UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

CENTRO DE ARTES E COMUNICAÇÃO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO URBANO

EMMANOEL ROBERTO DA SILVA NERI

GUIA DE IMPLEMENTAÇÃO BIM PARA A ETAPA DE DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS NA ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA BRASILEIRA - APOIADO NA ABNT NBR ISO 19650

Recife

2023

EMMANOEL ROBERTO DA SILVA NERI

GUIA DE IMPLEMENTAÇÃO BIM PARA A ETAPA DE DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS NA ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA BRASILEIRA - APOIADO NA ABNT NBR ISO 19650

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Urbano da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Desenvolvimento Urbano. Área de concentração: Desenvolvimento Urbano

Orientador (a): Max Lira Veras Xavier de Andrade

Recife

2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Neri, Emmanoel Roberto da Silva.
Guia de Implementação BIM para a etapa de desenvolvimento de projetos na administração pública brasileira - apoiado na ABNT NBR ISO 19650 / Emmanoel Roberto da Silva Neri. - Recife, 2023.
272 p : il., tab.

Orientador(a): Max Lira Veras Xavier de Andrade
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Artes e Comunicação, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Urbano, 2023.
Inclui referências, apêndices.

1. Implementação BIM. 2. Modelagem da Informação da Construção. 3. setor público. 4. ISO 19650. 5. Guia BIM. I. Andrade, Max Lira Veras Xavier de. (Orientação). II. Título.

720 CDD (22.ed.)

UFPE (CAC 2024 - 136)

EMMANOEL ROBERTO DA SILVA NERI

GUIA DE IMPLEMENTAÇÃO BIM PARA A ETAPA DE DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS NA ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA BRASILEIRA - APOIADO NA ABNT NBR ISO 19650

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Urbano da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Desenvolvimento Urbano. Área de concentração: Desenvolvimento Urbano

Aprovado em: 25/08/2023

BANCA EXAMINADORA

_____

Prof. Dr. Max Lira Veras Xavier de Andrade (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

_____

Profª. Drª. Leticia Teixeira Mendes (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

_____

Prof. Dr. Eduardo Toledo Santos (Examinador Externo)
Universidade de São Paulo – USP

_____

Prof. Dr. Sergio Scheer (Examinador Externo)
Universidade Federal do Paraná – UFPR

Dedico este trabalho a todos que me apoiaram e incentivaram nesta caminhada, em especial ao meu pai Manoel Claudemir Neri, à minha mãe Maria Elisabete Pinheiro da Silva Neri e à minha esposa Maiara Castro Nunes.

AGRADECIMENTOS

A Deus, em primeiro lugar, pois sem Ele essa jornada nem teria iniciado. Por toda providência divina em minha vida. À Ele toda a glória!

Aos meus familiares e amigos, pelo apoio incondicional nesta caminhada. Direta ou indiretamente, sempre estiveram ao meu lado, dando forças para a continuidade do processo. Em especial, agradeço à minha mãe, Maria Elisabete Pinheiro da Silva Neri, e a meu pai, Manoel Claudemir Neri, que sempre foram meus exemplos de vida, de formação, e meus maiores incentivadores quanto aos estudos. Amo vocês!

A minha esposa e melhor amiga, Maiara Castro Nunes, por acreditar em mim mais do que qualquer outra pessoa, até mesmo mais do que eu mesmo. Sou grato pelo seu apoio à minha vida acadêmica desde o curso técnico, por todo o incentivo dentro de casa e pelo suporte psicológico e emocional durante esta jornada do mestrado. Agradeço também pela sua abdicação durante vários e longos dias para ficar ao meu lado na época dos estudos. Muito Obrigado!

Ao meu orientador, Professor Max Lira Veras Xavier de Andrade, por acreditar e incentivar a minha pesquisa, por todo apoio dentro do MDU, o conhecimento compartilhado e por não desistir de continuar seus estudos e orientações sobre BIM diante de todas as adversidades da vida.

Aos meus colegas de turma do mestrado, que ajudaram a suportar uma época tempestiva de instabilidade psicológica que foi a pandemia, com aulas online, e momentos de compartilhamento e ajuda em grupos. Em especial, agradeço aos orientandos do professor Max, do grupo de pesquisa LAC, e integrantes Célula BIM-UFPE, que formam um incrível suporte de autoajuda para todos os envolvidos nos estudos quanto ao tema de BIM no CAC e na UFPE.

Aos meus colegas de trabalho e de profissão, da CBTU e das demais instituições que participaram desta pesquisa (COMPESA, UFPE, SEINFRA) através de reuniões, opiniões e avaliações. Um agradecimento especial aos colegas da GIOBR – Gerência de Obras da CBTU, que me acolheram como colega de trabalho, contribuindo no desenvolvimento desta pesquisa.

RESUMO

A eficiência da Construção Civil é ponto de discussão em nível mundial: erros construtivos, de projetos e falta de produtividade geram incontáveis custos, de cronograma e financeiro, para a economia e sociedade global. O investimento em tecnologia, processos e contratos, inovações em projetos e obras, e requalificação da mão-de-obra têm sido algumas sugestões de melhoria nos últimos anos para recuperar a produtividade do setor. Tais mudanças desejadas podem ser traduzidas na implementação de inovadores conceitos para o setor, como é o caso do Building Information Modeling (BIM). No Brasil, o Governo Federal Instituiu a Estratégia BIM BR em 2018, que incentiva a adoção do BIM, principalmente para o setor público, sofrendo com aditivos contratuais e recursos jurídicos. Contudo, uma implantação BIM não é rápida e trivial, trata-se de um planejamento de curto, médio e longo prazo. Devido à necessidade de especialização e mudança de cultura, há um entrave na Implantação BIM em muitas instituições da administração pública pois, ainda que haja Decretos Federais, Estaduais e algumas legislações sobre o tema, geralmente não há alocação de verbas para treinamentos e consultorias especializadas. Assim, o processo de Implantação BIM é, em sua maioria, desenvolvido pelo quadro de funcionários internos. Embora seja um esforço louvável, a falta de direcionamento das equipes, alinhada à necessidade de dividir as tradicionais demandas de trabalho com as da Implantação BIM, podem tornar o processo muito mais lento do que o desejado ou até falho. A partir do método de Design Science Research e de Revisões Sistemáticas da Literatura, esta dissertação objetiva o desenvolvimento de um artefato: um Guia de Implementação BIM para a etapa de desenvolvimento de projetos na administração pública brasileira, apoiado na ABNT NBR ISO 19650. O Guia proposto possui dois formatos de visualização: um conjunto de fluxogramas de etapas, e uma tabela explicativa de cada etapa, fornecida adicionalmente em formato online. Bem como a descrição textual do desenvolvimento do método ao longo da dissertação. Ao final, é feita uma avaliação do método com o objetivo de coletar a opinião de alguns funcionários e empregados públicas de quatro instituições (das esferas municipais, estaduais e federal) que apresentam interesse em uma Implantação BIM.

Palavras-chave: Implementação BIM; Modelagem da Informação da Construção; setor público; ISO 19650; Guia BIM.

ABSTRACT

The efficiency of Civil Construction is a point of discussion worldwide: construction errors, design errors and lack of productivity generate countless scheduling and financial costs for the global economy and society. Investment in technology, processes and contracts, innovations in projects and works, and retraining of the workforce have been some suggestions for improvement in recent years to recover the sector's productivity. Such desired changes can be translated into the implementation of innovative concepts for the sector, such as Building Information Modeling (BIM). In Brazil, the Federal Government instituted the BIM BR Strategy in 2018, which encourages the adoption of BIM, mainly for the public sector, suffering from contractual amendments and legal resources. However, a BIM implementation is not quick and trivial, it involves short, medium and long-term planning. Due to the need for specialization and culture change, there is an obstacle to BIM Implementation in many public administration institutions because, even though there are Federal and State Decrees and some legislation on the subject, there is generally no allocation of funds for training and specialized consultancy. Thus, the BIM Implementation process is, for the most part, developed by internal employees. Although it is a commendable effort, the lack of team direction, in line with the need to share traditional work demands with those of BIM Implementation, can make the process much slower than desired or even fail. Using the Design Science Research method and Systematic Literature Reviews, this dissertation aims to develop an artifact: a BIM Implementation Guide for the project development stage in Brazilian public administration, supported by ABNT NBR ISO 19650. The Guide proposed has two visualization formats: a set of step flowcharts, and an explanatory table for each step, additionally provided in online format. As well as the textual description of the development of the method throughout the dissertation. At the end, an evaluation of the method is carried out with the aim of collecting the opinion of some public officials and employees from four institutions (at municipal, state and federal levels) that are interested in a BIM Implementation.

