados e de onde se pode obter respostas dentro do prazo e critérios do projeto da pesquisa, foram recebidas cinquenta e oito respostas distribuídas ao longo de todo o estado, sendo 15% concentradas na região metropolitana, 8% na região da mata, 50% no agreste e 27% das respostas no sertão, conforme mostra a Figura 26.

Figura 206 - Distribuição dos respondentes nos municípios do Estado de Pernambuco

Fonte: Autora

Em seguida, na seção A, foi questionado qual a participação da instituição na elaboração de projetos. A Figura 27 revela que a predominância dos respondentes são elaboradores de projeto, seguida de uma parcela ligada à fiscalização. Esse resultado indica atendimento a um dos objetivos da pesquisa que é de ouvir o profissional que elabora o projeto ou que atua na sua gestão de processos. Esse perfil de profissional é relevante para garantir confiabilidade das respostas aos questionamentos que seguem.

Figura 217- Atuação dos respondentes da pesquisa

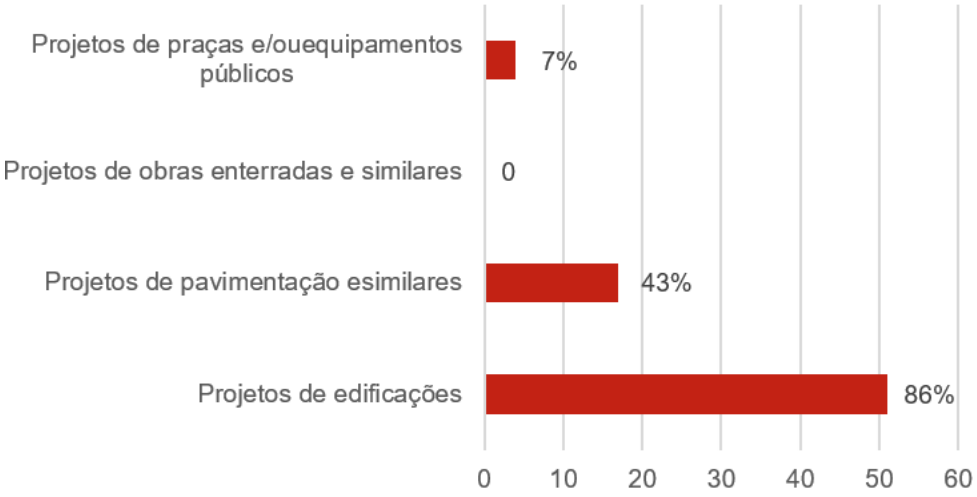


Fonte: Autora

Quando questionado se a instituição modelou projetos em BIM, 53,3% responderam que não, enquanto 46,7% dos respondentes afirmaram que sim. Essa resposta positiva permitia ao respondente acessar as próximas quatro perguntas, que são específicas sobre modelagem e ferramentas. Para os respondentes cuja resposta foi negativa, o formulário era direcionado para a pergunta subsequente a esse grupo de questões.

Quanto ao tipo de projeto modelado em BIM, a maior parte das respostas aponta para uma predominância dos empreendimentos do tipo “edificações”, sendo a área de infraestrutura pouco representativa. Essa perspectiva demonstra que, na localidade estudada, o setor público não investiu em tecnologia nos projetos de infraestrutura, ou é pouco significativo o avanço tecnológico nessa tipologia de obra, como demonstra a Figura 28.

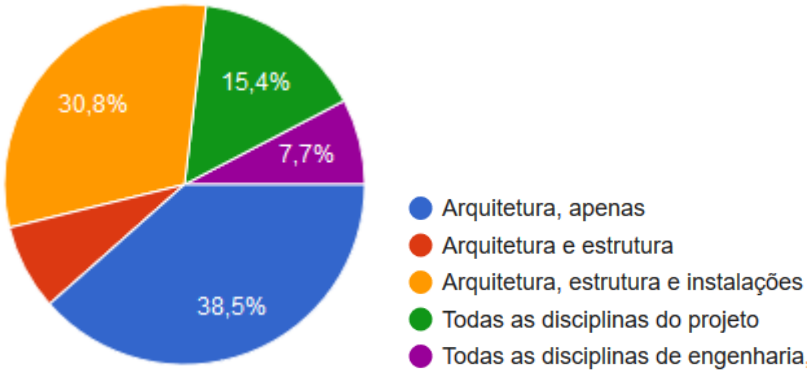
Figura 228 - Tipos de projeto onde houve modelagem em BIM



Fonte: Autora

Dando continuidade ao cenário anterior, quando a pergunta se refere a quais disciplinas participaram da modelagem, a resposta predominante são os projetos arquitetônicos, seguidos do conjunto “Arquitetura – estrutura – instalações”, possivelmente em função dos softwares disponíveis e intercomunicáveis de tais disciplinas. Esse resultado pode ser visualizado na Figura 29.

Figura 239 - Disciplinas que participaram da modelagem em BIM

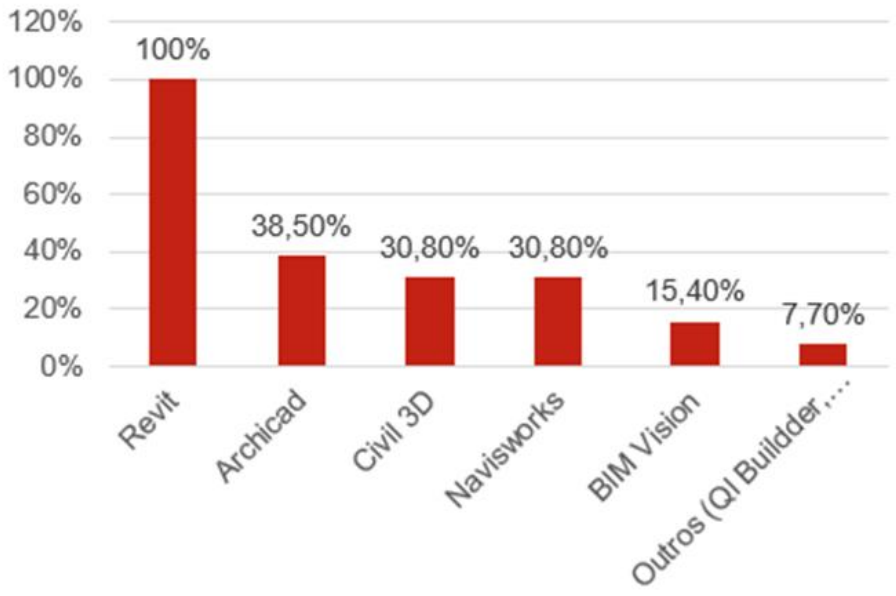


Fonte: Autora

Quando o questionamento foi sobre as ferramentas de modelagem e softwares utilizados, foi possível apontar mais de uma resposta, pois nesse caso, a intenção da pergunta é mapear o nível de popularidade da ferramenta, permitindo ao respondente considerar o uso dessas de forma

acumulativa. Consoante o propósito, a ferramenta mais utilizada é o Revit, da Autodesk, seguido pelo Archicad, Civil 3D e Navisworks, conforme mostra a Figura 30.

Figura 30 - Softwares mais utilizados nos processos BIM



Fonte: Autora

A última questão desse agrupamento perguntou se houve integração /compatibilização de projetos. Os respondentes indicaram 71,4% de respostas positivas, enquanto 28,6% deles responderam que não. Esse resultado evidencia que o uso de BIM e suas ferramentas incentiva a compatibilização de projetos, pela visão do usuário.

Complementando a inferência acima, as perguntas que se seguem pediam para o respondente afirmar se a compatibilização de projetos foi realizada de maneira tradicional (de maneira meramente visual, sem uso de ferramentas) ou se foi utilizado algum software BIM. Nesse caso, mais da metade (55,6%) afirmou que foram utilizadas ferramentas para a análise de construtibilidade, podendo indicar que, embora a tecnologia BIM não seja apenas uma “ferramenta” para essa finalidade, o uso da tecnologia incentiva essa prática.

Reforçando o entendimento, a pergunta seguinte, que buscava entender as ferramentas mais utilizadas para a compatibilização de projetos, aponta o software “Navisworks” como o mais popular para essa tarefa, sendo apontada em 55,6% dos casos. Em seguida, em igual percentual de 11,1% aparecem as ferramentas “Revit”, “Autocad” e “Outras”.

As perguntas que se seguem buscam avaliar o perfil das equipes de projeto. As respostas apontam para mais de 60% das instituições pesquisadas como pequenos núcleos de engenharia, formados por até cinco profissionais. As demais respostas, em torno de 17% formado por núcleos de até 10 profissionais e 20% por núcleos maiores, de até 20 profissionais.

Quanto ao cargo do respondente, 54% deles são engenheiros ou arquitetos e 25% são gestores dessas áreas. Quanto ao vínculo desse profissional com a instituição, 35% deles são de cargos comissionados e 35% de terceiros. Apenas 18% dos profissionais são de quadro permanente. Com base nesses dados, já é possível inferir que na região estudada, os profissionais de engenharia integrantes do corpo técnico das instituições públicas e integrados com a tecnologia BIM tem o seguinte perfil: Engenheiros e/ou arquitetos, gestores técnicos ou não, dotados de cargos comissionados ou contratados, demonstrando uma boa qualificação, porém uma alta rotatividade, conforme Figura 31.

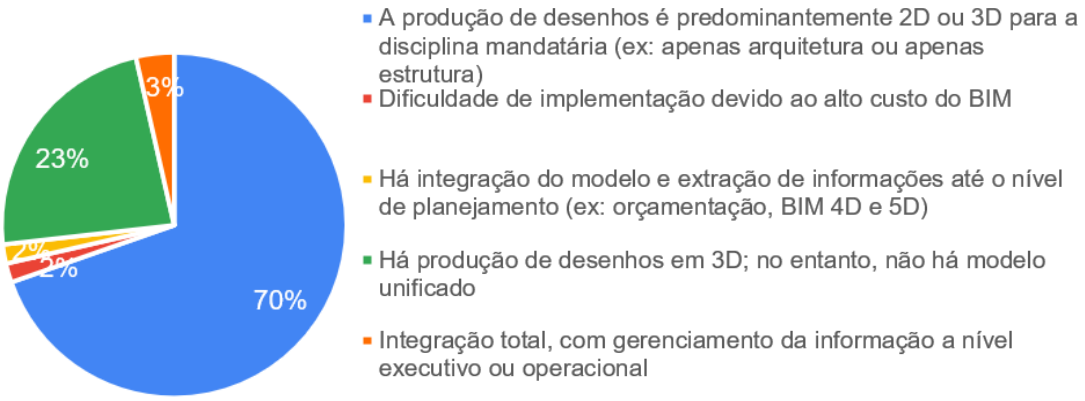
Figura 31 - Perfil dos respondentes

Engenheiro/Arquiteto | **Cargo comissionado / contratado (sem vínculo permanente)** | **Alta rotatividade de pessoal**

Fonte: Autora

A seção B do questionário traz a autoavaliação do respondente sobre a sua instituição, baseado em seu conhecimento sobre BIM. Vale destacar que esta pesquisa é de opinião, portanto, o perfil da instituição mapeado pelo respondente pode não corresponder a uma classificação advinda da literatura. Quando questionados sobre o nível de maturidade da instituição, 70% dos respondentes afirmam que a produção de desenhos é predominante em 2D, 23% responderam que há produção de desenhos em 3D, mas sem modelo federado. Apenas 3% das instituições afirmam que há integração de projetos, conforme Figura 32.

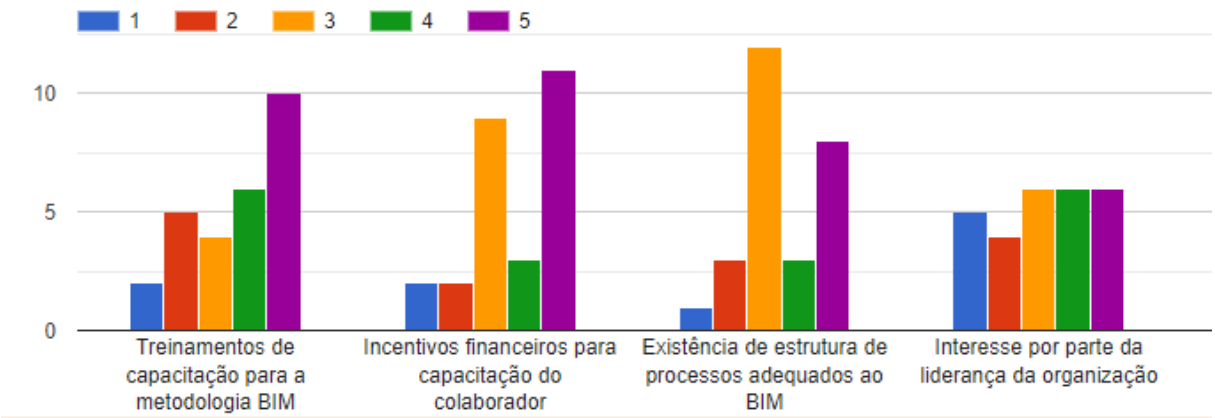
Figura 242 - Autoavaliação quanto ao nível de desenvolvimento da instituição



Fonte: Autora

Quando questionados sobre as maiores dificuldade na implementação do BIM na instituição, os respondentes poderiam escolher, dentre as afirmativas propostas, o grau de dificuldade em uma escala de 1 a 5, sendo 1 “pouca dificuldade” e 5 “muita dificuldade”. Os resultados apontam para uma dificuldade mais acentuada na parte de treinamento e incentivos financeiros a essa capacitação, guardando correspondência com os estudos de Chien, Wu e Huang (2014); Vass e Gustavsson (2017); Pakhale e Pal (2020); Zaia, Adam e Abdulrahman (2022) e Saka, Chan e Mahamadu (2022). Os resultados estão ilustrados na Figura 33.

Figura 253 - Pontos críticos que dificultam a implementação do BIM



Fonte: Autora

Ainda houve questões abertas que permitiam aos respondentes opinar sobre as principais dificuldades encontradas para implementação. O quadro 06 destaca os principais pontos críticos, segundo a perspectiva dos respondentes.

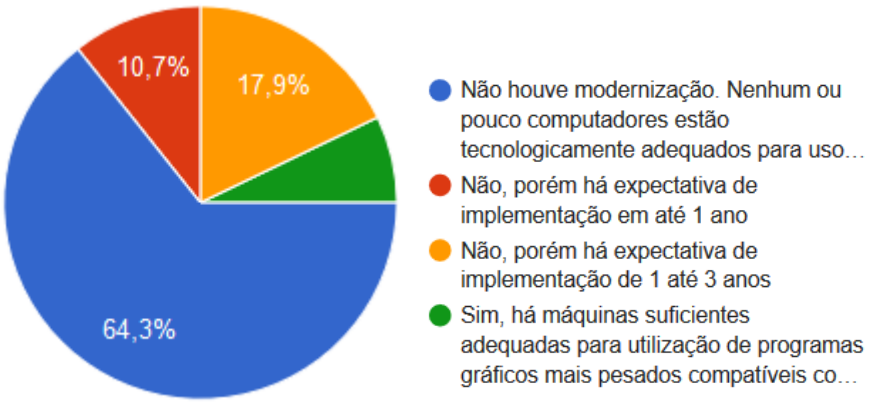
Quadro 5 - Pontos críticos para implementação BIM segundo os respondentes

Principais pontos críticos para implementação do BIM segundo respondentes	Dimensão
Resistência dos gestores a investir em planejamento, inclusive com BIM	Poder público
Custo financeiro para acesso aos softwares	Recursos financeiros
Máquinas que suportem trabalhar com programas de forma integrada	Tecnologia
Incentivo na aquisição de equipamentos	Tecnologia
Ferramentas de projeto e gestão	Tecnologia

Fonte: Autora

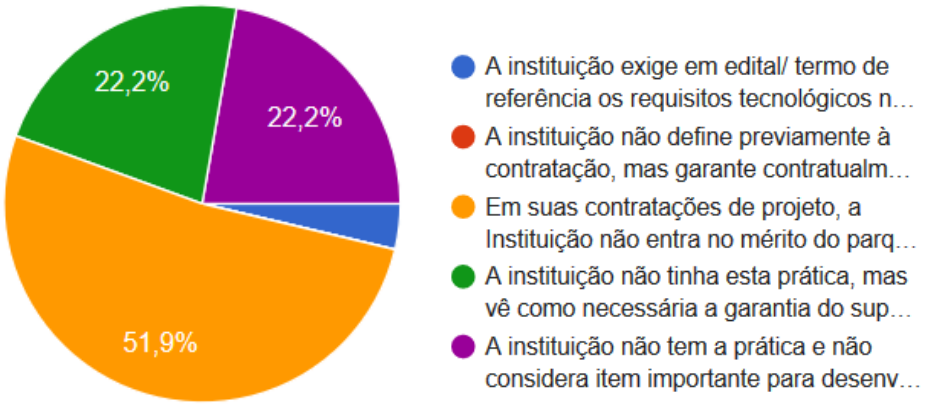
Os achados da pesquisa se assemelham àqueles encontrados na revisão sistemática, notadamente quanto aos apontamentos sobre as dificuldades de implementação relacionados à tecnologia, recursos financeiros e treinamento e capacitação. As Figuras 34 e 35 demonstram que o baixo (ou a falta de) investimento em tecnologia é um fator de impacto importante ao não desenvolvimento da tecnologia. A falta de cuidado nos processos licitatórios, não havendo exigências aos subcontratados, demonstram uma falta de critério e cuidado em preservar a capacidade operacional em BIM, em especial no setor público, onde as regras precisam ser muito bem definidas previamente.

Figura 264 - A instituição investiu na modernização do parque tecnológico para uso da tecnologia?



Fonte: Autora

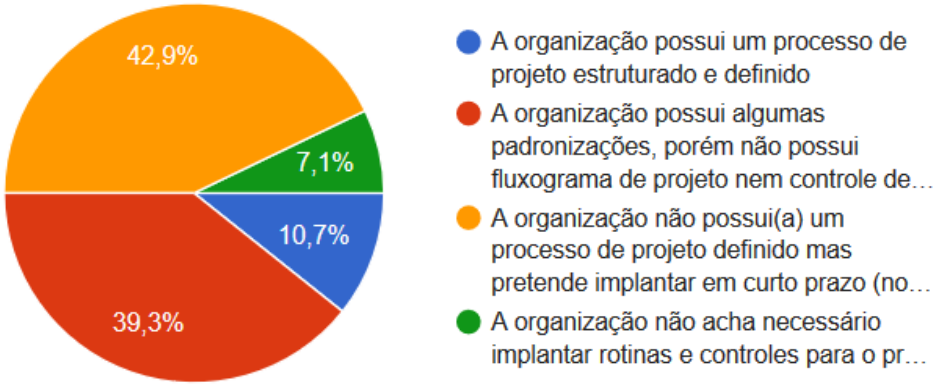
Figura 275 - Como a instituição garante/verifica a infraestrutura tecnológica e qualificação BIM de seus fornecedores e/ou subcontratados?



Fonte: Autora

No tocante à qualificação de pessoal, destaca-se que as instituições já reconhecem possuir algum grau de padronização (39,3%) e têm a intenção de desenvolver seu processo de projeto (42,9%). No entanto, cerca de 10% apenas assume ter um processo estruturado e ainda uma parcela de 7% afirma que não valoriza essa prática, conforme se observa na Figura 36.

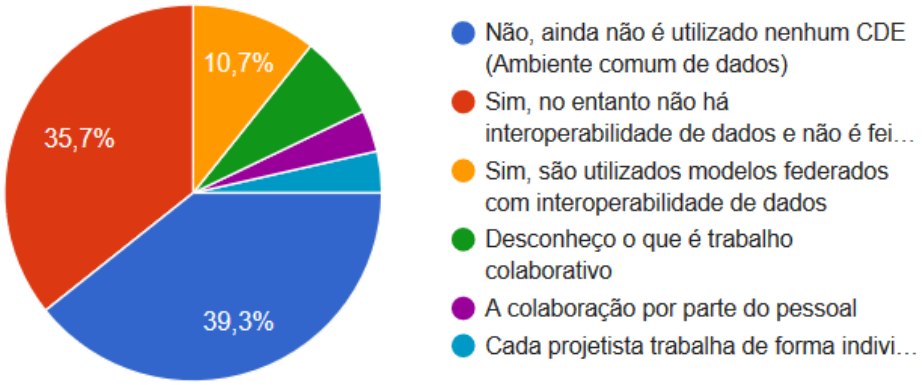
Figura 286 - Quanto ao processo de projeto da instituição



Fonte: Autora

Quanto à colaboração e detecção de conflitos, as respostas apontam que o processo ainda é incipiente, visto que cerca de 40% afirma não realizar trabalho colaborativo, e para quem afirma que o realiza não o faz no modelo federado (35,7%), conforme demonstra a Figura 37.

Figura 297 - O trabalho é feito de maneira colaborativa?



Fonte: Autora

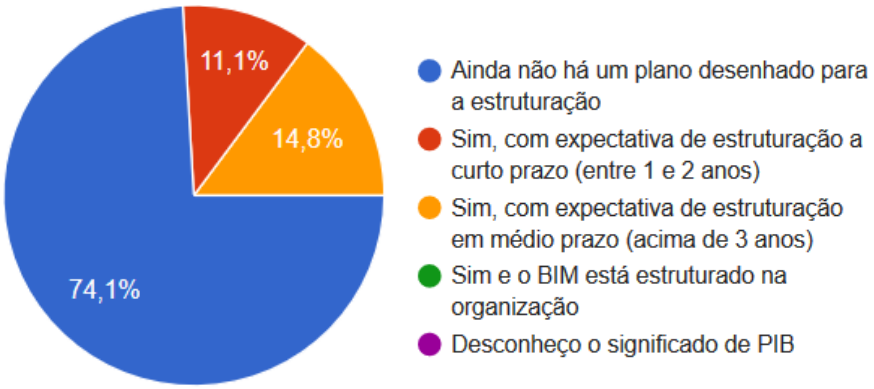
Alinhado a essa afirmativa, a Figura 38 traz em mais de 60% dos casos que não é feito o processo de detecção de conflitos ou, quando feito, é restrito a disciplinas específicas. Destaca-se ainda que 14,3% dos respondentes sequer conhecem o conceito de detecção de conflitos, mais conhecido como clash *detection*.

Figura 308 - São feitos processos de detecção de conflitos e/ou interferência no modelo BIM?

Fonte: Autora

Nas seções seguintes do questionário, são avaliados os processos de implementação e gestão de processos BIM, conceitos esses relacionados com o gerenciamento de informação e de projetos. Nesse sentido, é importante destacar a consciência de que os entes públicos têm do quanto o processo de projetos e o BIM estão em incipiente evolução. Essa percepção é vista pelos respondentes através do questionamento sobre o PIB (Plano de Implementação BIM). Ao serem questionados sobre essa ferramenta, eles afirmaram, em sua maioria (74,1%), que ainda não possuem um PIB estruturado e nem desenhado a curto prazo (Figura 39).

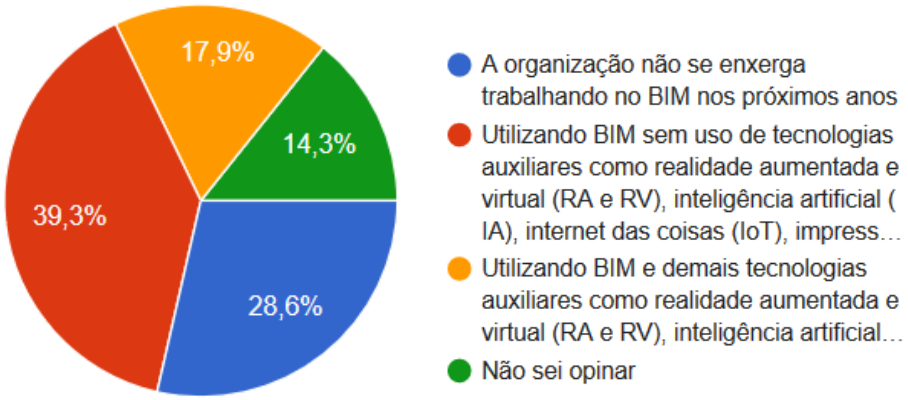
Figura 319 - Existe um PIB (Plano de Implementação BIM) estruturado na organização com metas factíveis?



Fonte: Autora

No entanto, há a clara intenção dessa evolução assim como a percepção de que, nos próximos cinco anos, a organização estará em um outro patamar em relação aos processos BIM (Figura 40)

Figura 40 - Como a organização se enxerga trabalhando com BIM nos próximos 5 anos?



Fonte: Autora

Esse entusiasmo do setor é positivo, ainda mais partindo do serviço público, conhecido como um setor pouco inovador. Na pesquisa, identificamos que os respondentes acreditam que o BIM pode melhorar os processos de projetos de Engenharia em um curto prazo (Figura 41) e ainda, que o processo de projetos no setor público tem um grande potencial para a inovação (Figura 42).

Figura 41 - Você acredita que o BIM resultará na melhoria das práticas de construção nos próximos 5 anos?

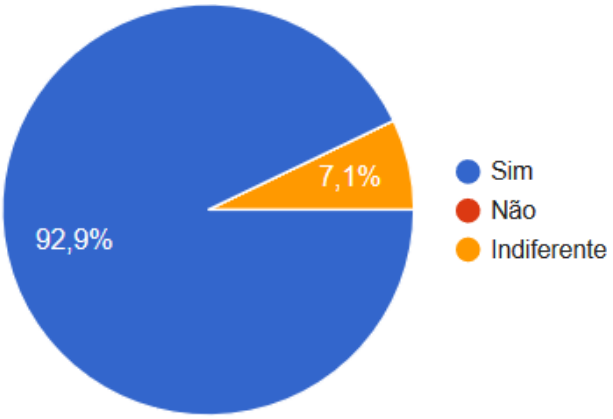
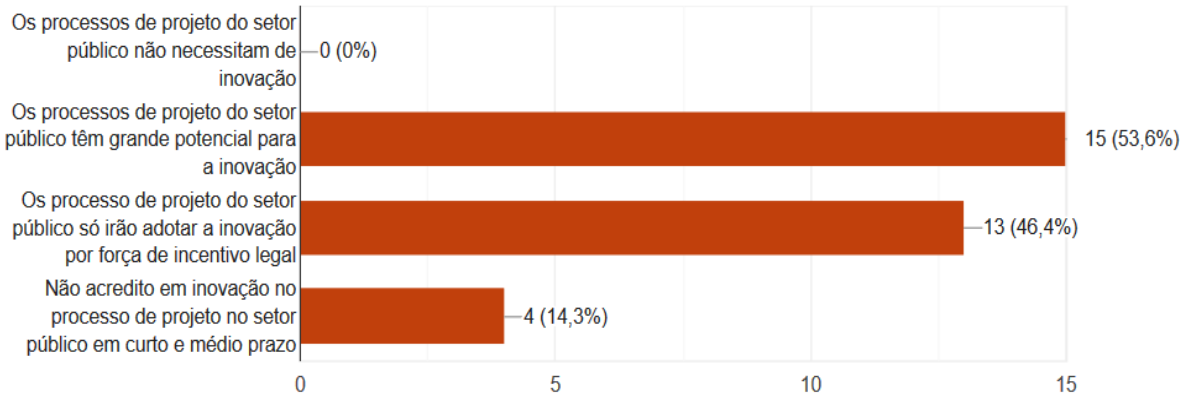


Figura 322 - Na sua opinião, como se caracteriza o processo de projetos para o setor público atualmente?



Fonte: Autora

Os resultados apresentados pelos respondentes conseguiram ilustrar o cenário atual do grau de maturidade BIM no Estado de Pernambuco. Considerando a ampla gama de aplicações, os dados fornecem, ainda, subsídios ao delineamento de conclusões e recomendações técnicas para avanço no tema e aplicabilidade prática que será detalhada em seção subsequente.

4.3 Guia para implementação BIM nos municípios em Pernambuco

Romero e Scheer (2009) ressaltam a importância de os entes públicos aprimorarem seus processos visando a maior transparência, processos mais ágeis e métodos de gestão mais eficientes. No contexto brasileiro, algumas iniciativas para implementação de BIM foram estudadas, tanto através de ações educativas (BIM PR, 2016) quanto em estudos de caso (Romero; Scheer, 2009). Entre as diversas alternativas e considerando a baixa adesão ao BIM no Estado de Pernambuco, esta pesquisa sugere, como produto, um guia orientativo aos

municípios pernambucanos. Essa ação decorre do resultado da pesquisa de opinião que aponta um baixo uso da tecnologia aliado a uma alta expectativa pela implementação.

Rodrigues, Andrade e Gris (2022) destacam que a implementação do BIM na organização pública exige um esforço de convencimento, aderência e participação dos diversos atores envolvidos. Nesse âmbito, o convencimento por parte dos gestores públicos se torna imperioso, uma vez que decisões de governo podem apoiar ou impedir estratégias de inovação.

Por essa razão, o guia proposto na presente pesquisa tem o intuito de causar um movimento de sensibilização e capacitação nos gestores públicos, aderente ao entendimento de Rodrigues, Andrade e Gris (2022) de que a compreensão do Estado da organização, com o entendimento de seus principais problemas e a consciência de como o BIM pode empreender transformações processuais, parece ser uma forma frutífera de introduzir o BIM dentro de uma organização.

O guia aqui proposto foi estruturado em capítulos, contendo definições, terminologias e benefícios. Foi dado um enfoque especial aos benefícios e processos, uma vez que o objetivo do instrumento é a sensibilização *top-down*. Ainda foram apresentadas as principais necessidades de recursos humanos e tecnológicos e ao final, um modelo de fluxo do processo em BIM. Ficou explicado no guia que essa estratégia está aderente ao diagnóstico do setor público em Pernambuco e, portanto, guarda compatibilidade com as necessidades mapeadas.

De acordo com o diagrama apresentado na figura 18, o guia foi desenvolvido em função dos resultados da pesquisa de opinião. Abaixo, exemplificamos por tópico as escolhas para seu conteúdo.

- *Ponto crítico1: Incentivos financeiros para capacitação do colaborador*

Para resolução deste ponto crítico foram estruturados os capítulos 1 (Entendendo o BIM) e capítulo 2 (Estabelecendo uma estratégia BIM). No primeiro capítulo, a intenção é desenvolver no leitor o conhecimento básico sobre a tecnologia, apresentando definições e terminologia, além das vantagens e benefícios deste uso para as prefeituras municipais. Ao final do capítulo, é apresentado o diagnóstico de maturidade BIM no setor público em Pernambuco para assim o leitor entender a conexão com o conteúdo e o objetivo do guia. O capítulo 2 apresenta a importância do comprometimento da alta administração com a inovação e sua interligação com os objetivos da organização.

- *Ponto crítico2: Treinamento e capacitação de colaboradores*

Para resolução desse ponto crítico foi estruturado o capítulo 3, que apresenta como se identifica as competências internas dos colaboradores bem como se planejam um programa de capacitações e treinamento. A partir dessa gestão de pessoas, é possível se definir a matriz de responsabilidades da organização, o passo chave para se pensar em uma estrutura organizacional para a implementação da tecnologia BIM incorporada ao processo de projeto.

- *Ponto crítico 3: Existência de estrutura e processos adequados ao BIM*

Para resolução desse ponto crítico foram estruturados os capítulos 4 e 5. No capítulo 4, foram abordadas as questões de padronização de formatos e arquivos. Nesse momento o guia passa a apresentar uma linguagem um pouco mais técnica, quando fala em fluxos e padrões. Tal capítulo apresenta ainda uma seção dedicada à conformidade e normatização técnica, inclusive apresentando o cenário brasileiro. O capítulo 5 apresenta as ferramentas mais usuais e também uma análise de quais dessas ferramentas são mais adequadas à organização. Ao final, o gestor será capaz de realizar um mapeamento e avaliação de sua infraestrutura e planejar as melhorias necessárias para suportar o salto tecnológico que o BIM transporta.

- *Ponto crítico 4: Interesse por parte da liderança da organização*

Para resolução desse ponto crítico foram estruturados os capítulos 6 e 7. Nesta ocasião, o gestor já está ciente e interessado na mudança tecnológica proposta pela implementação de BIM em sua instituição. O capítulo 6 apresenta um roteiro para implementação de BIM em um município de pequeno porte, iniciando com um projeto piloto para em seguida expandir o método para demais projetos locais. O capítulo 7 apresenta a seção de monitoramento e melhoria contínua, considerando que o BIM é uma tecnologia que modifica os modos de trabalho e que deve ser medido e monitorado com propósito de refinamento e adequação de seus processos à natureza da organização.

Além dos capítulos aqui explanados, o guia traz ao final do seu conteúdo um conjunto de definições relevantes, um glossário de termos usuais e a bibliografia de referência que deu origem ao mesmo. O guia está disponibilizado no apêndice D, ao final deste trabalho.

5 CONCLUSÕES

O baixo desempenho do processo de projeto das obras públicas brasileiras é um tema bastante recorrente nas pesquisas, assim como a temática BIM, em suas mais variadas abordagens. No entanto, a associação do BIM como ferramenta de gestão de processo de projeto visando à melhoria da eficiência dessas obras, é um recorte escasso e insipiente dentro do contexto acadêmico, tanto na realidade brasileira quanto também no contexto global, conforme indicaram os resultados da análise bibliométrica realizada nesses termos.

Partindo desse princípio, vale salientar a relevância do atual estudo, tendo em vista que os benefícios da tecnologia BIM quando associados às diretrizes de gestão de projetos podem fomentar um incremento de qualidade nos projetos e por consequência nas obras. Esse incremento de qualidade pode auxiliar sobremaneira na resolução das principais causas de desvios e paralisações tão desejadas pelos órgãos de controle brasileiro e por estudos internacionais, relatados na presente pesquisa.

A partir da revisão sistemática da literatura foi possível identificar os principais fatores críticos, as estratégias mais eficazes na implementação e uso da tecnologia BIM no contexto das obras públicas, em abrangência global. A metodologia PRISMA permitiu a execução da revisão da literatura de maneira padronizada, rastreável e reproduzível, o que confere coerência aos resultados e confiabilidade das conclusões efetuadas.

A contemporaneidade dos estudos promoveu a visualização do panorama geral das reflexões na área de interesse, dentro do contexto requerido. Essa abordagem permitiu demonstrar que, em relação à temática BIM, no contexto das obras públicas e se tratando de gestão da modelagem da informação, os estudos ainda não são tão vastos quanto aqueles que tratam de modelagem propriamente dita. Esse fator indica que ainda há a necessidade de amadurecimento do que é a ferramenta BIM, além da modelagem gráfica.

Os resultados do presente estudo mostraram que no contexto global, o setor público apresenta alguns fatores críticos, apontando de forma recorrente para ações voltadas ao treinamento e capacitação de pessoal. Essa abordagem indica que ações implementadas nessa intenção podem resultar em uma mudança de cultura de trabalho colaborativo e compartilhamento de informações necessários à fluidez do BIM, mas que ainda se mostra incipiente.

Em um segundo plano, notam-se que as ações governamentais e os incentivos públicos geram impactos na cadeia produtiva como um todo e podem ser um fator impulsionador da tecnologia nesse departamento, conferindo maior qualidade e eficiência às obras públicas. Para tanto, a integração entre a formação do profissional do setor da AECO alinhada ao BIM surge também como um fator impulsionador relevante.

Por meio da RSL foi possível perceber que no mundo inteiro as barreiras culturais ainda impedem o pleno uso do BIM como uma ferramenta de gestão de projetos consolidada, relegando as ferramentas 3D apenas para apresentação gráfica e comercial, subestimando a potencialidade da tecnologia. Esse indicador demonstra a necessidade de se avançar na qualidade de projetos, planejamento e especialmente execução de obras com menores distorções.

Os resultados da pesquisa de opinião realizada localmente guardam certa semelhança com a revisão sistemática da literatura realizada em âmbito global. As dificuldades na dimensão pessoas, recursos, tecnologia e gestão estão presentes nas duas realidades. Essa percepção interessa ao propósito do presente estudo, pois demonstra que os dados coletados em nível global, podem se aplicar à realidade local quando estamos falando de uma esfera pública, no Estado de Pernambuco.

Essa conclusão é refletida quando observamos os pontos críticos citados pelos respondentes, destacando-se a dificuldade de investimento em tecnologia e treinamento, assim como a necessidade de incremento de recursos financeiros, o qual é dificultado pela falta de priorização de decisões da gestão, o que, na percepção dos técnicos, atrapalha a evolução do BIM.

Logo, é necessário desenvolver instrumentos para fomentar o incentivo aos gestores públicos, treinamento aos técnicos e investimento em tecnologia. Daí, será possível ao setor público local portar resultados satisfatórios igual a outras localidades que fizeram tal investimento, obtendo assim, avanços no setor produtivo com a implementação do BIM, em seus processos de projeto.

Para colaborar com essa evolução, a posta dissertação forneceu um modelo de guia orientativo para disseminação das prefeituras pesquisadas. Uma vez que as necessidades foram mapeadas para essa localidade, o guia desenvolvido foi mais específico e educativo, dado que os

resultados demonstraram um grau muito incipiente de maturidade BIM. Esse artefato forneceu diretrizes gerais e conceituais com foco, sobretudo, na sensibilização dos gestores municipais para entenderem a importância e os ganhos que a tecnologia pode fornecer para suas localidades e obras.

Espera-se que o diagnóstico fornecido com o guia possa auxiliar os gestores municipais do Estado de Pernambuco na tomada de decisão e planejamento acerca da implementação do BIM nos municípios. Assim, como estudos futuros, recomenda-se a aplicação das recomendações do guia em um município piloto a fim de validar, ajustar e disseminar as boas práticas e lições aprendidas, visando auxiliar as cidades no incremento de desempenho e inovação nas obras públicas.

Limitações

Pesquisas de opinião como a utilizada na presente pesquisa possuem naturalmente a limitação de não garantir uma reprodução fidedigna do panorama ambiental, dado que a resposta pessoal guarda um relativo grau de subjetividade. Pode acontecer também dos respondentes fornecerem respostas distorcidas, que não traduzam suas verdadeiras opiniões, consciente ou inconscientemente (por exemplo, para projetarem uma imagem positiva ou não da instituição).

Com relação ao espaço geográfico, houve uma intencionalidade inicial de se estudar o nível de maturidade BIM no Brasil inteiro. No entanto, em função da imensidão territorial do país e da pouca disponibilidade de tempo na esfera do mestrado, o estudo se restringiu ao Estado de Pernambuco.

Com relação às questões abertas e à parte não estruturada do questionário aplicado, existe um risco quanto ao caráter subjetivo das respostas, que sendo percepções pessoais podem apresentar até algum viés de caráter político, visto o ambiente em que os respondentes estão inseridos. A subjetividade das respostas também se deve à posição na hierarquia, aos erros de interpretação, à inferência e à dificuldade de identificação de aspectos relevantes, dentre outros. No entanto, as percepções pessoais dos respondentes foram consideradas perfeitamente válidas para o objetivo da pesquisa, pois são elas que traduzem em grande parte o grau de maturidade das instituições pesquisadas.

A revisão sistemática de literatura também está limitada ao método por meio da qual foi desenvolvida, ou seja, qualquer alteração dos parâmetros da pesquisa e/ou etapas do método sistemático geram resultados diferentes.

Recomendações para pesquisas futuras

Sugere-se para produção de trabalhos futuros o aprofundamento da pesquisa em nível regional, ou até nacional, com o objetivo de se mapear a categoria de maturidade BIM no território brasileiro, especificamente no departamento público. Algumas iniciativas foram realizadas num parâmetro nacional focadas no setor privado, mas pouco estudo se tem sobre o BIM no setor público.

Recomenda-se também a implementação do método (guia) proposto atentando aos resultados que serão retornados, sempre avaliando o feedback dos envolvidos no processo de implementação e executando melhorias no artefato.