Keywords: BIM implementation; Building Information Modeling; Public sector; ISO 19650; BIM Guide.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Digitalização vs Produtividade da Indústria da Construção 14
Figura 2- Diferencial do setor de Construção e produtividade econômica média.....15
Figura 3 - Linha temporal de Decretos e Leis relacionados ao BIM 17
Figura 4 - Roadmap da Estratégia BIM BR 19
Figura 5 - Estrutura da Dissertação.....24
Figura 6- Condução de uma Revisão Sistemática da Literatura 29
Figura 7 - Linguagem de relacionamento entre constructos, para formação dos modelos e método.....32
Figura 8 - Estrutura de Usos BIM, por Succar.....42
Figura 9 - Estrutura de Usos BIM, por PennSate University 43
Figura 10 - Curva de Tempo-Esforço de MacLeamy.....45
Figura 11 - Campos BIM e suas sobreposições.....51
Figura 12 - Campos BIM e seus inter-relacionamentos 52
Figura 13 - Estágios BIM e Passos BIM.....53
Figura 14 - Avaliação hipotética de acordo com Matriz de Maturidade BIM (BIM³)...55
Figura 15 - Relacionamento entre Requisitos e Modelos de Informação 94
Figura 16 - Hierarquia do processo de gestão da informação.....95
Figura 17 - Organização dos estados de Contêineres de Informação no CDE.....97
Figura 18 - Fluxograma de processos da ABNT NBR ISO 19650-2.....98
Figura 19 - Hierarquia entre níveis de adoção BIM 101
Figura 20 - Hierarquia de níveis da implantação BIM no setor público brasileiro....102
Figura 21 - Esquema de agrupamento dos constructos mapeados 104
Figura 22 - Relacionamento entre hierarquia dos constructos mapeados 115
Figura 23 - Relação entre os constructos e os Fatores Críticos de Sucesso 116
Figura 24 - Relação entre constructos e a hierarquia da gestão administrativa.....119
Figura 25 - Fluxograma de processos, versão inicial 121
Figura 26 - guia para implantação BIM, na fase de projetos da Administração Pública, baseado na ABNT NBR ISO 19650 - formato de fluxograma, resumido.....124
Figura 27 - Organograma da CBTU Recife: Gerência de Obras 142
Figura 28 - Nível de Maturidade BIM na CBTU Recife (2018 e 2021), pela BIM³ ...144
Figura 29 - Nível de Maturidade BIM na CBTU Recife (2018 e 2021), pela BIM Organizational Assessment.....145

Figura 30 - Nível de Maturidade BIM na CBTU Recife (2023), pela BIM³ 146
Figura 31 - Organograma da UFPE: Superintendência de Projetos e Obras 147
Figura 32 - Nível de Maturidade BIM na SPO (UFPE), pela BIM³ 148
Figura 33 - Organograma da Prefeitura Municipal de Ipojuca: Secretaria de Infraestrutura e Serviços 149
Figura 34 - Nível de Maturidade BIM na SEINFRA (Ipojuca), pela BIM³ 150
Figura 35 - Organograma da COMPESA: Gerência de Projetos e de Engenharia .152
Figura 36 - Nível de Maturidade BIM na GPE (COMPESA), pela BIM³.....153
Figura 37 - Avaliação do guia: compreensão geral 154
Figura 38 - Avaliação do guia: formatos de fluxograma e tabela.....155
Figura 39 - Avaliação do guia: aderência à legislação 156
Figura 40 - Avaliação do guia: aderência à área de projetos 157
Figura 41 - Avaliação do guia: utilidade 158
Figura 42 - Avaliação do guia: independência durante utilização.....159
Figura 43 - Avaliação do guia: versatilidade na forma dos projetos públicos 162
Figura 44 - Avaliação do guia: versatilidade em esferas administrativas 163

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Relação entre a Design Science Research e Estrutura da Dissertação..23
Quadro 2 - Relação de etapas da DSR com a estrutura da dissertação.....27
Quadro 3 - Protocolo de Busca RSL Internacional.....30
Quadro 4 - Protocolo de Busca RSL Nacional 31
Quadro 5 - Designações para as Dimensões BIM, e respectivas referências.....40
Quadro 6 - Principais países com BIM Mandates definidos 48
Quadro 7 - Faixas de Classificação do Índice de Maturidade BIM 56
Quadro 8 - Barreiras à implementação BIM 59
Quadro 9 - Benefícios da Implementação BIM.....60
Quadro 10 - Estratégias para Implementação BIM 62
Quadro 11 - Estratégias para Implementação BIM em modelo matricial 64
Quadro 12 - Principais contribuições, por temas, da RSL Nacional 72
Quadro 13 - Leis de licitação, Regimes de Contratação e relação com BIM 81
Quadro 14 - Relação de guias, padrões, leis e normatização brasileiros sobre BIM 85
Quadro 15 - Constructos mapeados e suas classificações.....103
Quadro 16 - Constructos mapeados, conceitos, objetivo e fontes de evidência 112
Quadro 17 - Guia de Implementação BIM, na fase de projetos da Administração Pública, baseado na ABNT NBR ISO 19650 – formato de tabela, resumido 137

LISTA DE SIGLAS

AIM	Modelo de Informação do Ativo
AIR	Requisitos de Informação do Ativo
BIM	Modelagem da Informação da Construção
BIM³	BIM Maturity Matrix
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CBTU	Companhia Brasileira de Trens Urbanos
CDE	Ambiente Comum da Dados
COMPESA	Companhia Pernambucana de Saneamento
DSR	Design Science Research
EIR	Requisitos de Troca de Informação
GPE	Gerência de Projetos de Engenharia (COMPESA)
IFC	Industry Foundation Classes
ISBN	Número Padrão Internacional de Livro
MIDP	Plano Master de Entrega de Informação
OIR	Requisitos de Informação da Organização
PEB	Plano de Execução BIM
PIB	Plano de Implementação BIM
PIM	Modelo de Informação do Projeto
PIR	Requisito de Informação do Projeto
RSL	Revisão Sistemática da Literatura
SEINFRA	Secretaria de Infraestrutura e Serviços (Prefeitura Ipojuca)
STU/REC	Superintendência de Trens Urbanos do Recife
TIDP	Task Information Delivery Plan

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 14
1.1 Caracterização do Problema da Pesquisa 14
1.1.1 Motivações e interesses do pesquisador 17
1.2 Justificativa da pesquisa 18
1.2.1 Caracterização das perguntas da pesquisa 21
1.3 Objetivo 22
1.3.1 Objetivos específicos 22
1.4 A Estrutura da Dissertação 23
2 ABORDAGEM METODOLÓGICA 25
2.1 Design Science Research (DSR) 25
2.1.1 Conscientização e Sugestão: Revisão Sistemática da Literatura (RSL) 28
2.1.2 Desenvolvimento: o artefato da dissertação 32
2.1.3 Avaliação 33
2.1.4 Conclusões 35
3 REVISÃO DA LITERATURA 37
3.1 O Building Information Modeling 38
3.1.1 Usos do Modelo BIM ou Usos BIM 39
3.1.2 O BIM e sua relação com o desenvolvimento de projetos 44
3.1.3 *BIM Standards* - Documentos BIM 46
3.1.4 Campos BIM (BIM Fields) 50
3.1.5 Estágios BIM 52
3.1.6 Passos BIM 53
3.1.7 Níveis de Maturidade BIM e seus Métodos de Avaliação 53
3.2 Implementação BIM 56
3.2.1 Conceituando “Implementação BIM” 57
3.2.2 Barreiras e Benefícios do BIM 58
3.2.3 Estratégias para Implementação BIM 61
3.2.4 Status da Implementação BIM Internacionalmente 66
3.3 Implementação BIM no setor público brasileiro 72
3.3.1 Governança e gestão de obras públicas 73
3.3.2 BIM na governança de obras públicas 77
3.3.3 Aspectos legais e contratuais do BIM em obras públicas 78
3.3.4 Padrões, normas e guias BIM brasileiros 84
3.3.5 Fatores Críticos de Sucesso (FCS) para implantação BIM por organizações públicas 88
3.4 ABNT NBR ISO 19650 89
3.4.1 Parte 1: Conceitos e Princípios 90
3.4.2 Parte 2: Fase de entrega de ativos 97
4 PROPOSIÇÃO E ESTRUTURAÇÃO TEÓRICA DO GUIA 100
4.1 Constructo referente ao Mercado Público Brasileiro 104

4.1.1 Legislação e Mercado 104
4.2 Constructos referentes à Organização Pública 105
4.2.1 Características Estratégicas 105
4.2.2 Diagnóstico BIM 106
4.2.3 Processos 107
4.2.4 Tecnologias 107
4.2.5 Políticas: Preparatória (Pessoas) 107
4.2.6 Políticas: Regulatório e Contratual 108
4.2.7 Ambiente BIM 108
4.3 Constructos referentes à Contratação ou Projetos Internos 109
4.3.2 Constructo transversal 110
4.4 Modelos mapeados 115
4.4.1 Relacionamento entre as Classificações dos Constructos 115
4.4.2 Relacionamento dos constructos com Fatores Críticos de Sucesso (FCS) 115
4.5 Método proposto: o Guia de Implementação BIM no setor público 117
4.5.1 Nível de implementação em relação ao nível de gestão da instituição 117
4.5.2 Linguagem de Relacionamento, sequenciamento e subprocessos .. 119
4.5.3 Representação final do Guia e seus subprocessos em fluxograma . 122
4.5.4 Detalhamento de cada subprocesso do Guia proposto 125
4.5.5 Representação do Guia em formato tabular 136
5 AVALIAÇÃO DO GUIA 140
5.1 Compreendendo as organizações participantes 141
5.1.1 CBTU - STU/Recife – Gerência de Obras 141
5.1.2 UFPE Campus Recife – Superintendência de Projetos e Obras 146
5.1.3 SEINFRA - Prefeitura Municipal de Ipojuca 148
5.1.4 COMPESA - Gerência de Projetos de Engenharia 150
5.2 Avaliação dos guias e discussões 153
5.2.1 Resultados da avaliação quanto à viabilidade 153
5.2.2 Resultados da avaliação quanto à versatilidade 161
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS 165
6.1 Limitações de pesquisa 168
6.2 Propostas de trabalhos futuros 168
REFERÊNCIAS 170
APÊNDICE A - Revisão Sistemática da Literatura (RSL) Internacional 184
APÊNDICE B - Revisão Sistemática da Literatura (RSL) Nacional 211
APÊNDICE C – Detalhamento de Subprocessos - ABNT NBR ISO 19650-2 231
APÊNDICE D – Detalhamento dos subprocessos do Guia proposto 235
APÊNDICE E – Guia de Implementação BIM em formato tabular 250
APÊNDICE F – Protocolo de avaliação do Guia proposto 272