Recomenta-se ainda o estudo de ferramentas tecnológicas BIM específicas para o setor público, tanto em termos de produção de projetos quanto em análise e compatibilização, expondo as soluções disponíveis no mercado e apontando vantagens, desvantagens e limitações das ferramentas para diversas situações.

Como sugestão de continuidade, propõe-se a elaboração de um Plano de Implementação BIM (PIB), contendo os objetivos e usos BIM pretendidos, os mapas de processo de execução BIM, a definição das trocas de informação (procedimentos de colaboração e compartilhamento de informações, procedimentos de controle de qualidade, especificação de LOD e LOI, matriz de responsabilidade, softwares, formatos de arquivos, convenção de nomenclaturas, etc.) e a definição da infraestrutura de suporte (máquinas, hardwares, redes, armazenamento, etc.) em um município, de modo a testar a tecnologia aplicada no setor.

Por fim, após implantação piloto, sugere-se aferir a resposta do estudo de caso, comparando os fatores positivos e negativos com os fatores críticos achados na pesquisa de opinião e até no cenário global achado da RSL. Esse comparativo pode proporcionar correlações entre os cenários macro e micro e apontar soluções de aperfeiçoamento, de modo a colaborar com a melhoria contínua da inovação no setor.

REFERÊNCIAS

ABD SHUKOR, A. S. *et al.* Building Information Modelling (BIM) implementation and job performance. **Malaysian Construction Research Journal** (MCRJ), v. 35, p. 23-38, 2021.

ABDI. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **GUIA 1 – Processo de projeto BIM**. Vol. 1; 82 p. ISBN 978-85-61323-48-6. Brasília: 2017. Disponível em: https://api.abdi.com.br/file-manager/upload/files/Guia_BIM01.pdf. Acesso em: 15 dez. 2022.

ABDI. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. RELATÓRIO SIENGE. **Mapeamento Maturidade BIM no Brasil 2020**. Relatório. Nov 2020. Disponível em: https://www.grantthornton.com.br/sala-de-imprensa/maturidade-bim-no-brasil/. Acesso em: 15/12/2022

ABDI. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. RELATÓRIO SIENGE. **Mapeamento Maturidade BIM no Brasil 2022**. Relatório. Set 2022. Disponível em: https://www.grantthornton.com.br/insights/artigos-e-publicacoes/maturidade-bim-2022/. Acesso em: 15/12/2022

AKOBENG, A. K. **Principles of evidence based medicine**. Archives of disease in childhood, Londres, v. 90, n. 8, p. 837-840, 2005.

ALTOUNIAN, C. S. **Obras Públicas: licitação, contratação, fiscalização e utilização**. 5. Ed. Belo Horizonte: Fórum, 2016.

ALVARENGA, F. C. *et al.* Alterações de custo e prazo em obras públicas. **Ambiente Construído**, v. 21, p. 161-180, 2020. DOI: 10.1590/s1678-86212021000100500

ALVES, T. R. O. **Diagnóstico das condições para implantação da Modelagem da Informação da Construção (BIM) em municípios de pequeno porte. 2021**. 193f. Dissertação - Mestrado (Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), São Carlos, 2021.

AMUDA-YUSUF, G. Critical success factors for building information modelling implementation. **Construction Economics and Building**, v. 18, n. 3, p. 55-73, 2018. DOI: 10.3316/informit.914964811203712

ARAYICI, Y. *et al.* Technology adoption in the BIM implementation for lean architectural practice. Automation Construction, [S. l.], v. 20, n. 2, p. 189-195, 2011.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15965**: sistema de classificação da informação da construção: parte 2: características dos objetos da construção. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15965**: sistema de classificação da informação da construção: parte 3: processos da construção. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15965**: sistema de classificação da informação da construção: parte 7: informação da Construção. Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 12006-2**: construção de edificação: organização de informação da construção: parte 2: estrutura para classificação de informação. Rio de Janeiro, 2018.

AYRES FILHO, C. **Acesso ao modelo integrado do edifício. 2009.** Dissertação (Mestrado em Construção Civil)-Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

BAF. BIM Academic Forum. **Embedding Building Information Modelling within the aught curriculum**. The Higher Education Academy, York, UK.2013

BAHARUDDIN, H. E. A. *et al.* The influence of BIM training on BIM adoption in government agencies. **Malaysian Construction Research Journal** (MCRJ), v. 10, p. 93, 2020.

BALDRICH ARAGÓ, A. *et al.* Quantity surveying and BIM 5D. Its implementation and analysis based on a case study approach in Spain. **Journal of Building Engineering**, v. 44, p. 103234, 2021.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. 3ª reimpressão da 1ª ed. revista e ampliada. Tradução: Luís Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2016

BARRETO, B. V *et al.* **O Bim no Cenário de Arquitetura e Construção Civil Brasileiro**. 2016. Disponível em: http://www.fumec.br/revistas/construindo/article/view/4811/2442 . Acesso em: 19 dez. 2022.

BASTOS, S. A. P. **A Influência dos Fatores Macro Ambientais no Desempenho de Concessões de Serviços Públicos**: Estudo de Caso da CEG e da CEG RIO. 2006. Dissertação de Mestrado. PUC-Rio.

BEACH, T. *et al.* Management of collaborative BIM data by the Federatinon of Distributed Models. **Journal of Computing in Civil Engineering**, v. 31, n. 4, 2017.

BELYAKOV, V. A.; SALNIKOV, V. B.; GALIAKHMETOV, R. T. Improving the calculation of the cost of the construction project using BIM technology. In: **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**. IOP Publishing, 2020. p. 012039.

BOUMANN, P. S. C.; TAVARES, R. F. E.; VASCONCELOS, B. M. Analysis of critical factors and strategies for implementing and using BIM in the public sector. **International Journal of Business Administration.** V15, nº1, p. 21, 2024.

BRASIL. **Decreto nº 7983**, de 8 de abril de 2013. Estabelece regras e critérios para elaboração do orçamento de referência [...]. 2013. Executivo. Brasília. 2013.

BRASIL, **Decreto nº 9.377**, de 17 de maio de 2018. Institui a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling. Revogado. 2018. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/decreto/d9377.htm. Acesso em: 01 set. 2022.

BRASIL, **Decreto nº 9.983**, de 22 de agosto de 2019. Dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling e institui o Comitê Gestor da Estratégia do Building Information Modelling. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p.2, 2019. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2019/decreto/d9983.htm. Acesso em: 01 set. 2022.

BRASIL, **Decreto nº 10.306**, de 02 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, instituída pelo Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. 5, 2020. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/d10306.htm. Acesso em: 01 set. 2022.

BRASIL, **Decreto nº 11.188**, 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. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. 8, 2024. Disponível em: https://legislacao.presidencia.gov.br/atos/?tipo=DEC&numero=11888&ano=2024&data=22/01/2024&ato=b63ITRE1ENZpWT83d. Acesso em: 08 abr. 2024.

BRASIL, **Lei nº 14.133**, de 01 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. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. 1, 2021. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/L14133.htm. Acesso em: 01 set. 2022.

CARSTENS, D. A. BIM & GIS–New dimensions of improved collaboration for infrastructure and environment. **Journal of Digital Landscape Architecture**, v. 4, p. 114-121, 2019.

CARVALHO, M. T. M.; DE PAULA, J. M. P.; GONÇALVES, P. H. (2017). **Gerenciamento de obras públicas** (No. 2284). Texto para Discussão.

CAVKA, H. B.; STAUB-FRENCH, S.; POIRIER, E.A. Developing owner information requirements for BIM-enabled projectdelivery and asset management. **Automation in construction**, v. 83, p. 169-183, 2017.

CBIC CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras – Parte1: Fundamentos BIM.** Brasília: 2016a.

CBIC CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras - Parte 2: Implementação do BIM.** Brasília: 2016b.

CBIC CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras - Parte 3: Colaboração e Integração BIM.** Brasília: 2016c.

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

CHENG, J. CP; LU, Q. A review of the efforts and roles of the public sector for BIM adoption worldwide. **Journal of Information Technology in Construction (ITcon),** v. 20, n. 27, p. 442-478, 2015.

CHIEN, K.; WU, Z.; HUANG, S. Identifying and assessing critical risk factors for BIM projects: Empirical study. **Automation in construction**, v. 45, p. 1-15, 2014.

CICCO, R. D. BIM, the Chinese way. **AEC MAGAZINE**. Disponível em: https://www.aecmag.com/comment-mainmenu-36/1577-bim-the-chinese-way-bim-aec Acesso em: 30 dez. 2022.

CIRIBINI, A.L.C.; MASTROLEMBO VENTURA, S.; PANERONI, M.Implementation of an interoperable process to optimise design andconstruction phases of a residential building: A BIM Pilot Project. **Automation in Construction**, v. 71, p. 62–73, 2016

COSTA, T. T.F.; TETI, B. S.; VASCONCELOS, . M. Avaliação do uso de uma ferramenta BIM no projeto de infraestrutura de um terminal de granel líquido. **RCT: REVISTA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA**, v. 7, p. 01, 2021.

DE SOUZA, M. P. *et al.* Modelling and coordination of building design: An experience of BIM learning/upskilling. **Architectural Engineering and Design Management**, p. 1-18, 2021.

DELGADO, J. M. D. *et al.* Robotics and automated systems in construction: Understanding industry-specific challenges for adoption. **Journal of Building Engineering**, v. 26, p. 100868, 2019.

DIAS, Daiane Souza *et al.* Perfil da liderança na gestão de projetos: uma pesquisa com profissionais da área. **Revista de Gestão e Projetos**, v. 8, n. 1, p. 72-89, 2017.

FABRICIO, M. M. Projeto simultâneo na construção de edifícios. **São Paulo**, v. 350, 2002. Tese (Doutorado)

FABRICIO, M. M.; BAÍA, J. L.; MELHADO, S. B. Estudo do fluxo de projetos: cooperação seqüencial x colaboração simultânea. **Simpósio Brasileiro de Gestão da Qualidade e Organização do Trabalho**, 1999.

FANNING, Blaine *et al.* Implementing BIM on infrastructure: Comparison of two bridge construction projects. **Practice periodical on structural design and construction**, v. 20, n. 4, p. 04014044, 2015.

FELISBERTO, A. D.; MARCHIORI, F. F.; LOVE, P.; SIGNOR, R. BIM cost estimation guidelines for Brazilian public sector infrastructure. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, SP, v. 12, p. e021004, 2021. DOI: http://dx.doi.org/10.20396/parc.v12i00.8659766

FERRARI, F. A. **A introdução da Modelagem da Informação da Construção em um banco público brasileiro**. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade de São Paulo. 2016. Disponível em: http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3153/tde-23082016-152604/pt-br.php. Acesso em: 7 ago. 2022.

FLICK, U. **Introdução à pesquisa qualitativa**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

FUKS, H. *et al.* Teorias e modelos de colaboração. **Sistemas colaborativos**, p. 16-33, 2011.

GERMANO, J. V. M. A. ; VASCONCELOS, B. M . Percepção do BIM por projetistas do setor da AECO em Pernambuco. **REVISTA PROJETAR** - Projeto e Percepção do Ambiente, v. 8, p. 132-142, 2023.

GHIRALDINI, M. **Censo ou amostra: como coletar dados de população em marketing digital**. Disponível em: https://blog.math.group/censo-amostra-populacao-marketing. Acesso em: 09 Jun. 2023.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GUREVICH, U.; SACKS, R. Longitudinal study of BIM adoption by public construction clients. **Journal of Management in Engineering**, v. 36, p. 05020008, 2020.

GUREVICH, U; SACKS, R.; SHRESTHA, Prabhat. BIM adoption by public facility agencies: impacts on occupant value. **Building Research & Information**, v. 45, n. 6, p. 610-630, 2017.

HERR, C. M.; FISCHER, T. BIM adoption across the Chinese AEC industries: An extended BIM adoption model. **Journal of Computational Design and Engineering**, v. 6, n. 2, p. 173-178, 2019.

HONG, Y. *et al.* BIM adoption model for small and medium construction organizations in Australia. **Engineering, Construction and Architectural Management**, 2018.

HU, M.; LIU, Y. E-maintenance platform design for public infrastructure maintenance based on IFC ontology and Semantic Web services. **Concurrency and Computation: Practice and Experience**, v. 32, n. 6, p. e5204, 2020.

JASIŃSKI, A. Impact of BIM implementation on architectural practice. **Architectural Engineering and Design Management**, v. 17, n. 5-6, p. 447-457, 2021.

JENSEN, P. A.; JÓHANNESSON, E. I. Building information modelling in Denmark and Iceland. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 20, p. 99-110, 2013.

JUNIOR, M. L. P.; BARACHO, R. M.A.; PORTO, M. F. A Gestão da Informação e do conhecimento, o trabalho colaborativo e o uso da tecnologia BIM por arquitetos e engenheiros. In: **XVII Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação**. 2016.

JUSZCZYK, M.; VÝSKALA, M.; ZIMA, K. Prospects for the use of BIM in Poland and the Czech Republic–Preliminary research results. **Procedia Engineering**, v. 123, p. 250-259, 2015.

KASSEM, M.; SUCCAR, B. Macro BIM adoption: Comparative market analysis. **Automation in construction**, v. 81, p. 286-299, 2017.

KEELE, S. *et al.* **Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering**. Technical report, ver. 2.3 ebse technical report. ebse, 2007. Disponível em: https://www.elsevier.com/__data/promis_misc/525444systematicreviewsguide.pdf. Acesso em: 22 ago. 2022.

KHOSROWSHAHI, F.; ARAYICI, Y. Roadmap for implementation of BIM in the UK construction industry. **Engineering, construction and architectural management**, v. 19, n. 6, p. 610-635, 2012.

KOO, B.; SHIN, B.; LEE, G. A cost-plus estimating framework for BIM related design and engineering services. KSCE **journal of civil engineering**, v. 21, n. 7, p. 2558-2566, 2017.

LEUSIN, S. R. L. **Gerenciamento e Coordenação de projetos BIM**: um guia de ferramentas e boas práticas para o sucesso dos empreendimentos. 1a ed. Rio de Janeiro: LTC, 2021.

LIAO, L.; AI LIN TEO, E. Organizational change perspective on people management in BIM implementation in building projects. **Journal of management in engineering**, v. 34, n. 3, p. 04018008, 2018.

LINDBLAD, H. Black boxing BIM: the public client's strategy in BIM implementation. **Construction management and economics**, v. 37, n. 1, p. 1-12, 2019.

LU, W. *et al.* Cost-benefit analysis of Building Information Modeling implementation in building projects through demystification of time-effort distribution curves. **Building and Environment**, v. 82, p. 317-327, 2014.

LU, W. *et al.* Measuring building information modeling maturity: A Hong Kong case study. International **Journal of Construction Management**, v. 21, n. 3, p. 299-311, 2021.

MANZIONE, L. **Proposição de uma estrutura conceitual de gestão do processo de projeto colaborativo com o uso do BIM**. Tese (Doutorado). São Paulo, v. 371, 2013.

MARINHO, A.; COUTO, J. P.; TEIXEIRA, J. M. C.. Relational contracting and its combination with the BIM methodology in mitigating asymmetric information problems in construction projects. **Journal of Civil Engineering and Management,** v. 27, p. 217-229, 2021.

MATOS, R. *et al.* Building condition assessment supported by Building Information Modelling. **Journal of Building Engineering**. v. 38, p. 102186, 2021.

MEDEIROS, D. P.; FIGUEIRA, A. M. A.; VASCONCELOS, B. M. Realidade Aumentada: benefícios e desafios na construção civil - Uma Revisão Sistemática. **ARQUITEXTOS**. v. 270, p. 07, 2022.

MINAGAWA, M. ; KUSAYANAGI, S..Study on BIM utilization for design improvement of infrastructure project. **Procedia Engineering**, v. 125, p. 431- 437, 2015.

MIRANDA, R. D; SALVI, L. Análise da tecnologia Bim no contexto da indústria da construção civil brasileira. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, v. 7, n. 5, p. 79-98, 2019.

MONTIEL-SANTIAGO, F. J.; HERMOSO-ORZÁEZ, Manuel Jesús; TERRADOS-CEPEDA, Julio. Sustainability and energy efficiency: BIM 6D. Study of the BIM methodology applied to

hospital buildings. Value of interior lighting and daylight in energy simulation. **Sustainability**, v. 12, n. 14, p. 5731, 2020.

MURGUIA, D.; DEMIAN, P.; SOETANTO, R.. Systemic BIM adoption: A multilevel perspective. **Journal of Construction and Engineering Management**, v. 147, n. 4, p. 04021014, 2021.

NIBS. National BIM Standards – **United States Version 2: Chapter 5.2 Minimum BIM.** Building SMART Alliance. 2012. Disponível em: https://www.nationalbimstandard.org/. Acesso em: 01 set 2022.

NICAL, A. K.; WODYŃSKI, W. Enhancing facility management through BIM 6D. **Procedia Engineering**, v. 164, p. 299-306, 2016.

PAGE, M. J. *et al.* The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. **Systematic reviews**, v. 10, n. 1, p. 1-11, 2021.

PAKHALE, P. D.; PAL, A.. Digital project management in infrastructure project: a case study of Nagpur Metro Rail Project. **Asian Journal of Civil Engineering**, v. 21, n. 4, p. 639-647, 2020.

PAVÓN, R. M. *et al.* Use of BIM-FM to transform large conventional public buildings into efficient and smart sustainable buildings. **Energies**, v. 14, n. 11, p. 3127, 2021.

PEREIRA JUNIOR, M. L.; BARACHO, R.M.A. Relações entre a gestão da informação e do conhecimento e uso de sistema BIM por arquitetos e engenheiros. In: 4º Seminário Iberoamericano Arquitetura e Documentação**.** 2015, Belo Horizonte. **Anais [...]**. Belo Horizonte, 2015.

PHANG, T. C.; CHEN, C.; TIONG, R. L. New model for identifying critical success factors influencing BIM adoption from precast concrete manufacturers' view. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 146, n. 4, p. 04020014, 2020

PISA, B.; OLIVEIRA, A. Gestão de projetos na administração pública: um instrumento para o planejamento e desenvolvimento. **Seminário Nacional de Planejamento e Desenvolvimento**, v. 2, p. 1-15, 2013.

QUEVEDO DO AMARAL, M. Caixa Econômica Federal: função social e atribuições na execução de políticas públicas e do Orçamento Geral da União (Caixa Econômica Federal: Social Function and Attributions in Execution of Public Policies of the General Budget of the Union). **Revista de Direito da ADVOCEF**–Ano XII–Nº, 2016.

RADÜNS, C; PRAVIA, Z. **BIIM: o BIM da infraestrutura. Infraestrutura Urbana**: Projetos, Custos e Construção, set. 2013. Disponível em: http://infraestruturaurbana17.pini.com.br/solucoestecnicas/30/biim-o-bim-para-obras-de-infraestrutura-os-beneficios-294311-1.aspx. Acesso em: 19 dez.2022.

REA, L. M.; PARKER, R. A. **Desenvolvendo perguntas para pesquisas**. Metodologia de pesquisa: do planejamento à execução. São Paulo: Pioneira, 2002.

RIBEIRO, J. L. D.; TEN CATEN, C. S. **Controle Estatístico do Processo**.2012. Porto Alegre: FEENG/UFRGS, 2012.

RIZARDI, B. M. *et al.* **Caminhos da inovação no setor público**. Brasília: Enap, 2022.

RODRIGUES, I. ; ANDRADE, M.L.V. X. GRIZ, C. BIM. Implementação BIM no setor público do estado de Pernambuco: um estudo comparativo entre organizações do projeto de pesquisa PET-GOV. In: 6o Encontro Acadêmico de Building Information Modeling (BIM) de Minas Gerais - EABIM. **Anais [...].** Belo Horizonte: Minascon, 2022.

ROMERO, J. M.; SCHEER, S. **Potencial da Implementação da BIM no Processo de Aprovação de Projetos de Edificação na Prefeitura Municipal de Curitiba**. In: Workshop brasileiro gestão do processo de projeto na construção de edifícios. 2009.

SACKS, R. *et al.* **Manual de BIM**: Um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2021.