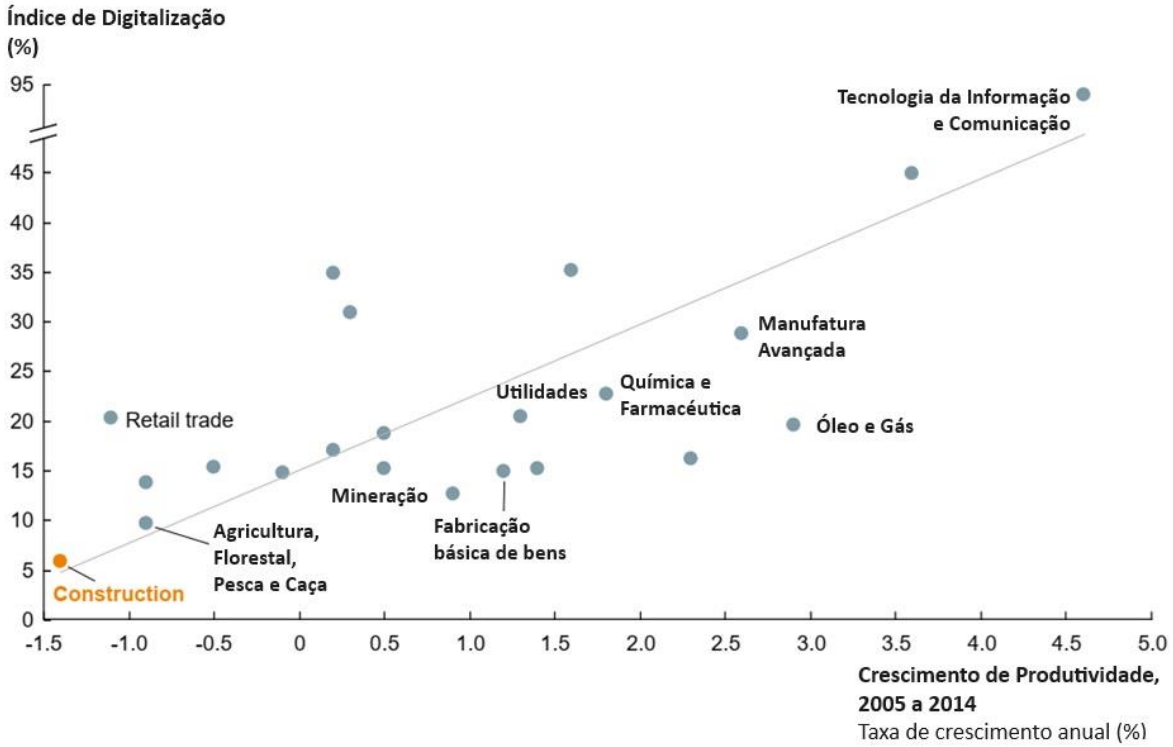
1 INTRODUÇÃO

1.1 Caracterização do Problema da Pesquisa

A Indústria de Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO) é um setor chave para o desenvolvimento de uma nação, em nível global. Contudo, pouco acompanhou o avanço tecnológico mundial, apresentando pouca produtividade e baixíssima digitalização (BARBOSA *et al*., 2017). De acordo com uma pesquisa realizada pela Mckinsey Global Institute em 2017, nos últimos 20 anos o setor cresceu apenas 1% ao ano em produtividade, em comparação com os 2,8% anuais para a economia mundial e 3,6% anuais para a indústria de manufatura (BARBOSA *et al*., 2017).

Esta mesma pesquisa trazia a Indústria da Construção Civil como aquela com menor índice de digitalização, entre 2005 e 2014, conforme a Figura 1. Nesta é possível ver que a indústria da AECO, em nível mundial, estava atrás, por exemplo, da agricultura, mineração, manufatura e utilitários básicos; tanto em digitalização como em crescimento de produtividade (BARBOSA *et al*., 2017).

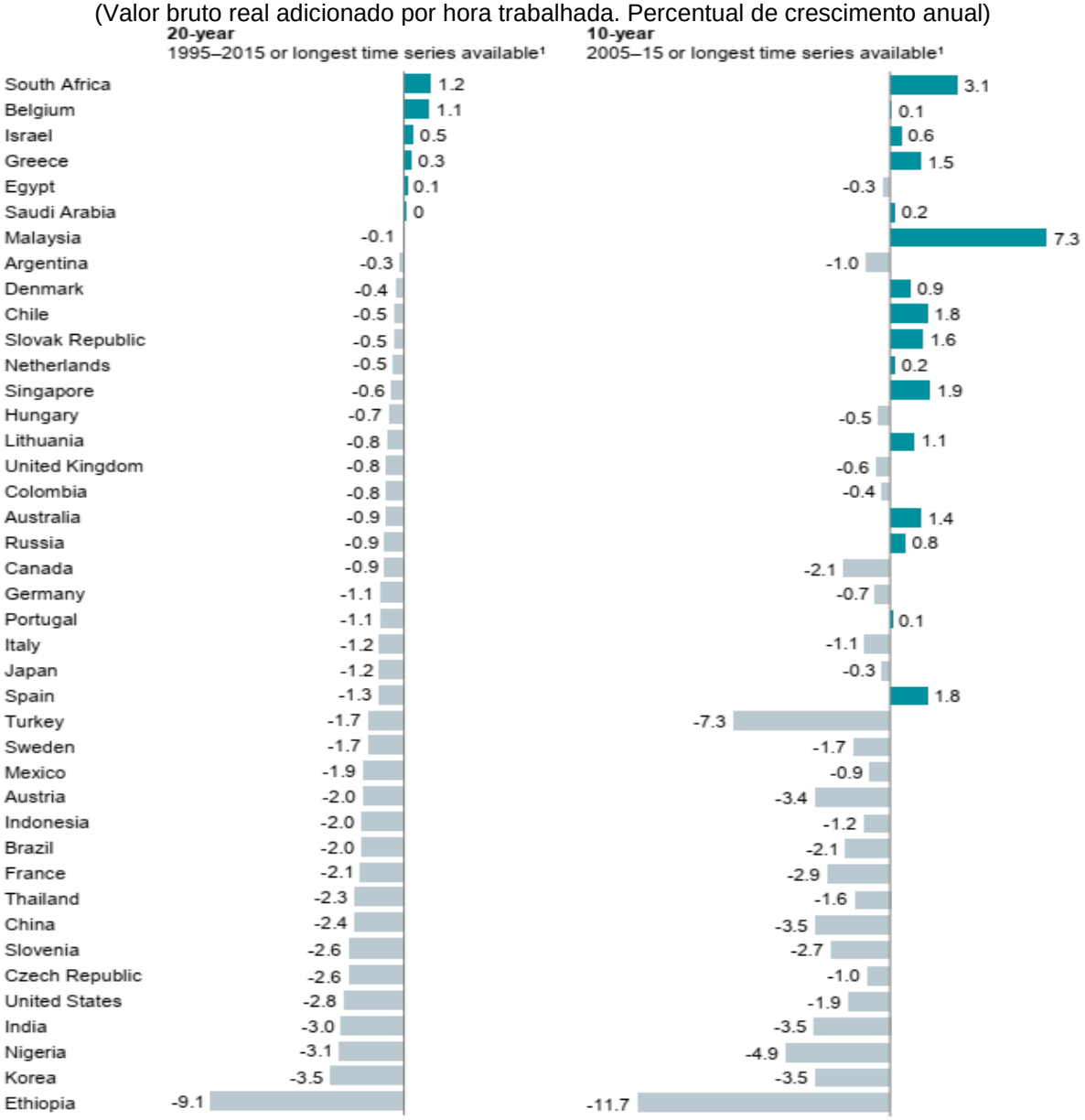
Figura 1 - Digitalização vs Produtividade da Indústria da Construção



Fonte: BARBOSA *et al.* (2017), adaptado pelo Autor (2023).

Ainda segundo a pesquisa da Mckinsey Global Institute, uma análise comparativa, em nível internacional, realizada em 41 países, permitiu mostrar como está a produtividade do trabalho no setor de construção em relação a sua economia total. A Figura 2 apresenta tal distribuição para os anos de 1995 a 2015. Nesta, é possível notar que em 20 anos quase todos os países têm crescimento negativo. Entretanto, em 10 anos, países como Malásia, África do Sul, Singapura, Chile, Espanha, Austrália, República Eslováquia, e Grécia tiveram maior crescimento do índice, seja por melhoria do setor de construção ou queda na economia total (BARBOSA *et al*., 2017).

Figura 2- Diferencial do setor de Construção e produtividade econômica média.
(Valor bruto real adicionado por hora trabalhada. Percentual de crescimento anual)



Fonte: BARBOSA *et al*. (2017).

Para o caso específico da Malásia, país com maior crescimento conforme a Figura 2 anterior, os autores trazem informações detalhadas que este crescimento foi devido a investimentos em tecnologia no setor de Construção Civil.

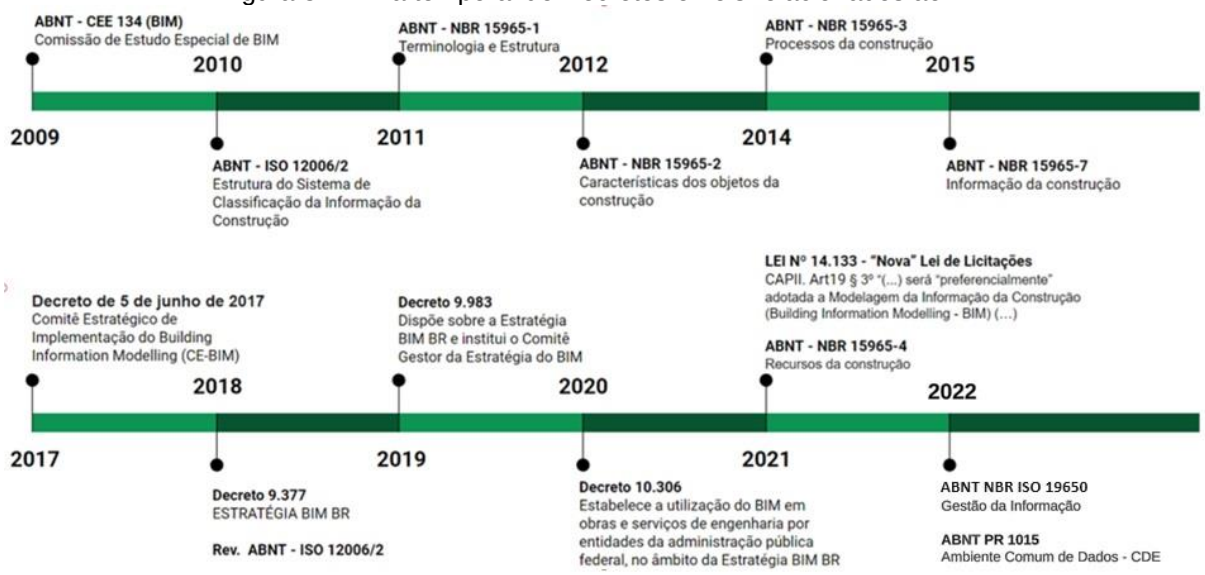
Um dos pontos evidenciados pela pesquisa para o desenvolvimento da Indústria AECO é a digitalização da mesma: através de ações em sete áreas: regulatória; colaboração e contrato; padrões de processos de projeto e engenharia; compras e cadeia de suprimento e gestão; execução *in loco;* capacidade da mão de obra e automação e tecnologia digital. Inserido na tecnologia digital citada, os autores nomeiam os investimentos e adoção do Building Information Modeling (BIM) para planejamento, orçamento e acompanhamento de obras; sobretudo para o setor público (BARBOSA *et al*., 2017).

A Modelagem da Informação da Construção, ou Building Information Modeling (BIM) é um termo que possui várias definições na literatura. Contudo, para esta dissertação, considera-se BIM como "*um conjunto de tecnologias, processos e políticas*" que permitem aos interessados de um empreendimento a projetar, construir e operar uma construção no espaço virtual, de forma colaborativa. (SUCCAR, 2009, p. 1).

A utilização do BIM é uma tendência na Indústria da AECO sendo amplamente utilizado em vários países, entre os quais destacam-se: Estados Unidos, Inglaterra, Finlândia, Espanha e Singapura. Há ainda uma quantidade relativamente grande de países onde o BIM vem se tornando cada vez mais utilizado, como a Nova Zelândia, França, Itália, Perú e Canadá (DA SILVA, 2020b).

No Brasil, algumas empresas já passaram a adotar o BIM em seus processos de trabalho há alguns anos. Em especial no setor público, é possível verificar ações graduais temporais que ocorreram ao longo dos anos, sejam ações estaduais, como nos estados de Santa Catarina, Paraná, Rio Grande do Sul, ou ações no âmbito Federal. Na Figura 3 é possível recuperar um breve histórico dos incentivos Governamentais e Normativos para o BIM no país (DA SILVA, 2020b).

Figura 3 - Linha temporal de Decretos e Leis relacionados ao BIM



Fonte: O autor (2022).

Outras ações, não citadas na Figura 3, fazem parte também do histórico de incentivo governamental para utilização do BIM, como a criação, em 21 de outubro de 2015, da Frente Parlamentar em Defesa da Utilização por Órgãos Governamentais da Tecnologia de Modelagem de Informação da Construção (Frente Parlamentar BIM), com o objetivo de garantir mais eficiência, segurança e redução de custos para a construção civil. Assim como estratégias como cooperação entre Brasil – Reino Unido, contando com a experiência internacional de case de sucesso em implementação BIM, assinada em 2016 (SINDUSCON-SP, 2016).

Estes incentivos se intensificaram formalmente em 2017, quando foi instituído o Comitê Estratégico de Implementação do Building Information Modelling – CE-BIM, que foi renovado posteriormente e se estende até os dias atuais (BRASIL, 2017a; 2019).

1.1.1 Motivações e interesses do pesquisador

A motivação do pesquisador pelo desenvolvimento desta dissertação permeia a experiência própria como profissional projetista e mantenedor em uma empresa pública; acrescentando-se a isto, esta pesquisa poderá contribuir socialmente por meio dos ganhos potenciais da adoção BIM no setor público brasileiro.

Como profissional, este autor possui experiência em manutenção de infraestrutura metroferroviária e projetos de edificações, experienciando uma implementação BIM,

não estruturada conceitualmente, em uma empresa pública que desenvolve projetos multidisciplinares e contrata obras e serviços de arquitetura e engenharia.

Como cidadão, o autor desta pesquisa tem a percepção da necessidade da inovação tecnológica e melhorias para a Indústria da Construção Civil no Brasil, setor com impacto social e econômico em nível nacional. Para absorver tais mudanças tecnológicas faz-se necessário ações, principalmente no tocante a: Governança Pública, integração e regulamentação multidisciplinar, gestão de informação, contratações públicas, cadeia de suprimentos e compras, e requalificação da mão-de-obra do país.

1.2 Justificativa da pesquisa

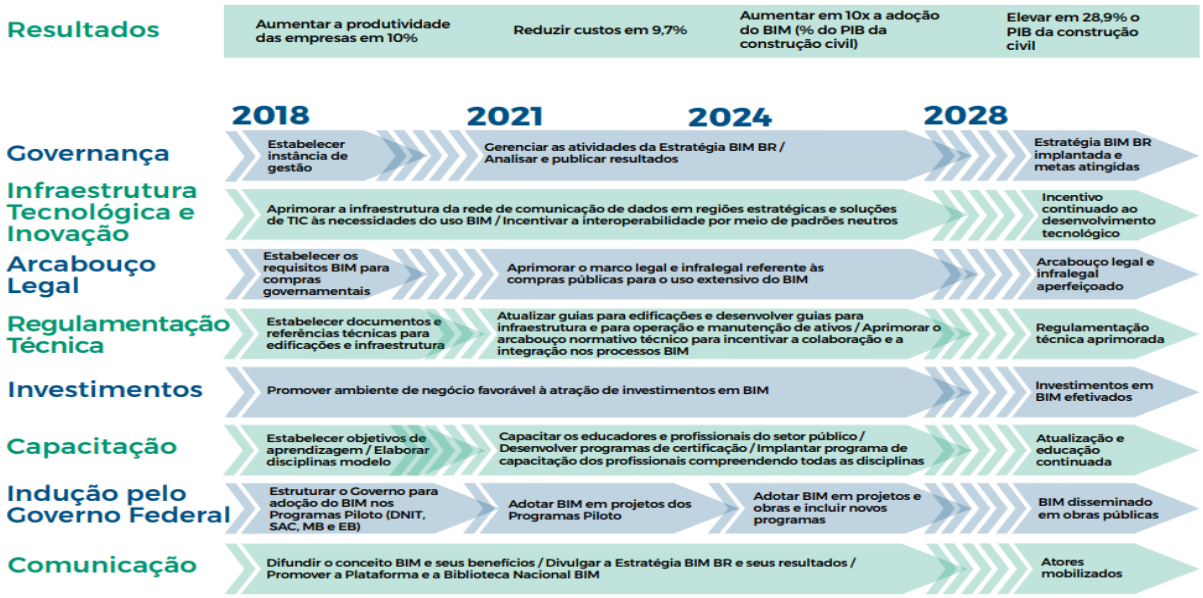
A justificativa da emergente necessidade de utilização do BIM no Brasil, está na economia de tempo e de recursos financeiros trazidos por este. Especificamente no setor público, é sabido que muito se gasta em aditivos contratuais de prazos e de tempo (TCU, 2018). Segundo pesquisas, os principais gastos se dão devido a erros de representação de projetos; projetos incompletos ou sem detalhamento suficiente; e erros de quantificação e orçamentação (DA SILVA; BRANDSTETTER; DIAS, 2017; IBRAOP, 2018.; BRANDSTETTER; RIBEIRO, 2020; LIMA; DOS REIS, 2019.)

Especificamente quanto às ações do governo federal brasileiro, houve o lançamento da Estratégia BIM BR, que definiu metas a serem alcançadas em redução de custos, aumento da produtividade do setor da AECO e elevação do PIB da Construção Civil, conforme a Figura 4. Nesta, é possível verificar que o Governo Federal propõe objetivos temporais entre 2018 e 2028, almejando no final deste período alcançar as metas desejadas: aumento de produtividade do setor em 10%; redução de custos em 9,7%; aumento da adoção do BIM em 10 vezes (percentualmente ao PIB da Construção Civil) e aumento de 28,9% do PIB do setor. Para tanto, a Estratégia BIM BR define passos graduais a serem seguidos nas áreas de Governança; Infraestrutura Tecnológica e Inovação; Arcabouço Legal; Regulamentação Técnica; Investimentos; Capacitação; Indução pelo Governo Federal e Comunicação e Divulgação (BRASIL, 2019; ABDI, 2017).

Adicionalmente, é importante refletir que uma implementação BIM é um processo único para cada empresa e cada setor, principalmente no que tange à administração

pública. Estas nem sempre dispõe de orçamentos previstos para investimentos em consultorias externas, nem em infraestrutura para melhorias de seus processos.

Figura 4 - Roadmap da Estratégia BIM BR



Fonte: ABDI (2017).

Atualmente, há em vigor algumas leis que vêm subsidiar a administração pública quanto à legitimidade e justificativa legal de uma Implementação BIM. Em especial a sequência de Decretos citadas na linha do tempo da Figura 3. Em suma, a cronologia destes Decretos Federais em torno da Estratégia BIM BR foram (BRASIL, 2017a, 2018, 2019, 2020):

- 2017: Decreto de 5 de junho de 2017 - Institui o Comitê Estratégico de Implementação do Building Information Modelling.
- 2018: Decreto nº 9.377 de 17 de maio de 2018 - Institui a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling [Estratégia BIM BR].
- 2019: 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 (reedição do Decreto 9.983, de 22 agosto de 2019, alterando a composição do Comitê Gestor devido à fusão de ministérios)
- 2020: Decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020 - Estabelece a utilização do Building Information Modelling na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, no âmbito da Estratégia Nacional de

Disseminação do Building Information Modelling - Estratégia BIM BR, instituída pelo Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019.

Embora ainda haja alguma confusão no mercado AECO se a Estratégia BIM BR passa a exigir obrigatoriedade da adoção do BIM em todas as organizações da administração pública (NERIS, 2021), o referido Decreto de 2020 deixa claro que:

> Art. 2º Ficam vinculados às ações de disseminação do BIM previstas neste Decreto:
>
> I - Ministério da Defesa, por meio das atividades executadas
>
> nos imóveis jurisdicionados ao Exército Brasileiro, à Marinha do Brasil e à Força Aérea Brasileira; e
>
> II - Ministério da Infraestrutura, por meio das atividades coordenadas e executadas:
>
> a) pela Secretaria Nacional de Aviação Civil, para investimentos em aeroportos regionais; e
>
> b) pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT, para reforço e reabilitação estrutural de obras de arte especiais. (BRASIL, 2020).