SACKS, R.; RADOSAVLJEVIC, M.; BARAK, R. Requirements For Building Information Modeling Based Lean Production Management Systems For Construction. **Automation in Construction**, v. 19, n. 5, p. 641-655, 2010.

SAKA, A. B.; CHAN, D. W.M; MAHAMADU, A. Rethinking the Digital Divide of BIM Adoption in the AEC Industry. **Journal of Management in Engineering**, v. 38, n. 2, p. 04021092, 2022.

SAMPAIO, K. R. A.; BATISTA, V. (2021). Ergonomic Work Analysis (AET) in the office environment: A case study in a company in the city of Manaus-AM. **Research, Society and Development**. v. 10, n. 7, p. e53110716478-e53110716478, 2021.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, P. B. **Metodología de la investigación.** México: McGraw-Hill, 1991

SANTOS, C.M.L.S.A. **Estatística Descritiva – Manual de Auto-aprendizagem**. Lisboa: Sílabo, 2018

SANTOS, F. A. S; BATISTA, F. H. K; MARTINS, I. M. Análise dos problemas e conflitos nas obras públicas em Sergipe a partir da teoria da agência. **Revista Gestão e Organizações**, v. 6, n. 1, p. 82-102, 2021.

SANTOS, H. P. **Diagnóstico e Análise das Causas de Aditivos Contratuais de Prazo e Valor em Obras de Edificações em uma Instituição Pública**. 2015. Dissertation (Master in Civil Engineering) - Federal University of Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015. Disponivel em: http://hdl.handle.net/1843/BUBD-A9NQ7Y. Acesso em: 10 jul. 2023.

SERGEEVA, Natalya; WINCH, Graham M. Narrative interactions: How project-based firms respond to Government narratives of innovation. **International journal of project management**, v. 38, n. 6, p. 379-387, 2020.

SHAH, C. Collaborative Information Seeking. **Journal of the Association for Information Science and Technology**. v.65, n.2, p. 215–236, 2014.

SHEWHART, W. A.; DEMING, W. E. (1967). In memoriam: Walter A. Shewhart, 1891–1967. **The American Statistician**, 21(2), 39-40.

SIGNOR, R.; LOVE, P. E. D; OLATUNJI, O.; MARCHIORI, F. F; GRIPP, W. G. Um Método Probabilístico para Estimativa Forense de Custos de Projetos de Infraestrutura. **Modelagem Matemática Aplicada**, v. 40, p. 9197-9211, 2016. DOI: https://doi.org/10.1016/j.apm.2016.05.025

SIGNOR, R.; LOVE, P.E. D. ; MARCHIORI, F.F.; FELISBERTO, A. D. Subfaturamento em Projetos de Infraestrutura Social: Combatendo a Institucionalização da Maldição do Vencedor. **Revista de Engenharia e Administração da Construção**, v. 146, n. 12, pág. 05020018, 2020. DOI: https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001926

SILVA, H. G. X. **Otimização de Procedimentos para execução de obras públicas em pequenos municípios.** Monografia de Especialização em Gerenciamento de Obras. Departamento Acadêmico de Construção Civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba: UTFP, 2012.

SINGH, I. BIM adoption and implementation around the world: Initiatives by major nations. **Geospatial World**. Disponível em: < https://www.geospatialworld.net/blogs/bim-adoptionaround-the-world/ > Acesso em: 29 dez. 2022.

SODANGI, M.; SALMAN, A. F.; SALEEM, M. Building information modeling: awareness across the subcontracting sector of Saudi Arabian construction industry. **Arabian Journal for Science and Engineering**, v. 43, n. 4, p. 1807-1816, 2018.

SOUZA, L. L. A. AMORIM, S. R. L.; LYRIO, A. M. Impactos do uso do BIM em escritórios de arquitetura: oportunidades no mercado imobiliário. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 4, n. 2, p. 26-53, 2009.

STRONG, N. **AIArchitect - Changeisnow.** Disponível em: http://info.aia.org/aiarchitect/thisweek05/tw0909/tw0909bp_bim.htm. Acesso em: 20 jun. 2023.

SUCCAR, B. Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. **Automation in construction**, v. 18, n. 3, p. 357-375, 2009.

SUCCAR, B. *et al.* The five components of BIM performance measurement. *In:* CIB WORLD CONGRESS, 2010, Salford. **Anais [...].** Salford: University of Salford, 2010. Disponível em: http://usir.salford.ac.uk/id/eprint/10001/1/17_Barrett_PS_CIB_proceedings_2010.pdf. Acesso em: 01 Set. 2022.

SUCCAR, B. Episode 19: Top-Down, Bottom-Up And Middle-Out BIM Diffusion. **BIM ThinkSpace**. 2014. Disponível em: www.bimthinkspace.com. Acesso em: 12 Jul. 2022.

TCHANA, Y.; DUCELLIER, G.; REMY, S. Designing a unique Digital Twin for linear infrastructures lifecycle management. **Procedia CIRP**. v. 84, p. 545-549, 2019.

TCU. Tribunal de Contas da União. **Obras Públicas. Recomendações Básicas para a contratação e Fiscalização de Obras de Edificações Públicas**. 4ª ed. Brasília: 2014.

TCU. Tribunal de Contas da União. **Auditoria operacional no Sistema de Convênios do Governo Federal –SICONV**. Falhas e oportunidades de melhoria. Recomendações e ciência. 2019. Disponível em: http://www.tcu.gov.br/Consultas/Juris/Docs/judoc/Acord/20120917/AC_2465_36_12_P.doc . Acesso em: 20 fev 2022.

TEICHOLZ, P.; GOODRUM, P. M.; HAAS, C.T. US construction labor productivity trends, 1970–1998. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 127, n. 5, p. 427-429, 2001.

TROIANI, E. *et al.* Macro-maturity factors and their influence on micro-level BIM implementation within design firms in Italy. **Architectural Engineering and Design Management**, v. 16, n. 3, p. 209-226, 2020.

TURCO, M. L.; BOCCONCINO, M. M. Collaborative environments for knowledge sharing: first Building Information Modeling applications for Public Works. **DISEGNARECON**, v. 9, n. 16, p. 7-1-7.10, 2016.

U.S Census Bureau. Construction: Summary Series: General Summary; **Employment size class by subsectors and industries for U.S. and States.** 2012. Disponivel em: https://www.census.gov/data/tables/2012/econ/census/construction.html. Acesso em: 15 jan 2023.

VALDEPEÑAS, P. *et al.* Application of the BIM Method in the Management of the Maintenance in Port Infrastructures. **Journal of Marine Science and Engineering**, v. 8, n. 12, p. 981, 2020.

VARGAS, R. V. **Gerenciamento de Projetos:** estabelecendo Diferenciais Competitivos. 9ª ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2018.

VASS, S. GUSTAVSSON, T. K.. Challenges when implementing BIM for industry change. **Construction management and economics**, v. 35, n. 10, p. 597-610, 2017.

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**, v. 36, p. 102104, 2021.

WANG, N.; ISSA, R.R.A ; ANUMBA, C.J.Transfer learning-based query classification for intelligent building information spoken dialogue. **Automation in Construction**, v. 141, p. 10440, 2022.

WANG, Z.; LIU, Z.; LIU, J. Innovation strategy or policy pressure? The motivations of BIM adoption in China's AEC enterprises. **Journal of Asian Architecture and Building Engineering**, 21(4), 1578–1589, 2021.

WEISHENG LU, *et al.* Cost-benefit analysis of Building Information Modeling implementation in building projects through demystification of time-effort distribution curves. **Building and Environment**, v. 82, p. 317-327, 2014.

WONG, A. K. D; WONG, F. K. W; NADEEM, A. **Comparative Roles of Major Stakeholders for the Implementation of BIM in Various Countries**. 2009. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication

/228743459_Comparative_Roles_of_Major_Stakeholders_for_the_Implementation_of_BIM_in_Various _Countries. Acesso em: 21 dez. 2022.

XU, H.; FENG, J.; LI, S. Users-orientated evaluation of building information model in the Chinese construction industry. **Automation in Construction**, v. 39, p. 32-46, 2014. DOI: 10.1016/j.autcon.2013.12.004.

YANG, Y.; SHAO, S.; CAO, D. Diffusion of BIM policies in China: an event history analysis, **Engineering, Construction and Architectural Management**, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print. 2024. https://doi.org/10.1108/ECAM-08-2023-0826

YUAN, H.; YANG, Y. BIM adoption under government subsidy: technology diffusion perspective. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 146, n. 1, p. 04019089, 2020.

ZAIA, Y.Y. ADAM, S.M.; ABDULRAHMAN, F.H. Investigating BIM level in Iraqi construction industry. **Ain Shams Engineering Journal**, p. 101881, 2022.

ZAPPELLINI, M. B.; FEUERSCHÜTTE, S. G. O uso da triangulação na pesquisa científica brasileira em administração. 2015. **Administração: Ensino E Pesquisa**, v. *16*, p. 241-273.

APÊNDICES

Apêndice A – Protocolo de Pesquisa

Apêndice B – Parecer de aprovação no Comitê de Ética em Pesquisa

Apêndice C – Questionário da pesquisa

Apêndice D – Guia BIM para prefeituras de Pernambuco

Apêndice A – Protocolo de Pesquisa

Curso/Programa: PEC - MESTRADO
Discente: PAULA BOUMANN
Grupo de Pesquisa: LSHT
Orientador: BIANCA VASCONCELOS

Recife, 2022

PROTOCOLO DE REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

1. TÍTULO

PRODUÇÃO CIENTÍFICA MUNDIAL SOBRE IMPLEMENTAÇÃO DO BIM NO SETOR PUBLICO: REVISÃO SISTEMÁTICA

2. PESQUISADORES

2.1 Equipe

Nome	Papel	Afiliação
Bianca Vasconcelos	Orientador	UPE
Silvio Melhado	Coorientador	USP
Paula Boumann	Pesquisador	UPE
Rudemberg Eloi	Pesquisador	UPE

Quadro 1: Equipe responsável pela RSL

3. DESCRIÇÃO

Esta Revisão Sistemática da Literatura (RSL) tem como objetivo analisar e sintetizar a literatura existente sobre BIM com objetivo de Estudar o panorama da pesquisa científica no mundo sobre o tema, no contexto das obras publicas

Foi observada a necessidade de ser realizada uma RSL devido a necessidade de conhecer a pesquisa acadêmica sobre o tema e extrair quais as ações ou aspectos foram mais efetivos para a plena implantação e funcionalidade da ferramenta e quais as estratégias que necessitam de melhorias ou estudos mais aprofundados na EAC a fim de indicar caminhos bem sucedidos para futura implementação da metodologia de forma efetiva no setor público brasileiro.

4. OBJETIVO

Traçar um panorama sobre as principais abordagens na pesquisa científica mundial relacionados a implementação de BIM, visando identificar estratégias bem-sucedidas e descobrir quais os enfoques que ainda precisam de desenvolvimento para que a implementação e uso do BIM no Brasil ocorra de maneira mais efetiva.

5. QUESTÃO PRINCIPAL

A(s) pergunta(s) de pesquisa desta RSL é (são) derivada(s) da definição dos elementos apresentados no Quadro 2:

5.1 Critério PICo:

Critérios	Descrição
População	Artigos de periódicos sobre Implementação de BIM

Interesse	Implementação e gestão de projetos em BIM
Contexto	Setor Público mundial

Quadro 2: Descrição dos elementos PICO da Pesquisa

5.2 Pergunta de Pesquisa

Pergunta	Descrição da Pergunta
P1	O BIM no setor público mundial está sendo implementado e utilizado de maneira efetiva?
P2	Qual(is) foram as estratégias bem sucedidas na implementação e uso do BIM no setor publico?
P3	Qual(is) foram as estratégias ou enfoques que necessitam de mais estudos ou melhorias?
P3	Onde a ciência pode contribuir para a disseminação do uso de BIM para o setor publico?

Quadro 3: Perguntas de Pesquisa

6. PALAVRAS-CHAVES E SINÔNIMOS

6.1 Termos de Busca

Critérios	Termos	Sinônimos	Tradução
População	BIM	Building information Modeling, BIM design; BIM methodology, collaborative work methodology	BIM; modelagem da informação da construção; projeto BIM; metodologia BIM, metodologia de trabalho colaborativo
Interesse	Implementação ou gestão	Implementation; management	Implementação; gestão;
Contexto	Publics works	Public works; design of public buildings; public construction; public buildings, public agencies, public infrastructure design	Obras públicas, Projeto de obras públicas, Construção de prédios públicos, Edifícios Publicos, Orgãos públicos, Projetos de Infraestrutura publicos

Quadro 4: Termos de Busca

7. CRITÉRIOS DE SELEÇÃO DE FONTES (BASES DE BUSCAS)

7.1 Critérios adotados

Estas bases de dados foram escolhidas por conterem grande acervo técnico e científico em âmbito internacional, com destaque àquelas cujo conteúdo seja reconhecidamente relevante na área de Engenharia e que tenham retornado um significativo número de publicações na primeira busca.

7.2 Bases de Dados Selecionadas

As seguintes bases de dados serão utilizadas nesta RSL:

<Exemplos:

- *Science Direct - http://www.sciencedirect.com*
- *Scopus - https://www.scopus.com/home.uri*
- *Engineering Village - https://www.engineeringvillage.com/home.url?redir=t*
- *Web of Science – https://www.webofscience.com/wos/woscc/basic-search*
- *Springer – https://link.springer.com/*
- *Taylor & Francis – https://www.tandfonline.com/*
- *ASCE – https://ascelibrary.org/*

- ~~*Scielo – https://scielo.org/*~~
- ~~*IEE Xplore – https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp*~~
- ~~*Wiley - https://onlinelibrary.wiley.com/*~~

7.3 Limitações

Serão selecionados para esta pesquisa, artigos nas línguas português, inglês ou espanhol, dos anos entre 2012 até 2022, cuja publicação seja oriunda de periódicos. As limitações serão aplicadas utilizando-se as próprias ferramentas das bases de busca.

7.4 Strings de Busca

String genérica de busca:

("BUILDING INFORMATION MODELING" OR "BIM") AND ("PUBLIC WORKS" OR "PUBLIC AGENCIES" OR "PUBLIC BUILDINGS" OR "PUBLIC INFRASTRUCTURE")

Quadro 5: String Genérica de Busca

Strings de busca adaptadas para cada Base de Dados pesquisada:

Base de dados	**String Adaptada**
Science Direct	("BUILDING INFORMATION MODELING" OR "BIM") AND ("PUBLIC WORKS" OR "PUBLIC AGENCIES" OR "PUBLIC BUILDINGS" OR "PUBLIC INFRASTRUCTURE")
Scopus	TITLE-ABS-KEY (("BUILDING INFORMATION MODELING" OR "BIM") AND ("PUBLIC WORKS" OR "PUBLIC AGENCIES" OR "PUBLIC BUILDINGS" OR "PUBLIC INFRASTRUCTURE")) AND (LIMIT-TO (SUBJAREA , "ENGI")) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar"))
Engineering Village	((("BUILDING INFORMATION MODELING" OR "BIM") AND ("PUBLIC WORKS" OR "PUBLIC AGENCIES" OR "PUBLIC BUILDINGS" OR "PUBLIC INFRASTRUCTURE")) WN KY) + {ja} WN DT
Web os Science	("BUILDING INFORMATION MODELING" OR "BIM") AND ("PUBLIC WORKS" OR "PUBLIC AGENCIES" OR "PUBLIC BUILDINGS" OR "PUBLIC INFRASTRUCTURE")
Springer	("BUILDING INFORMATION MODELING" OR "BIM") AND ("PUBLIC WORKS" OR "PUBLIC AGENCIES" OR "PUBLIC BUILDINGS" OR "PUBLIC INFRASTRUCTURE")
Taylor & Francis	("BUILDING INFORMATION MODELING" OR "BIM") AND ("PUBLIC WORKS" OR "PUBLIC AGENCIES" OR "PUBLIC BUILDINGS" OR "PUBLIC INFRASTRUCTURE")
ASCE	("BUILDING INFORMATION MODELING" OR "BIM") AND ("PUBLIC WORKS" OR "PUBLIC AGENCIES" OR "PUBLIC BUILDINGS" OR "PUBLIC INFRASTRUCTURE")
Scielo	("BUILDING INFORMATION MODELING" OR "BIM") AND ("PUBLIC WORKS" OR "PUBLIC AGENCIES" OR "PUBLIC BUILDINGS" OR "PUBLIC INFRASTRUCTURE") AND ("BRAZIL" OR "BRASIL")
IEE Xplore	("BUILDING INFORMATION MODELING" OR "BIM") AND ("PUBLIC WORKS" OR "PUBLIC AGENCIES" OR "PUBLIC BUILDINGS" OR "PUBLIC INFRASTRUCTURE") AND ("BRAZIL" OR "BRASIL")
Wiley	("BUILDING INFORMATION MODELING" OR "BIM") AND ("PUBLIC WORKS" OR "PUBLIC AGENCIES" OR "PUBLIC BUILDINGS" OR "PUBLIC INFRASTRUCTURE") AND ("BRAZIL" OR "BRASIL")

Quadro 6: String de Busca adaptados por base

7.5 Método de Pesquisa nas Fontes

O processo de seleção dos estudos será realizado por meio de buscas formadas pelas palavras-chave, realizadas em portais de buscas das bases de dados de artigos e periódicos selecionados. Durante o processo de recuperação das informações serão consideradas as strings encontradas preferencialmente em Títulos, Resumos e Palavras-chave de cada base de dados. Após a leitura dos títulos e resumos e avaliando-se a relevância do trabalho, o mesmo será direcionado para sua leitura integral, a partir da qual pode ser aceito ou rejeitado, de acordo com os critérios de inclusão (CI) ou exclusão (CE) pré-definidos neste protocolo.

8. CRITÉRIOS DE SELEÇÃO DE ESTUDOS (INCLUSÃO E EXCLUSÃO)

8.1 Definição do Tipo de Estudo

Os seguintes tipos de estudos serão utilizadas nesta RSL:

- *Estudos primários cuja abordagem seja qualitativa*
- *Estudos de caso(s)*
- *Estudos experimentais*

8.2 Critérios de Inclusão e Exclusão

Os Critérios de Inclusão dos estudos recuperados são apresentados no quadro 7:

Critério	Descrição do Critério de Inclusão
CI1	Ano de publicação entre 2012 e 2022
CI2	Artigos de periódicos
CI3	Artigos que contenham os termos de busca no título, resumo e palavras-chave

Quadro 7: Critérios de Inclusão

Os Critérios de Exclusão dos estudos recuperados são apresentados no quadro 8:

Critério	Descrição do Critério de Exclusão
CE1	Artigos duplicados
CE2	Artigos que não sejam da área de EAC
CE3	Artigos que não tratem de implementação e gestão de projetos em BIM
CE4	Artigos de revisão
CE5	Artigos indisponíveis para leitura integral

Quadro 8: Critérios de Exclusão

8.3 Critérios de Qualidade

Os Critérios de Qualidade dos estudos recuperados são apresentados no quadro 9:

Critério	Descrição do Critério de Qualidade
CQ1	O artigo foi escrito com coerência e coesão textual?
CQ2	A metodologia é clara e replicável?
CQ3	Estudos apresentam metodologia de implementação BIM?
CQ4	Estudos apresentam resultados e/ou lições aprendidas no setor público?