Contudo, o parágrafo único seguinte reitera que embora não seja obrigatório para todos os órgãos públicos, aqueles que desejarem implementar e utilizar BIM, poderão seguir o disposto no referido decreto:

> Parágrafo único. Os órgãos e as entidades da administração pública federal não referidos no caput poderão adotar as ações de implementação do BIM nos termos do disposto neste Decreto, independentemente da finalidade do uso do BIM, prevista ou não neste Decreto, em quaisquer das fases do art. 4º. (BRASIL, 2020).

No trecho acima, as fases do art. 4º, do Decreto Nº 10.306, de 2020 referem-se às metas escalonadas visando a implantação do BIM desde a fase de projetos até o pós-obra, conforme o que segue:

- Primeira Fase: A partir de 1º de Janeiro de 2021, uso do BIM para elaboração de projetos de arquitetura e engenharia, quantitativos e documentação gráfica, e detecção de interferências físicas e funcionais entre modelos das disciplinas;
- Segunda Fase: A partir de 1º de Janeiro de 2024, no acompanhamento de obras e elaboração de orçamentos; e “atualização do modelo e de suas informações como construído (as built), para obras cujos projetos de arquitetura e engenharia tenham sido realizados ou executados com aplicação do BIM”;
- Terceira Fase: A partir de 1º de Janeiro de 2028, utilização do BIM desde o projeto, obra, até o pós-obra: “o gerenciamento e a manutenção do

> empreendimento após a sua construção, cujos projetos de arquitetura e engenharia e cujas obras tenham sido desenvolvidos ou executados com aplicação do BIM".

Adicionalmente ao Decreto citado, novos instrumentos governamentais vêm corroborar com a utilização do BIM, a exemplo da nova lei de licitações para a Administração Pública Direta, Lei Nº 14.133 de 2021, que substitui a Lei Nº 8.666 de 1993, e que cita diretamente a utilização do BIM como modelo "preferencial" das licitações de obras e serviços de engenharia e arquitetura (BRASIL, 2021).

Pelo exposto, é notável que os órgãos públicos que desejam aplicar a determinação da legislação e dos decretos, e tentar alcançar as fases citadas, necessitam de diretrizes técnicas de especialistas para que possam conduzir uma implementação BIM, seja através de contratação externa ou interna, que seja adequada aos seus processos, tecnologias e políticas empresariais. E, embora não estejam nomeadas na obrigatoriedade do referido Art. 2º, e não recebam investimento financeiro para tal, podem seguir as metas e definições propostas, conforme parágrafo único Decreto de 2020, já descrito.

Assim, ainda que órgãos possam optar por uma implementação BIM interna, visando uma opção para redução de custos, é natural que esta aconteça de forma mais gradual e seja suscetível a estratégias de "erro e acerto", gerando uma demanda ainda maior por estratégias, técnicas e diretrizes de implementação BIM apoiadas em conceitos e métodos científicos.

Com esta contextualização acerca do BIM no setor público brasileiro em mente, o autor desta dissertação analisa a situação bibliométrica sobre implementação BIM no mundo e no Brasil, a fim de se mapear conceitos e propor modelos e um método para que o BIM seja adotado pela administração pública, assim como o levantamento de legislações acerca do tema no país, levantando principais dificuldades culturais, tecnológicas e legislação acerca da implementação BIM na administração pública brasileira.

1.2.1 Caracterização das perguntas da pesquisa

Conforme o supracitado, esta pesquisa pretende responder os seguintes questionamentos:

a) Que estratégias existentes na literatura podem auxiliar na implementação BIM em empresas do setor público, na etapa de projetos multidisciplinares?
b) Quais características, desafios e benefícios são inerentes ao BIM para o setor público brasileiro?
c) Como realizar uma Implementação do BIM de maneira adequada à administração pública brasileira?

1.3 Objetivo

Diante da justificativa da importância de implementação BIM e tentando responder alguns dos questionamentos apresentados acima, esta dissertação de mestrado tem como objetivo geral propor um guia para implementação BIM na administração pública brasileira, baseado na adoção da ABNT NBR ISO 19650 e tendo como foco a etapa de desenvolvimento de projetos.

1.3.1 Objetivos específicos

Para alcançar o objetivo geral proposto acima, esta pesquisa será subdividida nos seguintes objetivos específicos:

a) Identificar e estruturar as principais características da implementação do BIM no setor público, em âmbito mundial e nacional, mapeando conceitos (constructos) e fatores críticos de sucesso através de revisão da literatura;
b) Identificar o relacionamento entre os conceitos mapeados, os fatores críticos de sucesso para uma implementação e as especificações da norma ABNT NBR ISO 19650, utilizando-a como modelo para a pesquisa.
c) Propor um fluxo de implementação, com prescrição de passos, através da utilização dos conceitos identificados, do modelo gerenciamento da ABNT NBR ISO 19650, que permitam direcionar uma implementação BIM na Administração Pública Brasileira.
d) Avaliar a estrutura teórica do guia através da opinião de alguns profissionais de empresas públicas, das esferas federal, estadual e municipal, permitindo a validação ou ajuste do guia proposto;

1.4 A Estrutura da Dissertação

A dissertação está construída em 6 capítulos, mais referências bibliográficas e apêndices, conforme explicado a seguir.

Capítulo 1 – INTRODUÇÃO

Apresenta a contextualização da pesquisa contemplando a justificativa a nível mundial e nacional para o tema, o problema, os objetivos e a estrutura da dissertação.

Capítulo 2 – ABORDAGEM METODOLÓGICA

Abrange a apresentação do método a ser usado na pesquisa, que é o *Design Science Research* (DSR), bem como, a sua adequação à esta pesquisa, dividida conforme o Quadro 1 a seguir:

Quadro 1 - Relação entre a Design Science Research e Estrutura da Dissertação

Etapas da DSR	***Capítulo(s) da Dissertação***
Conscientizar	Cap. 1 - INTRODUÇÃO
	Cap. 3 – REVISÃO DA LITERATURA
Sugerir	Cap. 4 – PROPOSIÇÃO E ESTRUTURAÇÃO TEÓRICA DO GUIA
Desenvolver	
Avaliar	Cap. 5 – AVALIAÇÃO DO GUIA
Concluir	Cap. 6 – CONCLUSÕES

Fonte: O autor (2022).

Neste capítulo há ainda a explanação de quais fontes bibliográficas foram utilizadas para definição dos constructos e modelos utilizados na pesquisa para a construção do método.

Capítulo 3 – REVISÃO DA LITERATURA

Engloba a *Conscientização* da pesquisa. Neste capítulo estão as revisões sistemáticas da literatura, internacional e nacional, e revisão da literatura relacionada à legislação nacional voltada para o BIM na administração pública. Nesta etapa são identificadas as principais estratégias nacionais e internacionais para Implementação BIM.

Capítulo 4 – PROPOSIÇÃO E ESTRUTURAÇÃO TEÓRICA DO GUIA

Apresenta a *Sugestão* da pesquisa, através da proposição do guia de implementação BIM na etapa de desenvolvimento de projetos na Administração Pública Brasileira. O capítulo apresenta como ocorreu o *Desenvolvimento* dos conceitos iniciais

encontrados na literatura até chegarem na construção da proposição final (método proposto - que é o guia), apresentando relacionamentos e passos entre tais conceitos.

Capítulo 5 – AVALIAÇÃO DO GUIA

Apresenta a Avaliação da estrutura conceitual da pesquisa, através de apresentação e coleta de opinião em empresas da administração pública federal, estadual e municipal. Trazendo a opinião profissional de funcionários e empregados públicos acerca do guia proposto

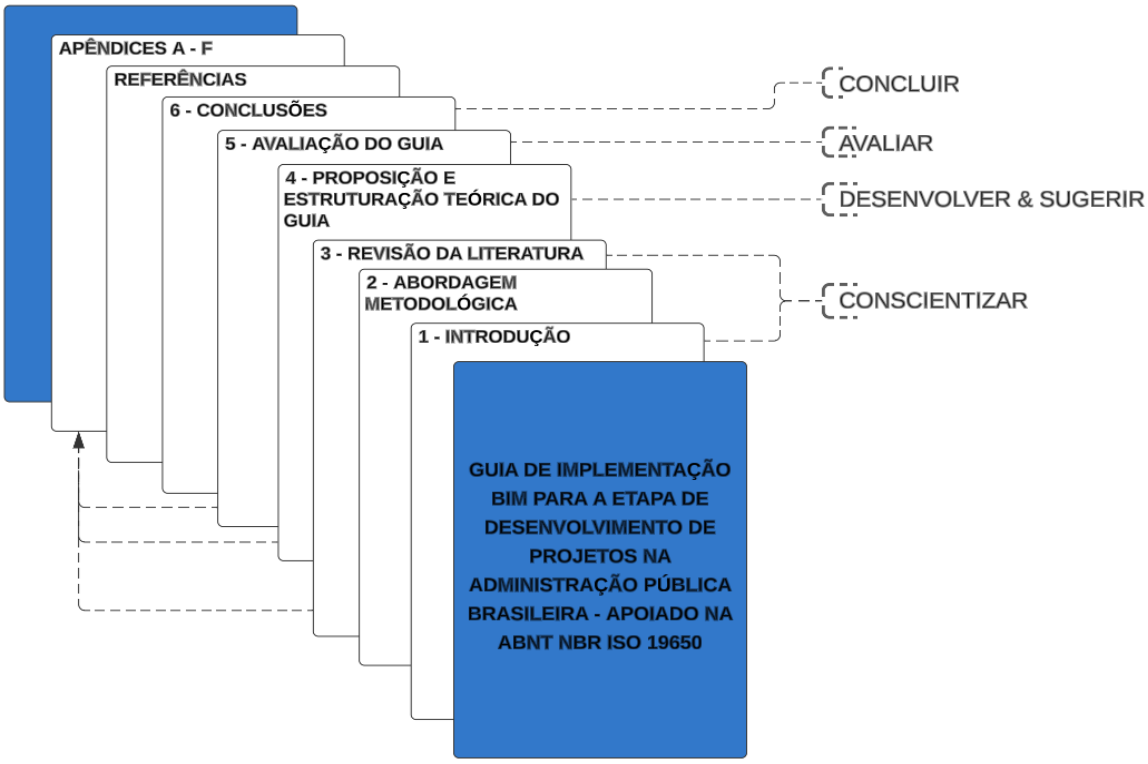
Capítulo 6 – CONCLUSÕES

Abarca as considerações teóricas e práticas da pesquisa, assim como suas limitações, os problemas enfrentados e as propostas de trabalhos futuros.

Há ainda um tópico **REFERÊNCIAS** e 6 (seis) seções com os **APÊNDICES** desenvolvidos durante a pesquisa.

A Figura 5 a seguir apresenta um esquema da estrutura da dissertação e a permeabilidade da metodologia do *Design Science Research*.

Figura 5 - Estrutura da Dissertação



Fonte: O autor (2022).

2 ABORDAGEM METODOLÓGICA

Neste capítulo está apresentada a classificação da pesquisa do ponto de vista científico, mostrando também esta foi desenvolvida, por meio do detalhamento da abordagem metodológica e das técnicas para se alcançar os objetivos apresentados. Bem como do método que foi aplicado para a validação da proposta teórica da dissertação.

Quanto à sua natureza esta pesquisa classifica-se como uma “pesquisa aplicada”, uma vez que “objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos”. Envolvendo “verdades e interesses locais” (PRODANOV e FREITAS, 2013. p. 51).

Do ponto de vista dos objetivos, trata-se de uma pesquisa exploratória, pois “tem como finalidade proporcionar mais informações sobre o assunto” investigado, permitindo assim “facilitar a delimitação do tema da pesquisa; orientar a fixação dos objetivos e a formulação das hipóteses ou descobrir um novo tipo de enfoque para o assunto” (PRODANOV e FREITAS, 2013. p. 52).

Quanto aos procedimentos técnicos, ou seja, a “maneira pela qual se obtém os dados necessários para a elaboração da pesquisa” trata-se de uma pesquisa bibliográfica, documental. Já quanto à abordagem, classifica-se como uma pesquisa qualitativa, descritiva. (PRODANOV e FREITAS, 2013. p. 54).

O delineamento da pesquisa, para se alcançar os objetivos esperados, foi conduzido por meio do método *Design Science Research* (DSR), que possui etapas bem estabelecidas. Este método (“guarda-chuva”) permite a utilização de outros métodos e técnicas específicas em cada uma de suas etapas, conforme será detalhado ao longo deste capítulo.

2.1 Design Science Research (DSR)

A Design Science Research (DSR), é um método de pesquisa derivado da engenharia de produção que busca desenvolver um Artefato (LACERDA *et al*., 2012). Este consiste em um produto prescritivo, visando a melhoria dos processos avaliados. A DSR se alinha à esta pesquisa pois possui etapas que se assemelham àquelas de

uma pesquisa hipotético-dedutiva: Problematização, Modelo Teórico, Deduções e Hipóteses, Testes e Conclusões.

Segundo Lacerda *et al.* (2012), a Design Science Research diferencia-se de um Estudo de caso e de uma Pesquisa-ação tradicional. Segundo os autores, o Estudo de Caso visa explicar um fenômeno social complexo, coletando e analisando dados e gerando explicações e hipóteses. A pesquisa-ação, por sua vez, visa contribuir para a ciência e para a resolução de problemas práticos, com foco na utilidade do caso particular em observação, sendo a avaliação apenas um confronto com a teoria. Já na **Design Science Research** a avaliação dos resultados se dá por aplicações, simulações ou experimentos (pesquisas laboratoriais) sendo a implementação desobrigada de continuidade, porém prescritiva, permitindo replicabilidade. Tais características levam à escolha do método para a condução da pesquisa, uma vez que as hipóteses teóricas serão avaliadas em prescrições, aplicações e experimentos no processo de projeto de uma instituição pública, com verificação da possibilidade de reprodutibilidade.

O produto da DSR é a confecção de um artefato, que deverá ser avaliado e validado (LACERDA *et al.*, 2012). Este produto possui um significado definido, sendo caracterizado por um objetivo, um caráter e o meio no qual foi utilizado. Estes artefatos podem ser caracterizados da seguinte forma (MARCH; SMITH, 1995):

- Constructos: formam o vocabulário de um domínio. Caracterizam uma conceituação utilizada para descrever problemas dentro do domínio pesquisado, especificando suas soluções.
- Modelos: é um conjunto de proposições que expressam o relacionamento entre os constructos. Em atividades de design, seriam o conjunto problema e solução. Os modelos podem ser vistos como descrições ou representações de como as coisas funcionam.
- Métodos: é um conjunto de passos usado para executar uma tarefa. Para tanto, baseiam-se em um conjunto de constructos relacionados (linguagem) e uma representação (modelo) em um domínio de soluções. Os métodos podem ser relacionados aos modelos, nos quais os passos de método utilizam partes do modelo.
- Instanciações: é uma concretização de um artefato em seu ambiente e servem para demonstrar a viabilidade e a eficácia dos modelos e métodos que elas

contemplam. As instanciações operacionalizam constructos, modelos e métodos, porém, na prática, podem preceder a articulação completa deles (instanciações parciais).

Para se alcançar o desenvolvimento do artefato desejado, a construção da DSR é feita por etapas, conforme a seguir.

a) Conscientização: etapa que visa compreender a problematização da pesquisa, seus questionamentos e particularidades. É nesta etapa onde se insere a revisão da literatura, que no caso da específico desta dissertação, foi realizada através de uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL).
b) Sugestão: etapa que engloba a síntese e os resultados da revisão da literatura, que auxiliam no esboço do método.
c) Desenvolvimento: contempla a proposta do artefato em si, no caso desta dissertação, um método nomeado como Guia de Implementação BIM na Administração Pública brasileira.
d) Avaliação: etapa em que o artefato proposto é avaliado, a fim de se verificar a adequação do mesmo a algum critério desejado.
e) Conclusões: etapa síntese, onde se discorre sobre os resultados da avaliação do artefato e da sua proposta em si. Permitindo verificar se este é válido ou não, assim como suas limitações ou possibilidades de melhorias.

O Quadro 2 sintetiza estas etapas, apresentando os respectivos métodos e técnicas que se apoiam na DSR. A Revisão Sistemática de Literatura (RSL), apresentada mais adiante, faz parte da etapa de Conscientização e também da Sugestão da DSR. Já a avaliação do artefato, é explorada posteriormente no Capítulo 5.

Quadro 2 - Relação de etapas da DSR com a estrutura da dissertação

<table>
<tr><th>Etapas DSR</th><th>Capítulo(s) da Dissertação</th><th>Métodos e Técnicas</th></tr>
<tr><td>Conscientizar</td><td>Cap. 3 - REVISÃO DA LITERATURA</td><td rowspan="2">RSL</td></tr>
<tr><td>Sugerir</td><td rowspan="2">Cap. 4 - PROPOSIÇÃO E ESTRUTURAÇÃO TEÓRICA DO ARTEFATO</td></tr>
<tr><td>Desenvolver</td><td>Revisão Documental; Fluxograma de Processo;</td></tr>
<tr><td>Avaliar</td><td>Cap. 6 – AVALIAÇÃO, RESULTADOS E DISCUSSÕES</td><td>Avaliação do GUIA por potenciais usuários</td></tr>
<tr><td>Concluir</td><td colspan="2">Cap. 7 – CONCLUSÕES</td></tr>
</table>

Fonte: O autor (2022).

A estas da DSR supracitadas e também apresentas no Quadro 2 servirão para sumarizar este capítulo, assim sendo, os próximos itens irão tratar sobre cada uma delas.

2.1.1 Conscientização e Sugestão: Revisão Sistemática da Literatura (RSL)

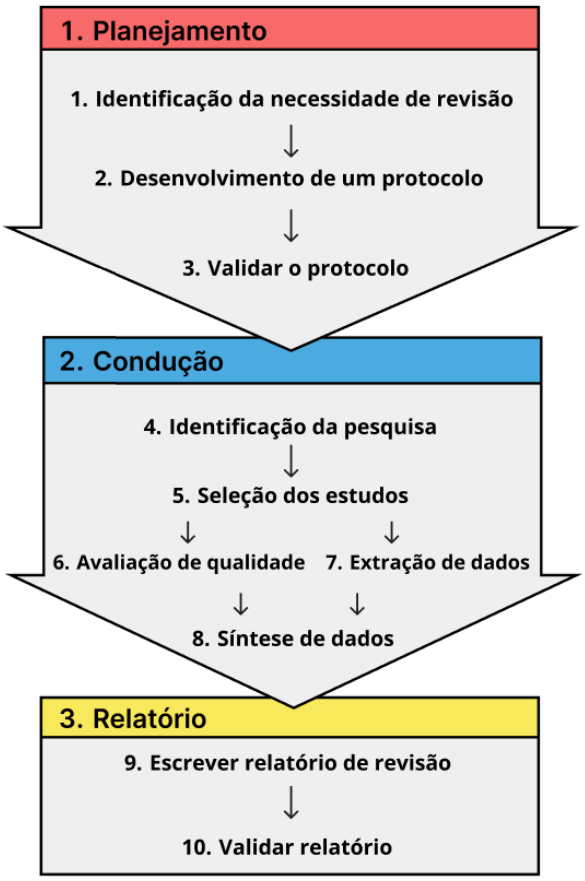
Este tópico engloba as etapas de Conscientização e Sugestão da DSR. A primeira tem como objetivo caracterizar a pesquisa e trazer alguns conceitos mapeados da literatura. Já a Sugestão traz uma síntese e os resultados desta revisão da literatura, com a identificação das principais contribuições e referências que servem de embasamento para a pesquisa. Ao longo do trabalho a Sugestão se inicia com a DSR e está contida ao longo do texto do capítulo de proposição do artefato.