Quadro 9: Critérios de Qualidade

9. FICHA DE AVALIAÇÃO DE QUALIDADE

A ficha de avaliação de qualidade deve ser detalhada conforme critérios do quadro 10:

Critério de qualidade	Opções de escolha
Coerência e coesão textual	Sim/Não
Metodologia clara e replicável	Sim/Não
Estudos apresentam metodologia de implementação BIM	Sim/Não
Estudos apresentam resultados e/ou lições aprendidas no setor público	Sim/Não
Estudos apresentam dados estatísticos de efetividade da metodologia BIM	Sim/Não

Quadro 10: Ficha de avaliação de Qualidade

10. FICHA DE AVALIAÇÃO DE RISCO DE VIÉS

A ficha de avaliação de qualidade deve ser detalhada conforme critérios do quadro 11:

Tipo de Viés	Descrição	Escala de risco	Fatores de mitigação
Seleção	Não compatibilizar os termos de busca com a questão de pesquisa	Médio	Consultar previamente estudos semelhantes
Revisão	Interpretar equivocadamente os resultados	Médio	Criar plano de análise

Quadro 11: Matriz de risco de viés

11. FICHA DE ELEGIBILIDADE DOS ESTUDOS E DE EXTRAÇÃO DE DADOS

Dados a serem extraídos	Tipo*	Conteúdo
Identificação: Ano de Publicação, país de publicação, instituição, periódico, DOI Autor(es)	Text	
Ações Estudadas	Text	
Metodologia	Text	
Participantes	Text	
Hipóteses	Text	
Desafios à implementação	Text	
Resultados	Text	
Dimensão	Pick on list	Pessoas; Processos; Tecnologia; Financeiro
Etapa	Pick on list	Projeto; Planejamento; Execução; O&M
Subsetor	Pick on list	Edificações; Infraestrutura; Transporte e mobilidade; Planejamento urbano; Outros
Fase do uso BIM	Pick on list	Implantação; Gestão;

**Pick on list (Escolha um na lista); Pick or many (Escolha em vários); Text (campo texto aberto)*

Quadro 12: Ficha de elegibilidade dos estudos

12. RESUMO DOS RESULTADOS ESPERADOS

Obter resposta para as questões de pesquisa através dos dados obtidos dos estudos primários selecionados, compilando dados quantitativos da pesquisa em Gestão BIM no setor público a nível mundial, extraindo também dos estudos os principais agentes indutores desta

produção científica, seja quanto aos países, instituições e autores, obtendo desta maneira, subtemas de maior relevância na última década ligadas à implementação BIM visando fomentar estudos na área.

REFERÊNCIAS

KITCHENHAM, B. **Procedures for performing systematic reviews**. Keele, UK, Keele University, v. 33, n. 2004, p. 1-26, 2004.

KITCHENHAM, B. **Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering**. Technical report, Ver. 2.3 EBSE Technical Report. EBSE, 2007.

TRAVASSOS, G.; BIOLCHINI, J. Revisões sistemáticas aplicadas a engenharia de software. **XXI SBES-Brazilian Symposium on Software Engineering**, 2007.

Apêndice B – Parecer de aprovação no Comitê de Ética em Pesquisa

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Desenvolvimento da Tecnologia BIM no Brasil: Gestão do processo de projetos no setor público em Pernambuco

Pesquisador: BIANCA MARIA VASCONCELOS VALERIO

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 70889023.9.0000.5207

Instituição Proponente: FUNDACAO UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.191.169

Apresentação do Projeto:

Pesquisa que visa analisar o uso do Building Information Modeling (BIM), nos órgãos executivos de projetos do setor público.

Os participantes responderam a um questionário, via Google Form, que será enviado via e-mail aos representantes das secretarias municipais de obras e projetos, assim como aos seus projetistas.

Os critérios de inclusão apresentados pelo propoente foram: “gestores de projetos e/ou obras, assim como seus projetistas de nível superior (Arquitetos, Engenheiros ou Tecnólogos) ligados ao ente público ou contratados por este para elaboração de projetos técnicos para obras públicas, atuantes nos 180 municípios do estado de Pernambuco onde haja minimamente uma secretaria de obras.” E os critérios de exclusão apresentados foram: “profissionais que não têm vínculo com o órgão público, que não são profissionais de Engenharia ou Arquitetura (ou correlatos), ou que foram contratados apenas para uma situação pontual”

O proponente espera a participação de pelo menos 30 participantes.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo principal

Realizar pesquisa de opinião, sobre uso de BIM nos órgãos executivos de projetos do setor público, de modo a avaliar o nível de adoção da tecnologia, identificar os principais desafios enfrentados, analisar os benefícios alcançados ou investigar as melhores práticas de implementação.

Objetivos específicos:

- Identificar as boas práticas de implementação e uso BIM em projetos de obras públicas;
- Verificar as dificuldades na implementação ou uso da tecnologia;
- Identificar ponto de vista sob a perspectiva dos gestores de projeto e dos projetistas, buscando convergências e particularidades;
- Identificar fatores e indicadores que possam ser úteis para o desenvolvimento da inovação no setor

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Segundo o proponente: "Os riscos desta pesquisa são mínimos, uma vez que se trata de uma pesquisa de opinião sobre
o processo de gestão de projetos. Um possível risco da pesquisa para os participantes está relacionado a possíveis desconfortos de ordem moral e/ou intelectual durante aplicação do questionário, uma vez que podem ocasionar constrangimento pela não compreensão do conteúdo das perguntas. O participante pode, a qualquer momento, entrar em contato com os pesquisadores através dos contatos constantes no TCLE para dirimir eventuais dúvidas. Caso o participante se sinta constrangido, a orientação é de abandonar a pesquisa, certo de que suas informações não serão utilizadas ou divulgadas. Está claro no instrumento de coleta de dados (questionário) e no TCLE que não haverá perguntas obrigatórias.

Um segundo risco identificado, se deve à possibilidade do participante se sentir inseguro quanto à sua identificação ou confidencialidade dos dados. No TCLE consta a informação sobre a confidencialidade e armazenamento dos dados, a fim de demonstrar a idoneidade da pesquisa.

Uma vez que a pesquisa se desenvolve em ambiente virtual, será informado ao participante os riscos inerente ao ambiente virtual, relativos a limitações de redes e tecnologia, que podem vir a atrapalhar a pesquisa. Há orientação no TCLE que, caso haja limitação tecnológica, o

participante pode se sentir livre para abandonar a pesquisa."

Benefícios:

Os benefícios apresentados pela proponente são indicadores e fatores de fomento à implementação e bom uso da tecnologia BIM no setor público.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa atual.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Apresenta dispensa de carta de anuência, por não haver um local de estudo definido. Todos os demais são apresentados.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Aprovado

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2140408.pdf	12/07/2023 16:09:33		Aceito
Outros	APENDICE_1_GOOGLE_FORM_R1.pdf	12/07/2023 02:03:31	PAULA DOS SANTOS CUNHA BOUMANN	Aceito
Outros	Carta_de_justificativas_CEP_BIM_R1.pdf	12/07/2023 01:54:26	PAULA DOS SANTOS CUNHA BOUMANN	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_BIM_R2.pdf	12/07/2023 01:53:10	PAULA DOS SANTOS CUNHA BOUMANN	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_de_Pesquisa_BIM_CEP_R3.pdf	12/07/2023 01:52:57	PAULA DOS SANTOS CUNHA BOUMANN	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	dispensa_anuencia.pdf	28/06/2023 13:22:32	PAULA DOS SANTOS CUNHA BOUMANN	Aceito
Outros	Lattes_Bianca.pdf	26/06/2023 22:37:01	PAULA DOS SANTOS CUNHA BOUMANN	Aceito

Outros	Lattes_Rudemberg.pdf	26/06/2023 22:35:24	PAULA DOS SANTOS CUNHA BOUMANN	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termo_Conf_assinado.pdf	26/06/2023 22:34:50	PAULA DOS SANTOS CUNHA BOUMANN	Aceito
Outros	Lattes_Paula.pdf	26/06/2023 22:33:19	PAULA DOS SANTOS CUNHA BOUMANN	Aceito
Folha de Rosto	Folha_rosto_assin_R1.pdf	26/06/2023 22:31:24	PAULA DOS SANTOS CUNHA BOUMANN	Aceito

Situação do Parecer:
Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:
Não

RECIFE, 19 de Julho de 2023

Assinado por:
CLAUDINALLE FARIAS QUEIROZ DE SOUZA
(Coordenador(a))

Endereço: Av. Agamenon Magalhães, s/nº
Bairro: Santo Amaro **CEP:** 50.100-010
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)3183-3775 **E-mail:** comite.etica@upe.br

Apêndice C – Questionário da pesquisa

Desenvolvimento da Tecnologia BIM no Brasil: Gestão do processo de projetos no setor público em Pernambuco

Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa: “Desenvolvimento da Tecnologia BIM no Brasil: Gestão do processo de projetos no setor público em Pernambuco”, que está sob a responsabilidade do (a) pesquisador (a) Profa. Dra. Bianca M. Vasconcelos e sua equipe Paula dos Santos Cunha Boumann e Rudemberg Felipe Eloi Tavares.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA: Esta é uma pesquisa de opinião, tendo arquitetos, engenheiros, técnicos de edificações e correlatos como público-alvo, cujo objetivo principal é identificar o uso de BIM nos órgãos executivos de projetos do setor público, de modo a avaliar o nível de adoção da tecnologia, identificar os principais desafios enfrentados, analisar os benefícios alcançados ou investigar as melhores práticas de implementação. Ao participante será disponibilizado o resultado final da pesquisa, com o qual poderão ser traçadas estratégias de melhoria de gestão de seus processos. Uma vez que o objetivo da pesquisa é o de apresentar diagnóstico para melhoria da inovação na Construção Civil, com o consequente ganho de produtividade e qualidade nas obras públicas, o presente trabalho apresenta benefícios sociais e acadêmicos que atingem todos os cidadãos brasileiros, a partir do momento que fornecerá indicadores e fatores de fomento à implementação e bom uso da tecnologia BIM no setor público. Caso você deseje participar desta pesquisa, será aplicado um questionário via Google forms. O conteúdo das perguntas refere-se às práticas processuais de desenvolvimento de projetos, as quais estão dividas em blocos, onde se deseja saber a opinião de um responsável pelo setor de elaboração de projetos do ente público, a respeito da estrutura de gestão de projetos da instituição, autoavaliação e sua percepção sobre o processo de desenvolvimento e inovação na temática BIM. Caso não deseje participar, não haverá nenhum prejuízo para você nem para sua participação nesta pesquisa. Esclarecemos que manteremos em anonimato, sob sigilo absoluto, durante e após o término do estudo, todos os dados coletados, usando apenas para divulgação, os dados inerentes ao desenvolvimento do estudo. Informamos também, que não haverá quaisquer formas de identificação do participante, apenas de sua função na instituição. Trata-se de uma pesquisa qualiquantitativa, em que o formulário é constituído por questões fechadas, havendo poucos campos para dissertar, demandando de 5 a 10 minutos para participação na pesquisa. Recomenda-se ao participante da pesquisa guardar em seus arquivos uma cópia do documento eletrônico. Um possível risco da pesquisa está relacionado a possíveis desconfortos de ordem moral e/ou intelectual durante aplicação do questionário, uma vez que podem ocasionar constrangimento pela não compreensão do conteúdo das perguntas. Informamos que o questionário não contém perguntas obrigatórias. Caso o participante sinta algo dentro desses padrões, a orientação é de abandonar a pesquisa, certo de que suas informações não serão utilizadas ou divulgadas. Uma vez que a pesquisa se desenvolve em ambiente virtual, há o risco

inerente a este ambiente, relativo a limitações de redes e tecnologia, que podem vir a atrapalhar a pesquisa. A orientação é que caso a conexão com a internet seja interrompida, o participante pode abandonar a pesquisa, não sendo obrigatório realizá-la novamente. Um outro risco identificado, se deve à possibilidade do participante se sentir inseguro quanto à sua identificação ou confidencialidade dos dados. Informamos que todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa (respostas do Google Forms), ficarão armazenados em drives dos pesquisadores, sob a responsabilidade do pesquisador principal, pelo período de 5 anos. Em caso de dúvidas, você pode procurar o pesquisador responsável por esta pesquisa, no endereço: Rua Benfica, 455 - Madalena, Recife - PE, CEP 50720-001, por meio do e-mail: bianca.vasconcelos@upe.br ou pelo número: (81) 3184-7528; ou com sua equipe de pesquisa, através do endereço: R. Benfica, 455 - Madalena, Recife - PE, CEP 50720-001, por meio dos e-mail: pscb@poli.br e rfet@poli.br ou pelo número: (81) 3184-7528. Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade de Pernambuco , CEP – REITORIA, localizado na Av. Agamenon Magalhães, s/n, Santo Amaro, Recife/PE (Térreo do prédio do Gabinete do Reitor), telefone: (81) 3183.3775 ou através do e-mail: comite.etica@upe.br

1. CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO: Eu, após a leitura deste documento e acesso prévio às perguntas do questionário e de ter tido a oportunidade de esclarecer minhas dúvidas com o pesquisador, concordo em participar da pesquisa: "Desenvolvimento da Tecnologia BIM no Brasil: Gestão do processo de projetos no setor público em Pernambuco", bem como, autorizo o acesso ao drive com as respostas do formulário do Google Forms, a divulgação e a publicação de toda informação por mim transmitida, exceto dados pessoais, em publicações e eventos de caráter científico. Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade

Marcar apenas uma oval.

- ( ) Aceito
- ( ) Não aceito

SEÇÃO A - PERFIL DA ORGANIZAÇÃO

2. 1. Qual é o papel da sua instituição no setor público?

Marcar apenas uma oval.

- Administração municipal (prefeituras)
- Administração estadual (governo)
- Empresa Estatal
- Órgão de fiscalização e controle
- Fornecedor de projetos para o setor público

3. 2. Qual a relação (predominante) da sua instituição com a elaboração de projetos de engenharia?

Marcar apenas uma oval.

- Elaboração de projetos
- Análise de projetos
- Fiscalização de projetos / Controle
- Outro: _____

4. 3. Utiliza/utilizou nos seus projetos públicos, modelagem em BIM?

Marcar apenas uma oval.

- SIM
- NÃO *Pular para a pergunta 11*

Seção sem título

5. 3.1. Em qual tipo de projeto houve modelagem em BIM? (É possível mais de uma resposta)

Marque todas que se aplicam.

- [ ] Projetos de edificações
- [ ] Projetos de pavimentação e similares
- [ ] Projetos de obras enterradas e similares
- [ ] Projetos de praças e/ou equipamentos públicos
- [ ] Outro: _____

6. 3.2. Quais disciplinas participaram da modelagem?

Marcar apenas uma oval.

- ( ) Arquitetura, apenas
- ( ) Arquitetura e estrutura
- ( ) Arquitetura, estrutura e instalações
- ( ) Todas as disciplinas do projeto
- ( ) Outro: _____

7. 3.3. Qual(is) os software(s) utilizado(s)? (É possível mais de uma resposta)

Marque todas que se aplicam.

- [ ] Revit
- [ ] Archicad
- [ ] Civil 3D
- [ ] Navisworks
- [ ] Tekla
- [ ] Solibri
- [ ] BIM Vision
- [ ] Outro: _____

8. 3.4. Houve integração/compatibilização de projetos?

Marcar apenas uma oval.

- SIM
- NÃO *Pular para a pergunta 11*

Seção sem título

9. 3.4. Como a compatibilização foi realizada?

Marcar apenas uma oval.

- De maneira clássica, com sobreposição de projetos e análise por disciplina
- De maneira integrada, utilizando uma ferramenta BIM

10. 3.5. Qual a ferramenta utilizada para esta compatibilização?

Marcar apenas uma oval.

- Navisworks
- Solibri
- Outro: _____

11. 4. Qual a sua localidade/município de atuação?

_____

12. 5. Quantos profissionais que atuam em projeto possui sua unidade de trabalho?

Marcar apenas uma oval.

- Até 5 profissionais
- De 6 a 10 profissionais
- De 11 a 20 profissionais
- De 21 a 40 profissionais
- Acima de 41 colaboradores

13. 6. Qual o cargo/função ocupado pelo respondente?

Marcar apenas uma oval.

- Engenheiro e/ou arquiteto
- Supervisor ou coordenador técnico
- Gerente / Gestor
- Consultor
- Outro: _____

14. 7. Qual o vínculo existente entre o respondente e a instituição pública?

Marcar apenas uma oval.

- Profissional do quadro permanente
- Cargo comissionado
- Contrato de prestação de serviços de médio/longo prazo
- Contrato para apenas um projeto específico (situação pontual)
- Outro: _____

15. 8. Qual(is) o(s) subsetor(es) de atuação? (aceita mais de 1 resposta)

Marque todas que se aplicam.

- [ ] Edificações
- [ ] Desenvolvimento urbano
- [ ] Saneamento
- [ ] Infraestrutura rodoviária / construção pesada
- [ ] Transportes e mobilidade
- [ ] Outro: _____

SEÇÃO B - AUTOAVALIAÇÃO

16. 1. Como você avalia o nível de desenvolvimento BIM da sua instituição? (ABDI, 2022)

Marcar apenas uma oval.

- ( ) A produção de desenhos é predominantemente 2D ou 3D para a disciplina mandatária (ex: apenas arquitetura ou apenas estrutura)
- ( ) Há produção de desenhos em 3D; no entanto, não há modelo unificado
- ( ) Há integração do modelo e extração de informações até o nível de planejamento (ex: orçamentação, BIM 4D e 5D)
- ( ) Integração total, com gerenciamento da informação a nível executivo ou operacional
- ( ) Outro: _____

17. 2. Quais as maiores dificuldade na implementação de BIM na sua instituição? (ABDI, 2022). (Sendo 1 pouca dificuldade e 5 muita dificuldade)

Marcar apenas uma oval por linha.

	1	2	3	4	5
Treinamentos de capacitação para a metodologia BIM					
Incentivos financeiros para capacitação do colaborador					
Existência de estrutura de processos adequados ao BIM					
Interesse por parte da liderança da organização					
Outras					

18. 2.1 Caso a resposta anterior tenha sido "Outras", gentileza descrever as dificuldades encontradas

SEÇÃO C - PARQUE TECNOLÓGICO

19. 1. A instituição investiu na modernização do parque tecnológico para uso da tecnologia (ABDI, 2022)?

Marcar apenas uma oval.

- Não houve modernização. Nenhum ou pouco computadores estão tecnologicamente adequados para uso de BIM
- Não, porém há expectativa de implementação em até 1 ano
- Não, porém há expectativa de implementação de 1 até 3 anos
- Sim, há máquinas suficientes adequadas para utilização de programas gráficos mais pesados compatíveis com BIM

20. 2. Como a instituição garante/verifica a infraestrutura tecnológica e qualificação BIM de seus fornecedores e/ou subcontratados ?

Marcar apenas uma oval.

- A instituição exige em edital/ termo de referência os requisitos tecnológicos necessários à operacionalização BIM
- A instituição não define previamente à contratação, mas garante contratualmente o suporte tecnológico ao BIM
- Em suas contratações de projeto, a Instituição não entra no mérito do parque tecnológico de seus subcontratados
- A instituição não tinha esta prática, mas vê como necessária a garantia do suporte tecnológico de seus subcontratados e pretende adotar tal prática nas próximas contratações
- A instituição não tem a prática e não considera item importante para desenvolvimento dos projetos

SEÇÃO D - PESSOAS/CAPACITAÇÃO

21. 1. Existem na sua instituição pessoas qualificadas para trabalhar com BIM (ABDI, 2022)?

Marcar apenas uma oval.

- Não existem pessoas qualificadas para usar ferramentas BIM
- Apenas alguns colaboradores possuem qualificação/especialização em BIM
- Toda equipe é qualificada e suficiente para realização dos projetos locais

22. 2. A organização dispõe de cursos, treinamentos ou workshops para capacitar os funcionários na atuação com os softwares BIM? Há incentivo financeiro para capacitação dos funcionários (ABDI, 2022)?

Marcar apenas uma oval.

- Não, a organização não dispõe de treinamentos ou incentivo a cursos
- A instituição não possui, porém incentiva os colaboradores a se capacitarem
- A instituição não possui e os colaboradores se qualificam por iniciativa própria
- Sim, há treinamento interno, porém não há subsídio para capacitação externa
- Sim, há treinamento interno e subsídio para capacitação externa

SEÇÃO E - PROCESSO DE PROJETO

23. 1.Quanto ao processo de projeto da instituição (DIAS et al, 2017)

Marcar apenas uma oval.

- A organização possui um processo de projeto estruturado e definido
- A organização possui algumas padronizações, porém não possui fluxograma de projeto nem controle de prazos
- A organização não possui(a) um processo de projeto definido mas pretende implantar em curto prazo (no seu próximo projeto, por exemplo)
- A organização não acha necessário implantar rotinas e controles para o processo de projeto

24. 2. O trabalho é feito de maneira colaborativa? (ABDI, 2022)

Marcar apenas uma oval.

- Não, ainda não é utilizado nenhum CDE (Ambiente comum de dados)
- Sim, no entanto não há interoperabilidade de dados e não é feita a gestão entre os modelos
- Sim, são utilizados modelos federados com interoperabilidade de dados
- Desconheço o que é trabalho colaborativo
- Outro: _____

25. 3. São feitos processos de detecção de conflitos e/ou interferência no modelo BIM? (ABDI, 2022)

Marcar apenas uma oval.

- Não são realizados os processos de detecção de conflitos
- Não é necessário para os serviços que a instituição presta com o BIM
- São feitos os processos de detecção de conflitos apenas em disciplinas específicas
- São feitos os processos de detecção no modelo federado
- Desconheço o que é o processo de detecção de conflitos

SEÇÃO F - BIBLIOTECA BIM

26. 1. A biblioteca de BIM atualmente presente na organização possui templates para agilidade dos processos? (ABDI, 2022)

Marcar apenas uma oval.

- Não há uma biblioteca disponível pra uso
- Há uma biblioteca para uso, porém não existem acervo disponível
- Há uma biblioteca com muitos padrões e templates suficientes para desenvolvimento dos projetos
- Desconheço o que é biblioteca BIM

SEÇÃO G - IMPLEMENTAÇÃO

27. 1. Existe um PIB (Plano de Implementação BIM) estruturado na organização com metas factíveis? (ABDI, 2022)

Marcar apenas uma oval.

- Ainda não há um plano desenhado para a estruturação
- Sim, com expectativa de estruturação a curto prazo (entre 1 e 2 anos)
- Sim, com expectativa de estruturação em médio prazo (acima de 3 anos)
- Sim e o BIM está estruturado na organização
- Desconheço o significado de PIB

28. 2. Como a organização se enxerga trabalhando com BIM nos próximos 5 anos (ABDI, 2022)?

Marcar apenas uma oval.

- A organização não se enxerga trabalhando no BIM nos próximos anos
- Utilizando BIM sem uso de tecnologias auxiliares como realidade aumentada e virtual (RA e RV), inteligência artificial (IA), internet das coisas (IoT), impressão 3D, robótica, entre outras
- Utilizando BIM e demais tecnologias auxiliares como realidade aumentada e virtual (RA e RV), inteligência artificial (IA), internet das coisas (IoT), impressão 3D, robótica, entre outras
- Não sei opinar

29. 3. Você acredita que o BIM resultará na melhoria das práticas de construção nos próximos 5 anos? (KHOSROWSHAHI; ARAYICI, 2012)

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não
- Indiferente

30. 4. Você consegue citar alguma melhoria relevante nos projetos de obras públicas que acredita ser resultante do uso da Tecnologia BIM nos próximos 5 anos?

SEÇÃO H - GESTÃO

31. 1. Quanto ao gestor de projetos (DIAS et al, 2017)

Marcar apenas uma oval.

- A organização possui um BIM Manager
- A organização possui um gerente de projetos, mas que não trabalha com BIM
- A organização não possui gestor de projetos, mas entende a necessidade desta atuação com a introdução do BIM
- A organização não possui e nem deseja investir em um gestor exclusivo para projetos

32. 2. Quanto ao gerenciamento e coordenação de projetos (DIAS et al, 2017)

Marcar apenas uma oval.

- A organização gerencia os processos de projeto em plataformas digitais, do tipo "BIM 360"
- A organização realiza a coordenação de projetos nos moldes do PMBOK, com análises simultâneas
- A organização realiza a coordenação de projetos nos moldes do PMBOK, mas com análises sequenciais (não simultâneas)
- A organização não adota metodologia consagrada de gerenciamento de projetos

33. 2. Quais características abaixo estão presentes no líder de projetos da organização (DIAS et al, 2017)? (permite mais de uma resposta)

Marque todas que se aplicam.

- [ ] Tomada de decisões
- [ ] Negociação
- [ ] Comunicação
- [ ] Influência
- [ ] Gerenciamento de conflitos
- [ ] Construção de equipes
- [ ] Outro: _____

34. 3. Na sua opinião, como se caracteriza o processo de projetos para o setor público atualmente?

Marque todas que se aplicam.

- [ ] Os processos de projeto do setor público não necessitam de inovação
- [ ] Os processos de projeto do setor público têm grande potencial para a inovação
- [ ] Os processo de projeto do setor público só irão adotar a inovação por força de incentivo legal
- [ ] Não acredito em inovação no processo de projeto no setor público em curto e médio prazo
- [ ] Outro: _____

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

Apêndice D – Guia BIM para prefeituras de Pernambuco

GUIA BIM

PARA PREFEITURAS DE PERNAMBUCO

INTRODUÇÃO

A digitalização dos processos, especialmente na Engenharia, vem transformando as atividades profissionais em todos os segmentos da economia, proporcionando inúmeros benefícios. Com isso, é cada vez mais necessário promover inovações que aperfeiçoam as tarefas e contribuem para elevar o desempenho.

No setor público não é diferente, e o uso de metodologias inovadoras pode contribuir para incrementar a eficiência e produtividade no setor, auxiliando o Gestor Público a administrar seus recursos e realizar suas políticas públicas de maneira moderna e com alto desempenho, promovendo mais entregas à população.

Uma das tecnologias que podem auxiliar nesse sentido é o que se denomina BIM, ou Building Information Modeling (Modelagem da Informação da Construção), um conceito que veio para tornar as atividades mais intuitivas e controláveis.

Baseado em uma pesquisa de necessidades apontadas pelos municípios pernambucanos, o presente guia foi desenvolvido,para auxiliar as prefeituras no processo inicial de implantação da tecnologia BIM, consolidando informações da literatura existente e experiências bem sucedidas, porém primordialmente respeitan as especificidades locais.

A partir dessas recomendações será possível aos gestores planejarem suas ações e prioridades, de modo a obter as vantagens que a tecnologia BIM fornece, estando alinhado às recomendações do Governo Federal e gerando valor em suas ações enquanto Gestor Público, de modo a viabilizar a diversidade de desafios urgentes e atuais e estar alinhado com a visão de sustentabilidade global.

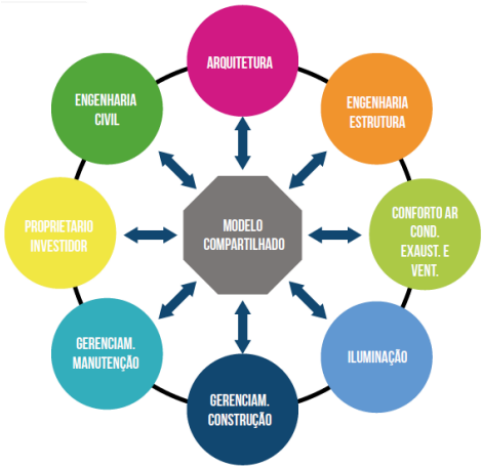
SUMÁRIO

1. **Entendendo o BIM**
    a. Definições e terminologias
    b. Principais usos BIM
    c. Benefícios do BIM para prefeituras municipais
    d. Diagnóstico de maturidade BIM no setor público em Pernambuco
2. **Estabecendo uma estratégia BIM**
    a. Comprometimento da alta administração *(top-down)*
    b. Identificando os objetivos da Organização
    c. Análise de viabilidade técnico-financeira
3. **Como desenvolver as capacidades internas?**
    a. Identificação de competências internas
    b. Programas de treinamento e capacitação
    c. Matriz de responsabilidades
4. **Padrões e diretrizes para implementação BIM**
    a. Definição de padrões de arquivamento e gestão da informação
    b. Definição de formatos de arquivo, nomenclaturas e fluxos de trabalho.
    c. Conformidade com as normas e regulamentações relacionadas
    d. Normatização BIM no setor público brasileiro
5. **Ferramentas e Tecnologias**
    a. Análise das opções de software BIM disponíveis no mercado.
    b. Seleção da(s) ferramenta(s) mais adequada(s) às necessidades da prefeitura.
    c. Avaliação e atualização da infraestrutura de tecnologia da informação para suportar o uso eficiente do BIM.
6. **Implementação Piloto e Escalonamento**
    a. Seleção de um projeto piloto para testar a implementação do BIM.
    b. Expansão gradual do uso do BIM para outros projetos municipais
7. **Monitoramento e melhoria contínua**
    a. Estabelecimento de métricas para avaliar o desempenho da implementação do BIM.
    b. Incorporação de lições aprendidas para aprimorar continuamente as práticas de BIM.
8. **Modelo de fluxo de processo em BIM**
9. **Referências**
10. **Glossário de termos e siglas**

1. Entendendo o BIM

A sigla BIM vem do inglês *"Building Information Modeling"* e significa "Modelagem da Informação da Construção". Ou seja, é uma forma de **modelar** (construir virtualmente) os elementos da **construção**, incluindo neles as **informações** necessárias para reproduzir aqueles elementos no mundo real sem divergências. Características como dimensões, materiais, interferências e outros são inseridas no modelo virtual, o que pode antecipar problemas que antes não seriam possíveis pelo método de projetos tradicional.

Isso potencializa: menos erros de projeto, menos desvios de orçamento e menos paralisações de obra



Fonte: CGE – PE(2021)

Diante de tantos conceitos que o BIM carrega consigo (Tecnologia, metodologia, conjunto de políticas, processos e tecnologias), e o quanto o assunto está em alta no meio técnico da Construção Civil, o quadro a seguir elucida as principais definições que podem ser atribuídas, tendo em vista que a metodologia é de fato, mutifuncional.

Definições de BIM (Modelagem da Informação da Construção)

O QUE BIM É	O QUE BIM **NÃO** É
"Uma **tecnologia** baseada em um modelo que está associado a um banco de dados de informações sobre um projeto". (American Institute of Architects – AIA).	Um Software para modelagem de projetos
"O **conjunto de políticas, processos e tecnologias** que, combinados, geram uma metodologia para gerenciar o processo de projetar uma edicação ou instalação e ensaiar o seu desempenho, gerenciar as suas informações e dados, utilizando plataformas digitais (baseadas em objetos virtuais), através de todo seu ciclo de vida". (CBIC Câmara Brasileira da Indústria da Construção)	
"Um **conjunto de tecnologias e processos integrados** que permite a criação, utilização e atualização de modelos digitais de uma construção, de modo colaborativo, servindo a todos os participantes do empreendimento, potencialmente durante todo o ciclo de vida da construção". (Comitê estratégico do BIM-BR).	

Fonte: Guia BIM nas Prefeituras (BIMPR)

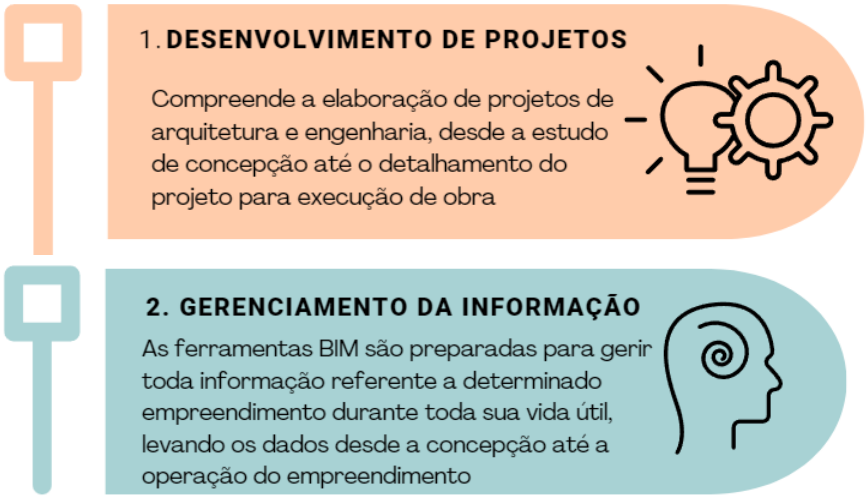
Agora que foi entendido o conceito do BIM, podemos afirmar que o modelo virtual e seu conjunto de informações, poderão ter utilidade desde o planejamento, execução da obra e no pós obra, com foco em operação e manutenção, pois o BIM permeia todo ciclo de vida dos empreendimentos, como apresentado na figura a seguir:

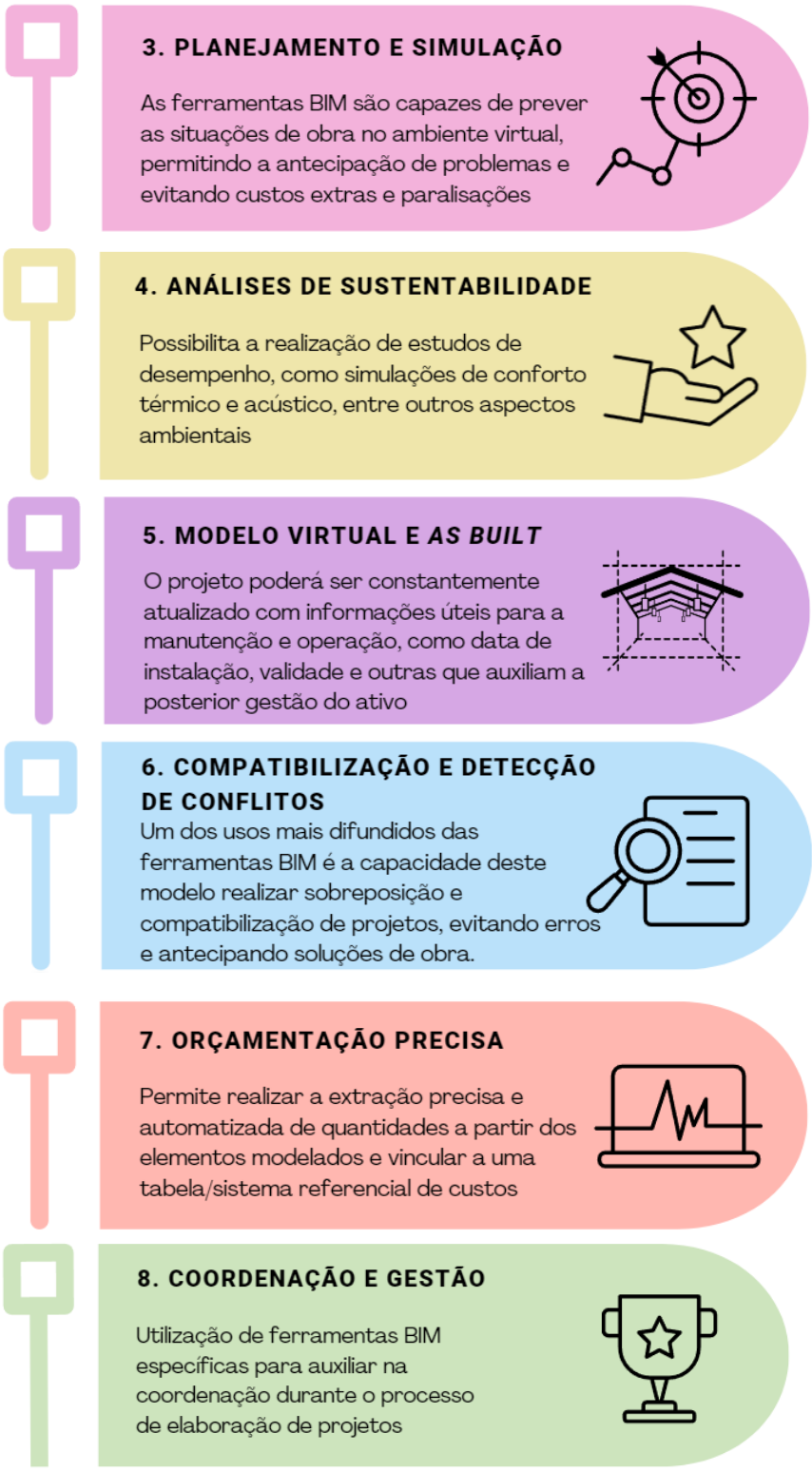
Fonte: Guia BIM nas Prefeituras (BIMPR)

O BIM é uma grande inovação para a gestão de obras e oferece vantagens essenciais para aperfeiçoar o trabalho. É importante o gestor conhecer o que se pretende melhorar com a tecnologia, para que seja aplicadas as funcionalidades adequadas às necessidades da instituição.

No âmibito público, significa dizer que o gestor definirá ainda no processo de contratação quais os usos pretendidos e quais processos deverão ser adaptados.

1.b Principais usos BIM para prefeituras municipais





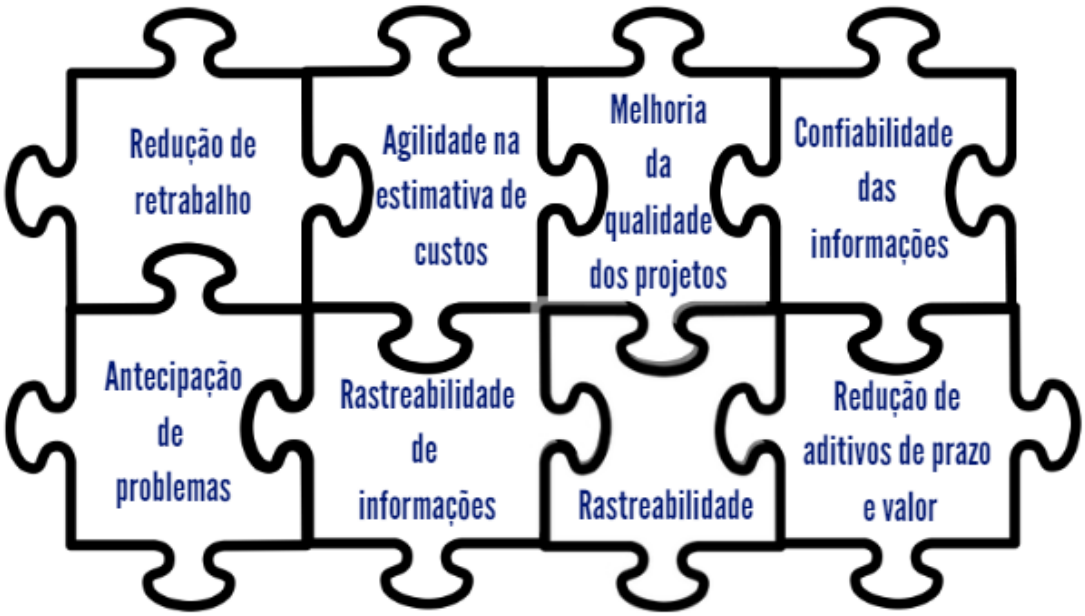
Fonte: www.BIMexcellence.org

1.c Benefícios do BIM para Prefeituras

A tecnologia BIM foi desenvolvida para permitir a interação e trabalho simultâneo de todos os envolvidos no empreendimento, desde os modeladores, gestores e executores da obra e até mesmo o cliente, facilitando a **comunicação e coordenação** dos processos.

O setor público pode se beneficiar das funcionalidades que a tecnologia fornece, tais como o **trabalho colaborativo e simultâneo**, assim como a **centralização e controle das informações.** A transparência promovida através dos processos BIM fomentam **credibilidade e eficiência** aos projetos e seus envolvidos.

Outros benefícios no uso do bim para obras públicas:



Fonte: Guia BIM nas Prefeituras (BIMPR)

1.d. Diagnóstico de maturidade BIM no setor público em Pernambuco

No âmbito do setor público nos municípios pernambucanos, a adoção do BIM ainda não está consolidada. Em pesquisa da Universidade de Pernambuco (2022) foi demonstrado que no Estado de Pernambuco, formado predominantemente por municípios de pequeno e médio porte, apenas 30 dos 187 municípios tiveram alguma familiaridade com modelagem 3D, sendo que predominantemente para a disciplina de arquitetura, apenas.

Essa mesma pesquisa apontou os pontos críticos para a implementação e uso da tecnologia, o que pode auxiliar os gestores nas tomadas de decisão acerca de seus objetivos com o BIM.