A RSL é um método de pesquisa, com passos e procedimentos a serem seguidos sistematicamente, que documenta o processo de busca, de início ao fim, permitindo sua reprodutibilidade (MARSHALL; BRERETON; KITCHENHAM, 2014).

Como resultado a RSL permite a realização de um estudo estatístico bibliométrico, assim como o mapeamento sistematizado e organizado das principais pesquisas, autores e palavra chaves a cerca de um conjunto de palavras pesquisado. Segundo Marshall, Brereton e Kitchenham (2014), a RSL deve ser conduzida em um fluxo de processos dividido em Planejamento; Condução e Relatório, conforme a Figura 6.

No planejamento deverá ser definido e validado o protocolo de busca, a definição das palavras chaves de pesquisa (“strings de busca”), e das bases de dados para pesquisa. Na condução deverá ser realizada a triagem, através de critérios de qualidade e aceitação e extração de dados, estes, baseados no protocolo definido. E na fase de Relatório os resultados da RSL deverão ser redigidos.

Figura 6- Condução de uma Revisão Sistemática da Literatura



Fonte: Adaptado de MARSHALL; BRERETON; KITCHENHAM (2014)

Para a definição do protocolo de busca, se tomou como base o protocolo PRISMA (2021), que possui definição de fluxos de processos a ser seguido para inclusão ou exclusão de pesquisas em Revisões Sistemáticas da Literatura, por meio de critérios de triagem e elegibilidade, com o devido registro das quantidades ao longo do processo.

Utilizando-se deste protocolo como base, foi realizada uma adaptação para a pesquisa em questão por meio da criação de alguns critérios de triagem e elegibilidade de interesse desta pesquisa, assim como a adoção de palavras chaves e escolha de base de dados. Esses parâmetros variaram para a realização de duas Revisões Sistemáticas: uma RSL internacional e uma RSL nacional. Os Quadros 3 e 4 a seguir sintetizam o protocolo adotado em na RSL internacional e nacional, respectivamente.

O detalhamento de como foi feita a escolha das palavras de busca, das bases de pesquisa, assim como os resultados estatísticos de cada uma delas está apresentado no APÊNDICE A - Revisão Sistemática da Literatura (RSL) Internacional e no APÊNDICE B - Revisão Sistemática da Literatura (RSL) Nacional. Nestes Apêndices

também é possível recuperar alguns gráficos e figuras desenvolvidos a partir de uma análise estatística bibliométrica, acompanhados de breves discussões sobre cada um.

Quadro 3 - Protocolo de Busca RSL Internacional

Base de Dados	CUMINCAD	Engineering Village	SCOPUS	Web of Science
Campos de Busca	Anywhere	Subject/Title/Abstract	Title-Abs-Key	Anywhere
Linguagem	Filtro não disponível	English; Spanish	English; Spanish	English; Spanish
Disponíveis para Extração[1]	37	820	202	397
Total Baixados	1456			
Critérios de Triagem	A. Remoção de duplicatas; B. Remoção de prólogos de revistas e congressos;			
Total após Triagem	1037			
Critérios de Elegibilidade	A. Exclusão de artigos que citam BIM, mas não focam neste tema; B. Exclusão de artigos sobre Implementação de BIM no ensino, ou ensino de BIM, (Exceção: artigos sobre treinamento e educação empresarial foram mantidos) C. Exclusão de artigos focados apenas em um único USO BIM. D. Exclusão de artigos sobre implementações BIM que são focados em uma única área ou disciplina. (Exceção: casos de implementações em edifícios públicos); E. Exclusão de artigos que estão focados unicamente no setor privado. (Exceção: foram mantidos os artigos que não definiram, explicitamente, o objeto de estudo como sendo privado); F. Exclusão de artigos que não possuem a versão completa disponível para download, dentre qualquer uma das formas verificadas a seguir: a. Download gratuito; b. Download em outras bases de dados além das buscadas inicialmente; c. Download em bases de dados com acesso pelo periódico capes, através do sistema CAF-e pela UFPE.			
Total após Elegibilidade	324			
[1] Na base CUMINCAD foram encontrados 39 resultados de busca, porém apenas 37 estavam disponíveis para extração de informações				
Considerações Adicionais: a) A pesquisa foi registrada na data de 10/05/2022. b) Não houve critérios de recorte temporal; c) Não houve recorte por critério de qualidade de publicação ou autor;				

Fonte: O autor (2022).

Quadro 4 - Protocolo de Busca RSL Nacional

Base de dados		Resultados da busca	Após triagem
Revistas	Ambiente Construído	18	13
	Gestão & Projetos	21	20
	PARC	19	17
	Cadernos de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo	1	0
	Demais Revistas (Ver Apêndice A)	0	0
Teses e Dissertações	CAPES	23	19
Conferências (ANTAC)	SBTIC (2019, 2021)	29	29
	ENTAC (2018, 2020)	22	21
	SINGEURB (2017, 2019, 2021)	0	0
	SISPRED (2019, 2021)	1	1
	SIBRAGEC (2019, 2021)	8	8
	TECSIC (2019, 2021)	0	0
TOTAL		142	128
Critérios de Triagem	A. Remoção de duplicatas B. Remoção de itens sem arquivo completo disponível a. disponível no portal sucupira da capes; b. disponível em outros portais ou sites; C. Remoção de prólogos de revistas e congressos;		
Critérios de Elegibilidade	A. Retirados de artigos que não citam BIM, ou citam, mas não focam neste tema; B. Retirada de artigos sobre Implementação de BIM no ensino, ou ensino de BIM, (contudo, artigos sobre treinamento e educação empresarial foram mantidos) C. Exclusão de artigos que estão focados apenas no setor privado. (Exceção: artigos que citam o setor privado e público foram mantidos; assim como os artigos que não definiram, explicitamente, o objeto de estudo como sendo privado);		
TOTAL APÓS A ELEGIBILIDADE	81		
Considerações Adicionais: a) A pesquisa foi registrada nas seguintes datas: o Teses e Dissertações da CAPES, dia 06/06/2021; o Revistas, dia 26/05/2022. o Conferências da ANTAC, dia 03/07/2022. b) Para as Teses e Dissertações e Revistas não houve critérios de recorte temporal;			

Fonte: O autor (2022).

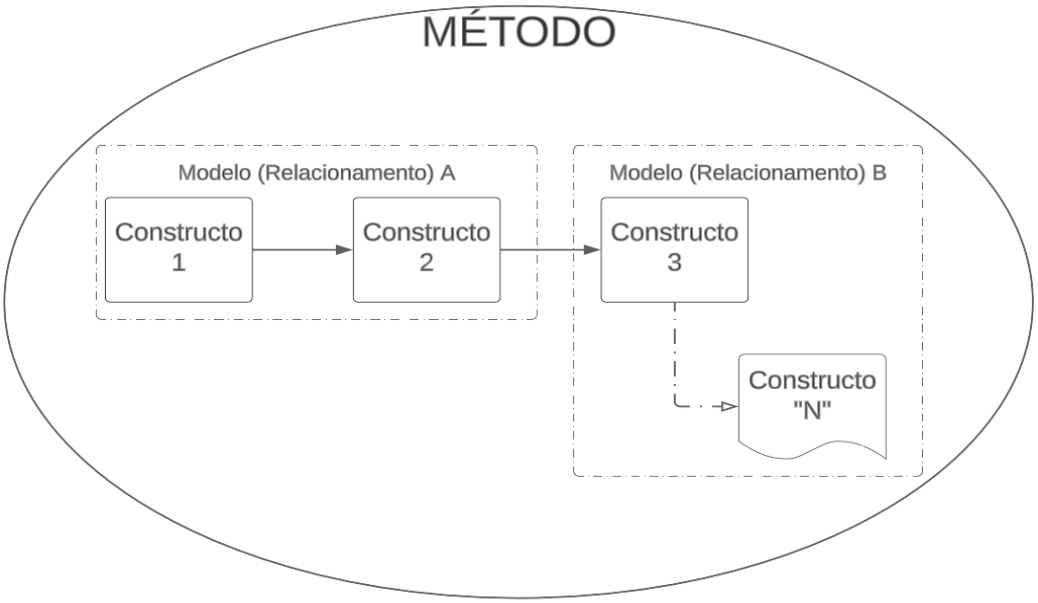
Após a RSL, foi realizada uma etapa de pesquisa menos sistemática, de forma mais livre, conhecida como “Bola de Neve” (Snowballing), técnica de pesquisa livre e não probabilística nem sistemática, que utiliza cadeias de referências, através da qual busca-se as principais referências dos artigos encontrados na RSL, e, com isso, aprofunda-se na pesquisa dos principais autores ou principais contribuições encontradas (VINUTO, 2014). Com esta técnica é possível encontrar novos autores e novas contribuições que porventura não foram mapeadas na RSL, encontrando pesquisas mais difíceis de serem acessadas ou estudadas (VINUTO, 2014).

2.1.2 Desenvolvimento: o artefato da dissertação

O artefato desta pesquisa fornece um “método” (aqui, o termo “método” refere-se à terminologia utilizada no DSR), a partir do mapeamento de modelos e constructos já existentes na literatura, que permitam definir passos a serem executados para uma efetiva implementação BIM. Este “método”, será aqui chamado de “**Guia**”. Uma vez que se entende que o mesmo poderá ser aplicado de forma distinta e personalizada, a depender da situação ao qual se insere.

O “**Guia”** proposto será apresentado em forma gráfica, baseado em um fluxograma (“método”), com os devidos fluxos de relacionamentos (“modelo”) e os conceitos em cada caixa (“constructos”). Esta linguagem pode ser traduzida através do esquema apresentado na Figura 7.

Figura 7 - Linguagem de relacionamento entre constructos, para formação dos modelos e método



Fonte: O autor (2023).

Para uma avaliação mais detalhada, e poder servir como uma ferramenta de utilização comum e didática, o **Guia** proposto será também representado em forma de planilha, baseado em uma matriz que visa facilitar sua aplicabilidade em organizações públicas. Esta planilha está apresentada no APÊNDICE E – Guia de Implementação BIM em formato tabular, adicionalmente, há uma versão online disponível para visualização, comentários e download por meio de link disponibilizado no referido apêndice.