Pontos críticos para implementação de BIM nos municípios de Pernambuco

Pontos críticos que dificultam a implementação do BIM	Grau de dificuldade (0 a 5)
Incentivos financeiros para capacitação do colaborador	5
Treinamento e capacitação aos colaboradores	4
Existência de estrutura e processos adequados ao BIM	3
Interesse por parte da liderança da organização	2
Outros motivos	1

Fonte: Boumann (2023)

Segundo as definições de Sacks *et al*. (2021), esses municípios que aderiram à tecnologia encontram-se em estágio nível 1 (um) de maturidade, enquanto que a maioria do estado ainda está no nível 0 (zero), ou o chamado Pré-BIM.

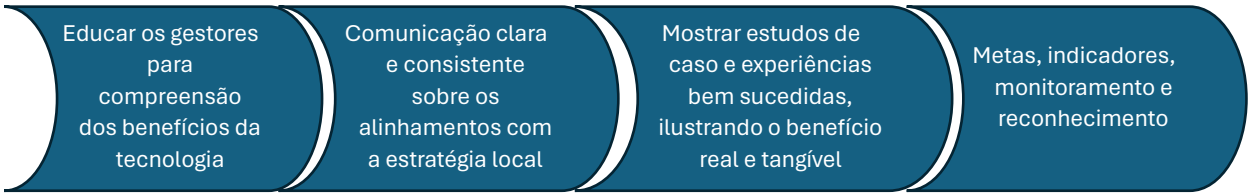
Esse cenário sugere que o Estado e os municípios desenvolvam suas estratégias para Implementação da tecnologia, alinhado às suas principais necessidades e funcionalidades pretendidas.

2. ESTABELECENDO UMA ESTRATÉGIA BIM

Ao definir uma estratégia para implemenação do BIM, as prefeituras municipais podem planejar sua jornada de adoção do BIM de forma otimizada, estabelecendo metas realistas e implementando as práticas e tecnologias necessárias para alcançá-las. Essa estratégia deve abranger uma ruptura na forma como as organizações planejam, constroem e gerenciam suas obras, de modo que proporcione o melhor custo-benefício para a organização e como apresente como resultado final, mudanças tangíveis.

2.a Comprometimento da alta administração (*top-down*)

O envolvimento e o apoio da alta administração são fundamentais para o sucesso da implementação do BIM (Modelagem da Informação da Construção) em qualquer organização, incluindo prefeituras municipais. As experiências bem sucedidas de BIM no contexto global indicam que a implementação é melhor sucedida quando a Alta admninistração entende a importancia e incentiva seu uso, movimento esse conhecido como "*top-down*". Aqui estão algumas diretrizes essenciais para garantir o comprometimento da alta administração:



Fonte: Autor

Ao seguir essas diretrizes, as prefeituras municipais podem garantir um forte envolvimento e apoio da alta administração para o sucesso da implementação do BIM, estabelecendo uma base sólida para uma transformação bem-sucedida nas práticas de construção e gerenciamento de projetos.

2.b Identificando os objetivos da organização

A implementação do BIM em uma prefeitura municipal deve ser precedida de objetivos claros e definidos, uma vez que o sucesso ou não, envolve o uso de recursos públicos. De modo a auxiliar os gestores municipais na tomada de decisão, seguem abaixo algumas etapas para definir esses objetivos de maneira eficaz.

Realizar avaliação de Necessidades

Mapear dificuldades enfrentadas pela prefeitura municipal em relação à gestão de projetos de construção Identifique áreas onde o BIM pode trazer melhorias significativas.

Definir objetivos específicos

Estabelecer objetivos específicos e mensuráveis que a prefeitura deseja alcançar com a implementação do BIM. Esses objetivos devem ser claros, alcançáveis e alinhados com a visão estratégica do município

Considerar benefícios tangíveis e intangíveis

Considerar tanto os benefícios tangíveis (como redução de custos, economia de tempo e melhoria da precisão) quanto os benefícios intangíveis (como maior transparência, colaboração aprimorada e melhor tomada de decisão)

Envolver os *stakeholders*

Envolver todas as partes interessadas relevantes, incluindo membros da administração municipal, equipes de projetos, departamentos envolvidos na construção e manutenção de infraestrutura, e até mesmo os cidadãos

2.c Análise de viabilidade técnico-financeira

A implementação de qualquer processo inovador requer uma avaliação abrangente da viabilidade financeira, técnica e organizacional. Aqui estão os principais aspectos a serem considerados em cada área:

Viabilidade Financeira

- Custos de implementação
- Retorno sobre o investimento (ROI)
- Financiamento disponível
- Modelos de custeio

Viabilidade Técnica

- Infraestrutura de TI
- Compatibilidade de software
- Capacidade de treinamento
- Suporte técnico

Viabilidade Organizacional

- Cultura organizacional
- Capacidades internas
- Estrutura organizacional
- Gestão da mudança

Ao realizar uma avaliação abrangente da viabilidade financeira, técnica e organizacional da implementação do BIM, as prefeituras municipais podem tomar decisões embasadas e maximizar as chances de sucesso na adoção dessa metodologia de trabalho inovadora.

3 COMO DESENVOLVER AS CAPACIDADES INTERNAS?

Identificar as competências necessárias é uma atividade crucial quando se pensa em implementar programas de treinamento. O melhor programa será aquele que otimize os recursos e a capacidade financeira disponível, podendo alinhar os talentos internos com os objetivos almejados. Aqui estão algumas diretrizes para desenvolver esses programas:

3.a identificação de competências internas

- Realizar uma avaliação das competências existentes (através de pesquisa interna);
- Desenvolver um currículo de treinamento que cubra os princípios básicos do BIM e habilidades de colaboração;

3.b Programas de treinamento e capacitação

- Buscar treinamento especializado em áreas específicas do BIM, como coordenação de modelos, análise de desempenho, gestão de dados e colaboração multidisciplinar;
- Planejar um cronograma de treinamento contínuo para garantir que os funcionários estejam atualizados com as últimas tecnologias e práticas
- Procure parcerias com instituições acadêmicas, empresas de consultoria BIM e fornecedores de software

3.c Matriz de responsabilidades

- Estabeler uma equipe centralizada dedicada à implementação e gerenciamento do BIM;
- Integrar o BIM em departamentos-chave relacionados à construção e infraestrutura, como engenharia, arquitetura, planejamento urbano, manutenção de instalações, entre outros;
- Designar indivíduos dentro de cada departamento ou equipe para atuarem como multiplicadores e incentivadores de BIM, os quais serrão responsáveis para disseminar a cultura de inovação e colaboração
- Designar responsabilidades e papéis específicos relacionados à metodologia, tais como: gerente BIM, coordenador BIM, especialista BIM, analista, modeladores, gestor da informação.

Abaixo, segue exemplo de uma matriz de responsabilidade

Matriz de Responsabilidades

[Nome do Projeto ou Departamento]

D	Direcionador	Direciona / assessora quem executa a tarefa
R	Responsável	Responsável por concluir a tarefa ou entregável
A	Aprovador	Aprova a tarefa ou entregável. Apenas um por tarefa
S	Suporte	Oferece suporte durante a execução da tarefa
C	Consultado	Conselheiro ou especialista que é consultado antes de uma ação ou decisão
I	Informado	Deve ser informado após uma decisão ou ação

Resposável, Aprovador, Consultado, Informado

	Entregável / Tarefa	Obs	PAPÉIS: Patrocinador	Nome ou Papel 1	Nome ou Papel 2	Nome ou Papel 3	Nome ou Papel 4	Gerente de Projeto	Líder Técnico	Nome ou Papel 5	Nome ou Papel 6	Nome ou Papel 7	Consultor	Nome ou Papel 8	Nome ou Papel 9	Nome ou Papel 10	Nome ou Papel 11
			Liderança					Time do Projeto					Outros Recursos				
1	Fase 1																
	Entregável / Tarefa 1		A	C				I						D			
	Entregável / Tarefa 2		A		R			I									
2	Fase 2																
	Entregável / Tarefa 3		C	I		D		A	R								
	Entregável / Tarefa 4			I				A		R							S
3	Fase 3																
	Entregável / Tarefa 5			I				A	I		R		C				S
	Entregável / Tarefa 6			I				A	I	R			C				
4	Fase 4																
	Entregável / Tarefa 7				I			A	R					C			
	Entregável / Tarefa 8				I			A		R							
		Totais por Atribuição															
		D	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
		R	0	0	1	0	0	0	2	3	1	0	0	0	0	0	0

Fonte: google imagens

4. PADRÕES E DIRETRIZES PARA IMPLEMENTAÇÃO BIM

Para garantir uma implementação bem-sucedida do BIM em projetos municipais, é crucial estabelecer padrões e diretrizes claras que orientem o uso consistente da metodologia. Abaixo encontram-se algumas etapas para criação desses padrões e diretrizes:

4.a Definição de padrões de arquivamento e gestão da informação

- Documentação BIM: Desenvolver padrões e diretrizes BIM para o gerenciamento da informação, tais como atribuição de dados, coordenação de modelos, troca de informações e arquivamento de dados. Esses padrões devem ser claros, concisos e facilmente acessíveis a todos os envolvidos nos projetos municipais.

- Definir os formatos de arquivo BIM a serem utilizados nos projetos municipais, levando em consideração a interoperabilidade entre diferentes softwares e plataformas. Considerar ainda os protocolos para troca de dados entre os diferentes *stakeholders* envolvidos nos projetos.

4.b Definição de formatos de arquivo, nomenclaturas e fluxos de trabalho

- Padronização de nomenclaturas e convenções: A padronização de títulos de documentos, árvores de arquivamento e outros trâmites digitais garante consistência e facilita a compreensão e interpretação dos dados. Isso inclui padronizar nomes de elementos, propriedades e classificações.

- Modelagem BIM: O desenvolvimento de padrões e diretrizes BIM relativos à modelagem dos elementos, nível de desenvolvimento e de metadados é o ponto alto da busca pela efetividade do uso do BIM. A tecnologia existe exatamente para fornecer informação a um modelo gráfico tridimensional, de modo que facilite as demais etapas do ciclo de vida de um empreendimento. A padronização de modelagem e gerenciamento da informação é a resposta efetiva da implementação do BIM.

- Protocolos de colaboração: Definir protocolos de colaboração que delineie as responsabilidades e interações entre as equipes multidisciplinares envolvidas nos projetos municipais. Isso inclui protocolos para compartilhamento de modelos, coordenação de projetos e resolução de conflitos.

- Integrar os padrões e diretrizes BIM com os processos de gerenciamento de projetos existentes na prefeitura municipal, garantindo que o uso do BIM esteja alinhado com as práticas de gestão de projetos estabelecidas

- Priorizar a adoção de padrões e formatos de dados abertos e interoperáveis, como IFC (Industry Foundation Classes) e COBie (Construction Operations Building Information Exchange), que são reconhecidos internacionalmente e facilitam a conformidade com normas e regulamentações.

4.c Conformidade com as normas e regulamentações relacionadas

- Pesquisar e revisar normas, padrões e diretrizes relevantes da indústria, como ISO 19650 (Organização Internacional de Normalização), NBIMS (National BIM Standards), e normas locais aplicáveis. Isso ajudará a garantir a conformidade e consistência com as melhores práticas da indústria.

- Incorporar os requisitos legais e normativos relevantes nos padrões e diretrizes BIM estabelecidos para os projetos municipais. Isso garante que os modelos BIM e os processos relacionados estejam alinhados com as exigências legais e regulatórias.

- Envolver especialistas jurídicos e técnicos, incluindo advogados especializados em direito da construção e profissionais com experiência em regulamentações municipais, na definição e revisão dos padrões BIM. Isso garante uma compreensão abrangente dos requisitos legais e normativos relevantes.

4.d Normatização BIM no setor público brasileiro

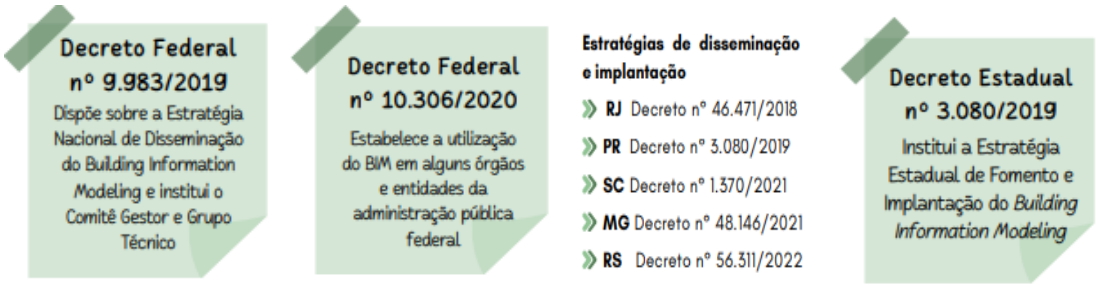
O Brasil, assim como outras nações ao redor do mundo, formulou sua estratégia para disseminação e uso do BIM. Compreendendo a dimensão do país e suas particularidades regionais, a chamada Estratégia BIM-BR (Decreto Federal nº 9.377/2018) visa promover um **ambiente adequado ao investimento em BIM e sua difusão no país.**

No ano de 2019, o Governo Federal revogou o Decreto supracitado e publicou o Decreto nº 9.983/2019, que instituiu o Comitê Gestor e Grupo Técnico, estabelecidos como a estrutura de governança responsável por definir as ações de implementação da Estratégia BIM BR.

Em 2020, foi publicado o Decreto nº10.306, que trata da implantação gradual do BIM no Governo Federal e vincula as ações de disseminação do BIM à elaboração de alguns projetos piloto a serem desenvolvidos inicialmente pelo Ministério da Defesa (Exército, Marinha e Força Aérea) e Ministério da Infraestrutura (Secretaria de Aviação Civil - SAC e Departamento de Infraestrutura de Transportes - DNIT).

A partir da publicação dos Decretos Federais, o BIM vem ganhando espaço na administração pública brasileira, com excelentes iniciativas. Nesse contexto, sem a intenção de esgotar o tema, destacamos a ação conjunta do Consórcio de Integração Sul e Sudeste. O Consórcio de Integração Sul e Sudeste – COSUD foi criado em Belo Horizonte-MG, em março de 2019. Dos sete Estados integrantes do COSUD, cinco estão executando suas estratégias de disseminação e implantação, formalizadas por Decreto Estadual.

A Estratégia BIM PR, instituída pelo Decreto Estadual nº3080/2019, está alinhada à Estratégia BIM BR, com estrutura de governança composta pelo Comitê Gestor (CG-BIM PR), que atua em nível estratégico, e Grupo Técnico (GTEC-BIM PR), responsável por executar as ações de implementação da Estratégia. Ambos os grupos são compostos por representantes dos órgãos estaduais que possuem competência de elaborar ou contratar obras e serviços de arquitetura e engenharia



5. FERRAMENTAS E TECNOLOGIAS

Antes de selecionar a(s) ferramenta(s) BIM e outras tecnologias mais adequada(s) às necessidades da prefeitura, é essencial alinhar a análise de viabilidade técnico-econômica e organizacional com as opções disponíveis no mercado, considerando sempre os objetivos da organização e onde essa pretende chegar. Para tanto, detalhamos abaixo os passos para essa estratégia.

5.a. Análise das opções de software BIM disponíveis no mercado

Pesquisa de mercado	Pesquisar as principais ferramentas BIM disponíveis no mercado, incluindo softwares populares como Autodesk Revit, Trimble Tekla Structures, Bentley AECOsim, Vectorworks Architect, entre outros. Deve ser considerado também soluções específicas para governos locais, se disponíveis.
Avaliação de recursos, funcionalidade e interoperabilidade	Avaliar as características e funcionalidades de cada software em relação às necessidades da prefeitura, incluindo capacidades de modelagem 3D, coordenação multidisciplinar, análise estrutural e de desempenho, interoperabilidade, colaboração em nuvem, entre outros.
Facilidade de uso e treinamento	Deve ser considerada a facilidade de uso do software e a curva de aprendizado associada, especialmente levando em conta a disponibilidade de treinamento e suporte para a equipe da prefeitura.
Custos e sustentabilidade	Devem ser levados em consideração os custos associados à aquisição de licenças de software, implementação, treinamento e manutenção a longo prazo, garantindo que o investimento seja sustentável dentro do orçamento da prefeitura.

5.b Seleção da(s) ferramenta(s) mais adequada(s) às necessidades da prefeitura

Alinhamento com as Necessidades e Requisitos	A escolha dos softwares BIM que melhor atendam às necessidades específicas da prefeitura passa pela correspondência adequada com os requisitos de projeto, recursos disponíveis e objetivos estratégicos.
Avaliação custo-benefício	Deve ser considerado o custo-benefício de cada opção de software, levando em conta não apenas os custos iniciais de licenciamento, mas também os custos de treinamento, suporte e manutenção a longo prazo, qualidade do suporte e atualizações.

Conformidade e governança	Analisar e considerar conformidade legal da ferramenta e a interoperabilidade com outras partes interessadas, estabelecendo um processo de monitoramento e avaliação contínua do desempenho do software selecionado, para otimizar sua utilização e maximizar seu impacto nos projetos municipais.

5.c Avaliação e atualização da infraestrutura de tecnologia da informação para suportar o uso eficiente do BIM

Diagnóstico da capacidade operacional de TI	Deve ser realizada uma avaliação abrangente das capacidades atuais da infraestrutura de TI da prefeitura, incluindo hardware, software, redes e armazenamento de dados. Identifique áreas de força e fraqueza em relação aos requisitos para suportar o uso eficiente do BIM.
Requisitos de hardware, software e rede	Verificar se a plataforma de hardware existente da prefeitura, como estações de trabalho, servidores e dispositivos de armazenamento, atendem aos requisitos de desempenho necessários para executar aplicativos BIM de forma eficiente. Quanto aos softwares, verificar a necessidade de aquisições de licenças e atualizações. Deve constar no diagnóstico ainda, a análise do desempenho de rede, visto que as ferramentas BIM trabalham em ambiente comum de dados .
Armazenamento de dados, gestão e segurança da informação	É imprescindível considerar a análise do volume de dados gerados por modelos BIM, incluindo modelos 3D, documentação associada e dados de análise. Geralmente a adoção de Bim pressupõe soluções de armazenamento em nuvem. Inclusive, é recomendável prover medidas adequadas de segurança da informação, a fim de proteger os dados confidenciais e sensíveis utilizados nos modelos BIM. Isso pode incluir políticas de acesso, criptografia de dados, backups regulares e proteção contra ameaças cibernéticas

6. IMPLEMENTAÇÃO PILOTO E ESCALONAMENTO

Estabelecer um Plano de Implantação é essencial para que o órgão público obtenha clareza sobre suas reais necessidades, seja em relação a estruturação tecnológica (ferramentas e infraestrutura), a capacitação dos servidores, a contratação de consultoria, as responsabilidades e entregas, entre outros aspectos inerentes ao processo de transformação digital.

A seguir serão apresentados alguns dos pontos mais relevantes para a elaboração de um Plano de Implantação BIM, baseadas nas recomendações da literatura existente.

6.a Seleção de um projeto piloto para testar a implementação do BIM

Selecionar um projeto piloto é uma etapa crucial para testar a implementação do BIM em uma prefeitura municipal. Aqui estão algumas considerações importantes ao escolher o projeto piloto:

Relevância e complexidade	A escolha um projeto piloto deve considerar que esse seja representativo das atividades realizadas pela prefeitura municipal e que demonstre a aplicabilidade do BIM em seu contexto específico. O projeto piloto deve ser de tamanho adequado e complexidade suficiente para testar todos os aspectos relevantes do uso do BIM.
Envolvimento de Stakeholders	O projeto piloto deve considerar o envolvimento de vários stakeholders, incluindo membros da equipe da prefeitura, consultores externos, empreiteiros e outros parceiros relevantes. Isso garantirá uma visão abrangente das necessidades e expectativas de todas as partes interessadas envolvidas.
Disponibilidade de Recursos	Deve ser considerada a disponibilidade de recursos humanos, financeiros e tecnológicos necessários para executar o projeto piloto com sucesso. Certifique-se de que a equipe da prefeitura esteja adequadamente treinada e equipada para utilizar o BIM de maneira eficaz durante o projeto
Impacto Potencial	O projeto piloto deve ter o potencial de gerar impacto significativo nos resultados finais, seja em termos de eficiência operacional, qualidade do projeto, economia de custos ou satisfação do cliente. Isso ajudará a demonstrar os benefícios tangíveis do uso do BIM
Viabilidade de Implementação	Dever ser avaliado se projeto piloto é viável em termos de cronograma, orçamento e recursos disponíveis. Evite projetos excessivamente complexos ou com prazos apertados que possam comprometer a eficácia da implementação do BIM.
Potencial de Aprendizado	O projeto a ser escolhido deve oferecer oportunidades significativas de aprendizado e melhoria contínua ao longo do processo. O objetivo do projeto piloto não é apenas testar o BIM, mas também aprender com as experiências e identificar áreas de aprimoramento

6.c Expansão gradual do uso do BIM para outros projetos municipais

Para expandir gradualmente o uso do BIM para outros projetos municipais após o sucesso do projeto piloto, é importante seguir um plano estratégico e bem definido. Aqui estão algumas etapas para essa expansão

Identificação de Projetos Adequados	Identificar projetos adicionais dentro da prefeitura municipal que sejam adequados para a implementação do BIM. Esses projetos podem incluir novas construções, reformas, manutenção de infraestrutura, planejamento urbano, entre outros.
Priorização de Projetos	A escolha deve considerar critérios como relevância estratégica, impacto potencial, disponibilidade de recursos e complexidade. Recomenda-se iniciar com projetos de menor escala e complexidade antes de avançar para projetos maiores e mais desafiadores.
Planejamento e Preparação	O Desenvolvimento de um plano de implementação detalhado para cada projeto selecionado, incluindo objetivos, escopo, cronograma, orçamento, recursos necessários e responsabilidades da equipe garante que a equipe esteja adequadamente treinada e preparada para utilizar o BIM de forma eficaz.
Implementação Gradual	Implementar o uso do BIM de forma gradual nos projetos selecionados, começando com etapas menores e expandindo conforme a equipe ganha confiança e experiência. Estabeleça marcos claros de progresso e avalie regularmente o desempenho e a eficácia da implementação.
Comunicação e Engajamento	A Comunicação regular deve envolver todas as partes interessadas envolvidas nos projetos, incluindo membros da equipe da prefeitura, consultores externos, empreiteiros e outros parceiros. É importante manter as partes informadas sobre o progresso, os benefícios e os desafios da implementação do BIM.

7. MONITORAMENTO E MELHORIA CONTÍNUA

Após a conclusão do projeto piloto, é essencial realizar uma avaliação abrangente dos resultados e identificar lições aprendidas. Aqui estão algumas etapas importantes nesse processo

7.a Estabelecimento de métricas para avaliar o desempenho da implementação do BIM.

Para garantir o sucesso contínuo da expansão do uso do BIM, é essencial monitorar regularmente o progresso e ajustar a estratégia conforme necessário. Essa estratégia envolve:

Estabelecer indicadores e metas	Definir indicadores-chave de desempenho (KPIs) para medir o progresso e o impacto da implementação do BIM nos projetos municipais. Isso pode incluir métricas como eficiência operacional, qualidade do projeto, economia de custos e satisfação do cliente
Avaliar e obter feedback	Realizar avaliações regulares do desempenho e da eficácia da implementação do BIM, comparando os resultados alcançados com os objetivos estabelecidos. Solicitar feedback da equipe da prefeitura, consultores externos, empreiteiros e outras partes interessadas envolvidas nos projetos.
Ajutar a estretégia	Com base nas avaliações e no feedback recebido, realizar ajustes na estratégia de implementação do BIM conforme necessário. Isso pode incluir alterações no escopo, cronograma, alocação de recursos, políticas e práticas de uso do BIM.

7.b Incorporação de lições aprendidas para aprimorar continuamente as práticas de BIM.

Após coletar o feedback dos usuários e partes interessadas, é crucial incorporar as lições aprendidas para aprimorar continuamente as práticas de BIM

Indicadores de Desempenho	Definir indicadores-chave de desempenho (KPIs) para medir o progresso e o impacto da implementação do BIM nos projetos municipais é uma prática recomendável. Isso pode incluir métricas como eficiência operacional, qualidade do projeto, economia de custos e satisfação do cliente.
Avaliação Regular	A Realização de avaliações regulares do desempenho e da eficácia da implementação do BIM promove ajuste na estratégia. É necessário o comparativo dos resultados alcançados com os objetivos estabelecidos, idenrificando áreas de sucesso e oportunidades de melhoria para orientar ajustes na estratégia.

Identificação de Lições Aprendidas e oportunidades	É de fundamental importância a identificação das principais lições aprendidas durante a implementação do projeto piloto, incluindo práticas recomendadas, desafios superados, áreas de ineficiência e oportunidades de melhoria.
Análise de Resultados	A Análise os dados coletados serve para avaliar o sucesso da implementação e do(s) projeto (s) em atingir seus objetivos e demonstrar os benefícios do uso do BIM.
Adaptação e Melhoria Contínua	Utilizar as lições aprendidas para adaptar e melhorar os processos, políticas e práticas relacionadas à implementação do BIM na prefeitura municipal. Incorporar feedback e realizar ajustes conforme necessário para otimizar futuras iniciativas de uso do BIM.
Feedback e Compartilhamento de Conhecimento	A prática de disseminação do conhecimento deve ser prática recorrente na instituição. Compartilhar os resultados e lições aprendidas com todas as partes interessadas e praticar o feedback, promove a troca de conhecimento e uma aprendizagem contínua e colaborativa
Treinamento e Capacitação Contínuos	Deve ser prática da instituição a manutenção de treinamento e capacitação para a equipe da prefeitura e outros stakeholders envolvidos nos projetos, garantindo que estejam atualizados com as melhores práticas e ferramentas mais recentes do BIM.

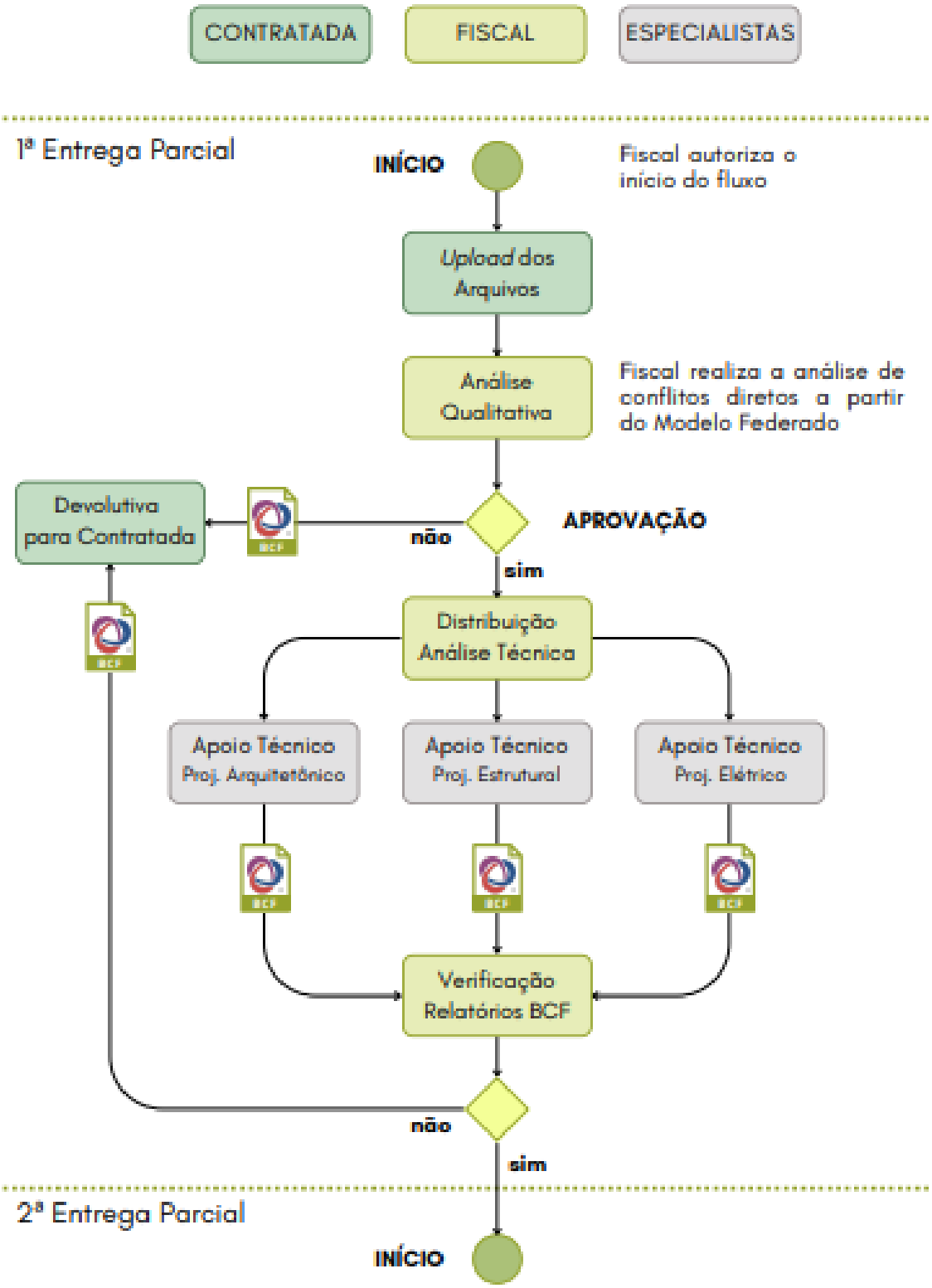
8. Modelo de fluxo de processo em BIM

O Termo de Referência é o documento que embasa tecnicamente as contratações de obras e serviços de arquitetura e engenharia. Nesse sentido, as informações e novos processos implementados na organização devem ser refletidos nos termos de referência de contratações de projetos, a fim de materializar os objetivos da prefeitura definidos em seus PIB/PEB.

Inicialmente, ainda como anexo ao TR, o PEB conterá os requisitos necessários para nortear a proposta de trabalho da contratada, e após a homologação do certame, a empresa contratada incluirá novas informações para demonstrar como irá atender os requisitos predefinidos pelo contratante.

Então, o PEB deve conter:

- Os Usos BIM Pretendidos com base no objeto a ser licitado, é a informação mais relevante.
- Nível de detalhamento exigido na modelagem;
- Fluxo de trabalho em BIM;



Fluxo de projetos em BIM para gestão/fiscalização de projetos (Fonte: Guia BIMPR)

REFERÊNCIAS

CGE – PE. Controladoria Geral do Estado de Pernambuco. **Building Information Modeling – BIM**. Boletim Orientativo nº 05/2021. Recife: 2021. Disponível em: https://www.scge.pe.gov.br/wp-content/uploads/2021/09/Boletim-5-BIM.pdf

CBIC CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras** – Parte1: Fundamentos BIM. Brasília: 2016.

BIMPR. **Guia BIM NAS PREFEITURAS**: Primeiros Passos para Inovação Digital nas Obras Públicas. Paraná: 2019. Disponível em: https://www.bim.pr.gov.br/Pagina/BIM-NAS-PREFEITURAS

BIMEXCELLENCE. Disponível em: https://bimexcellence.org/home/

BOUMANN, P.D.S.C. BIM no Brasil: **Diretrizes para a gestão do processo de projeto no setor público em Pernambuco**. Dissertação de mestrado. UPE. Recife: 2024

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

BRASIL, **Decreto nº 9.983**, de 22 de agosto de 2019. Dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling e institui o Comitê Gestor da Estratégia do Building Information Modelling. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p.2, 2019. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2019/decreto/d9983.htm.

BRASIL, **Decreto nº 10.306**, de 02 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, instituída pelo Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. 5, 2020. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/d10306.htm.

BRASIL, **Decreto nº 11.188**, 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. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. 8, 2024. Disponível em: https://legislacao.presidencia.gov.br/atos/?tipo=DEC&numero=11888&ano=2024&data=22/01/2024&ato=b63ITRE1ENZpWT83d.

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

BAF. BIM Academic Forum. Embedding Building Information Modelling within the aught curriculum. The Higher Education Academy, York, UK.2013

SACKS, R.; RADOSAVLJEVIC, M.; BARAK, R. Requirements For Building Information Modeling Based Lean Production Management Systems For Construction. **Automation in Construction,** v. 19, n. 5, p. 641-655, 2010.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BIM	Building Information Modeling
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
PEB	Plano de Execução BIM
PIB	Plano de Implementação BIM
IFC	Industry Foundation Classes
COBIE	Construction Operations Buidings Information Exchange
NBIMS	National Building Information Modeling Standard
ISO	International Standard Organization
COSUD	Consórcio de Integração Sul e Sudeste

GLOSSÁRIO

Adoção BIM: Termo utilizado durante a Implementação/Implantação do BIM ou de fato a execução das atividades determinadas e escolhidas do processo.

CBIC (Câmara Brasileira da Indústria da Construção): Entidade brasileira fundada em 1957 com objetivos relacionados ao desenvolvimento da Indústria da Construção e Mercado Imobiliário.

CDE (Common Data Environment): É o ambiente comum de dados, ou seja, uma única fonte responsável por armazenar, organizar e distribuir informações e documentos para todas as equipes de projeto.

COBie (Construction Operations Building Information Exchange): Significa troca de Informações para Operações de Construção de Edifícios, significa coletar e entregar informações de projeto e construção para os gerentes de instalações.

IFC (Industry Foundation Classes): Formato de arquivo BIM que contém dados com a finalidade de conectar e comunicar informações com modelos BIM sem perda ou distorção de dados ou informações.

ISO: Organização Internacional de Padronização. Portanto, é um meio de promover a padronização de produtos e serviços, utilizando normas internacionais para melhoria contínua do processo produtivo.

As Built: Expressão inglesa cujo significado é "Conforme construído". São registros das alterações feitas durante a execução de uma obra sobre diversos elementos externos e internos não previstos no projeto inicial.

BIM (Building Information Modeling): Acrônimo que significa "Modelagem com Informação da Construção", dentre suas diversas definições é um sistema integrado digitalmente com modelos associados a dados para a construção, podendo ser também um edifício real em meio digital.

BIM Mandate (Manual BIM): Documento cujo objetivo é definir parâmetros, regras e/ou conjunto de formas de execução nas ferramentas BIM que auxiliarão os stakeholders (Partes Interessadas) a desenvolverem o modelo no processo BIM contratado.

Biblioteca BIM: São elementos (famílias e objetos paramétricos) que são responsáveis por compor a modelagem e estruturando a modelagem.

CAD: Significa desenho assistido por computador do inglês, (Computer Aided Design – CAD) cujo o nome é designado ao sistema computacional que viabilizar facilitar o desenvolvimento de gráfico 2D em desenhos com o auxilio de hardware.

Ciclo de Vida: É o período correspondente as fases de um empreendimento, indo desde o Programa de Necessidades até a operação e manutenção.

Colaboração: É o trabalho realizado em comum com uma ou mais pessoas, cuja finalidade é cooperar, ajudar e auxiliar a organização através de documentos para distribuir entre os participantes de um Projeto (equipes).

Estratégia BIM-BR: Decreto brasileiro que Dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling (BIM) e institui o Comitê Gestor da Estratégia do Building Information Modelling no Brasil, com o objetivo de difusão da tecnologia no país.

Detecção de Colisão (Clash Detection): É o uso de modelos 3D para coordenar diferentes disciplinas para identificar e solucionar problemas de incompatibilização entre os modelos virtuais antes do processo de fabricação e execução.

Difusão BIM: É um termo usado para quantificação do avanço da metodologia mediante mercado da construção Civil, no sentido de adesão e seus percentuais em relação ao CAD.

Entrega BIM: As Entregas BIM diferenciam-se das entregáveis convencionais devido a entrega da modelagem como um material auxiliar consultável. Esse modelo pode ser disponibilizado em formato aberto: padrão de exportação do software de modelagem, tais como .rvt (Revit) ou .pln(Archicad) ou em formato fechado como o IFC.

Ferramenta de Software BIM: São ferramentas internas que permitem a modelagem de elementos em softwares de modelagem BIM por exemplo Revit e Archicad.

Fluxo de Trabalho BIM (BIM Workflow): É a sistematização do processo de trabalho, onde documentos, informações e atividades são direcionadas a um ou conjunto de agentes de com regras e procedimentos da companhia/empresa.

Gerenciamento de Construção: É uma aplicação de técnicas que buscam gerar uma construção eficaz tendo como base o escopo da construção.

Gerente BIM (BIM Manager): É a pessoa responsável por liderar, coordenar e gerenciar o processo de Implantação ou Implementação BIM em uma companhia (organização).

Gestão de dados: São práticas usadas para a administração de informações, com objetivo de prevenir possíveis danos, percas e entre outras adversidades que as informações da empresa estão sujeitas se não forem geridas da forma correta.

Guia BIM: É um material que visa orientar os parâmetros que devem ser utilizados nos processos BIM de planejamento, especificação, quantificação, orçamento, contratação e fiscalização – tanto para obras públicas como privadas.

Interoperabilidade: Capacidade de comunicar ou intercâmbio de informações entre os profissionais envolvidos no projeto.

LOD (Level of Development): Nível de Desenvolvimento (ND). Serve para organizar as etapas de um empreendimento em BIM. É possível classificar o nível da informação de acordo com o desenvolvimento das etapas do projeto de maneira a manter a integridades e confiabilidade dos dados.

Modelagem BIM: É um termo dado ao desenvolvimento de modelos realizados através de um Software BIM, como o Revit, Sketchup, Vectorworks ou o ArchCAD por exemplo, e que são capazes de carregar parâmetros e informações que alimentarão todo o processo e ciclo de vida dos níveis de modelagem (LOD).

Maturidade BIM: Indicador que busca medir o grau de desenvolvimento da instituição na tecnologia BIM e tem como objetivo a melhoria contínua, repetição, rotinas e a previsibilidade no campo da Capacitação.

Modelador: É o profissional da construção civil responsável pela modelagem. Ou seja, é a pessoa que desenvolve os Modelos 3D em softwares como ArchCAD, Revit, ou Sketchup.

Modelagem 3D: É um processo de confecção de objetos em 3D (3 Dimensões, X,Y,X) por meio de softwares como (BLEND, 3DMAX, MAYA etc) servindo para construção de ambientes, cenas animadas ou estáticas.

Modelo Federado: É o modelo destinado a agrupar os demais modelos, tais como modelo arquitetônico, estrutural, modelo mecânico, elétrico e entre outros pertinentes do projeto correspondentes ao empreendimento em especifico a ser construído.

NBR15965 (Norma de BIM): A Norma Brasileira NBR15965 (Modelagem de Informação da Construção -BIM) possui uma coletânea que reúne normas orientadas a aplicação da modelagem da informação da construção.

OmniClass: É um sistema norte americano próprio para classificação, capaz de fornecer uma estrutura de identificação para banco de dados eletrônicos, softwares e o modelo BIM através de todo o ciclo de vida do projeto.

Open BIM: É um processo colaborativo para a elaboração de projetos cujo o fluxos de trabalho e o acesso às informações (data) são abertos.

Plano de Execução BIM (BIM Execution Plan): É o Plano desenvolvido para os fornecedores ou contratados – normalmente é considerado o pré-contrato para atender a Requisitos de Informações do Contratante ao qual define os aspectos e estratégias gerais da modelagem de informações de um projeto que serão executados.

Processo BIM: É uma forma genérica de compreender um produto BIM que normalmente inclui diversos fluxos de trabalho e procedimentos.

Requisito BIM: São todos os requisitos e pré-requisitos necessários para que haja Entrega BIM. Conforme solicitado pelo contratante e/ou autoridades regulamentadas e partes semelhantes.

Revit: Software de modelagem BIM, desenvolvido pela “Autodesk”. para a arquitetura, engenharia e construção.

Steakholders: Grupos e indivíduos que, de uma forma ou de outra, apresentam algum nível de interesse nos projetos, atividades e resultados de uma determinada organização

Top-Down: A abordagem de gestão top-down (de cima para baixo) é quando as decisões da organização são feitas a partir da liderança, no topo, para as demais camadas da organização.