Neste formato de apresentação tabular dos construtos, é possível ainda identificar as referências bibliográficas que baseiam os mesmos, que servem de consulta de aprofundamento para aqueles que forem utilizar o Guia.

Já os **modelos**, estes foram mapeados por meio dos relacionamentos genéricos entre os constructos, baseados na ISO 19650 e nas referências bibliográficas identificadas para cada constructo. Conforme explicado no capítulo 4.

O método contém os passos para utilização dos modelos. Neste será definido quais serão as informações necessárias, as referências de consultas, o sequenciamento de constructos e quais serão as informações de saída, ou entregáveis (*outputs*).

2.1.3 Avaliação

Para avaliação do Guia proposto, será realizada uma apresentação deste artefato em duas instituições públicas federais, uma estadual e uma municipal. A avaliação, mesmo que ainda preliminar, permitirá verificar possíveis falhas no modelo proposto e, descritivamente, mostrar os argumentos a respeito da utilidade do artefato (HEVNER *et al.*, 2004).

Após a apresentação do Guia um questionário foi compartilhado com os envolvidos, que puderam acessa-lo via link online, garantindo o anonimato desde a coleta das respostas até a leitura dos resultados (Ver APÊNDICE F – Protocolo de avaliação do Guia).

O processo de avaliação constitui-se do uso de um método baseado em pesquisa de opinião pública. Através de consulta escrita de caráter pontual, realizada por meio de questionário detalhado no APÊNDICE F – Protocolo de avaliação do Guia proposto. Neste, o participante é convidado a expressar sua avaliação ou o sentido que atribui ao objeto avaliado, tendo como único propósito descrever a valoração que o participante atribui ao objeto de consulta. Sem que haja qualquer possibilidade de identificação de participantes pelo pesquisador, desde o momento da coleta de dados, garantindo seu anonimato.

Esta configuração de pesquisa se enquadra como pesquisa de opinião pública.

> *“pesquisa de opinião pública: consulta verbal ou escrita de caráter pontual, realizada por meio de metodologia específica,*

> *através da qual o participante é convidado a expressar sua preferência, avaliação ou o sentido que atribui a temas, atuação de pessoas e organizações, ou a produtos e serviços; sem possibilidade de identificação do participante." (CNS, 2016, Art.2º, p. 3).*

E, conforme o Manual do pesquisador da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE (CEP UFPE, 2021, p. 4), este é um tipo de pesquisa em que *não é necessária* a apreciação do Conselho de Ética em Pesquisa envolvendo seres humanos (CEP) da UFPE.

As questões direcionadoras são uma mescla entre perguntas fechadas, com avaliação de 1 (um) a 5 (cinco), visando facilitar o processo de respostas, assim como perguntas abertas, visando dar oportunidade aos participantes de contribuírem de forma mais ampla e subjetiva com a pesquisa. A estruturação das perguntas ocorreu inicialmente restringindo um **público alvo** para funcionários da administração pública que assistiram à apresentação presencial da proposta do guia nas respectivas instituições. Em seguida foram apresentadas questões sobre a **viabilidade** e **versatilidade** do Guia proposto, conforme detalhado a seguir.

- **Viabilidade**:

Neste item o método deverá ser avaliado quanto à sua facilidade de utilização e adequação às instituições públicas. Deverá ser verificado o formato do artefato, fluxograma e planilha, e sua aplicabilidade quanto à necessidade de suporte técnico durante aplicação ou autonomia dos usuários e adequação às normas existentes.

Adicionalmente, verificar se sua utilização é vista como importante e útil para as equipes de empresas públicas, ou se pode ser dispensável frente a outros métodos ou conhecimentos já existentes no mercado e academia sobre implementação BIM.

- **Versatilidade**:

Neste quesito, o método deverá ser avaliado quanto à versatilidade de empresas públicas existentes. Visando assim verificar sua aplicação em distintas modalidades na Administração Pública Direta e Indireta: autarquias, empresas públicas, sociedade de economia mista, fundações. Seja em âmbito federal, estadual ou municipal.

Também será necessário verificar a versatilidade da aplicação do método quanto ao fluxo de trabalho das equipes em relação ao regime de licitação: apenas desenvolvido internamento; contratação ou acompanhamento de projetos de órgãos terceiros.

As questões que foram utilizadas para a avaliação de cada item estão descritas no APÊNDICE F – Protocolo de avaliação do Guia proposto.

2.1.3.1 Avaliação do nível de maturidade da instituição

A fim de comparar as respostas recebidas, e identificar como o índice de maturidade poderia ter interferido no entendimento das questões propostas, foi aferida a maturidade de cada instituição participante na avaliação.

Dentre os métodos de avaliação explicitados na revisão da literatura, o BIM Maturity Matrix (BIM³) (SUCCAR, 2010) e o BIM Organizational Assessment (CIC, 2013) já foram parcialmente instanciados em uma das instituições participantes na avaliação (NERI *et al*. 2022). A partir desta instanciação percebeu-se que a BIM Maturity Matrix (BIM³) (SUCCAR, 2010) é mais rápido e fácil de se aplicar em uma reunião empresarial, sendo facilmente assimilado e respondido pelo grupo. Portanto este foi o método de avaliação de maturidade proposto para comparar e avaliar as respostas das instituições selecionadas.

2.1.4 Conclusões

As conclusões da pesquisa estão detalhadas no Capítulo 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS. Neste capítulo são feitas algumas considerações sobre as percepções e resultados da pesquisa. Também são pontuadas as limitações da pesquisa, e as propostas para trabalhos futuros.

Em suma, esta pesquisa exploratória aplicada, apoia-se no método *Design Science Research* (DSR), e utilizando-se de técnicas bibliográficas, e documentais, a exemplo da Revisão Sistemática da Literatura, visa a construção de um artefato qualitativo descritivo, que é um “método” (no contexto da DSR) e será chamado nesta dissertação de “Guia”. Após estruturação teórica, este Guia é ainda avaliado ao final da pesquisa por alguns profissionais do setor público que possuem experiência ou interesse no assunto tratado.

Para o delineamento da pesquisa, esta dissertação seguirá as etapas de Revisão da Literatura, Estrutura Teórica do Guia, Avaliação do Guia e Considerações Finais, conforme os capítulos que seguem.

3 REVISÃO DA LITERATURA

Este capítulo apresenta a revisão da literatura sobre o tema de implementação BIM em empresas públicas, aqui é mostrado como houve a construção do conhecimento, que partiram dos questionamentos e objetivos da pesquisa, a fim de se mapear o que já existe de produção literária para embasar o desenvolvimento da pesquisa, e trazendo conceitos fundamentais à mesma.

Como ponto de partida para se conhecer o panorama sobre pesquisas voltadas para implementação BIM no setor público no mundo e no Brasil foram desenvolvidas duas Revisões Sistemáticas da Literatura (RSL), a primeira em âmbito internacional, e a segunda, nacional.

Por meio da RSL foi possível identificar resultados quantitativos e estatísticos acerca do tema Implementação BIM, como por exemplo distribuição temporal e geográfica das publicações, os principais autores e seus relacionamentos de redes de coautoria, as principais palavras chaves que se relacionam com o tema e entre si. Estas informações traduzidas em gráficos e quadros podem ser recuperadas nos Apêndices A e B. Posteriormente, com a técnica de “bola de neve” foi possível ainda mapear contribuições adicionais sobre o tema desejado.

Assim, com a revisão da literatura foi possível adquirir embasamento teórico a respeito de dos principais conceitos pesquisados, respondendo assim os questionamentos pertinentes às duas primeiras perguntas da pesquisa:

a) Que estratégias existentes na literatura podem auxiliar na implementação BIM em empresas do setor público, na etapa de projetos multidisciplinares?
b) Quais características, desafios e benefícios são inerentes ao BIM para o setor público brasileiro?

Este embasamento teórico está estruturado ao longo do capítulo em 4 itens:

- 3.1. Conceituação sobre o Building Information Modeling: tem a finalidade de identificar, caracterizar e apresentar conceitos relacionadas ao BIM;
- 3.2. Conceituação sobre Implementação BIM: tópico específico dentro do assunto BIM, com a finalidade de identificar constructos e estratégias acerca do tema;
- 3.3. Implementação BIM no setor público Brasileira: Revisão de Normas e Legislações aplicáveis ao BIM frente às legislações de licitações públicas brasileira;

- 3.4. ABNT NBR ISO 19650: Devido a importância verificada na pesquisa, esta norma será tratada em tópico próprio, e tem o objetivo de trazer contribuições na área de gestão de informação de contratos de projetos em BIM e padronização no objeto proposto na pesquisa.

Os itens supracitados estão detalhados e descritos nos tópicos a seguir:

3.1 O Building Information Modeling

A Modelagem da Informação da Construção, em inglês Building Information Modeling (BIM) possui variadas definições. Alguns desses conceitos, mapeados na revisão da literatura, estão reunidos a seguir.

Para Succar (2009), o Building Information Modeling (BIM) ou Modelagem da Informação da Construção, é um conjunto de tecnologias, processos e políticas que permitem aos múltiplos interessados de um empreendimento a projetar, construir e operar uma construção no espaço virtual, de forma colaborativa.

Como tecnologia, o BIM baseia-se em softwares e plataformas interoperáveis que permitam uma integração entre todos os interessados. Como processo, engloba toda a cadeia de ciclo de vida da edificação e de como ela se relaciona entre si. E como política, envolve as padronizações, práticas, procedimentos e formas de trabalho das pessoas (SUCCAR, 2009).

Eastman *et al*. (2011), define BIM como um ou mais modelos virtuais precisos de um edifício que são construídos digitalmente para apoiar o projeto em suas fases e permitir uma melhor análise e controle do que os processos manuais. Uma vez concluídos, esses modelos gerados por computador contêm geometria e dados precisos necessários para apoiar a construção, fabricação e aquisição do edifício.

Para Kalinichuk (2015), BIM é o processo de criar e usar modelos digitais em projetos, construção e operação de empreendimentos.

Para Lee, Yu e Jeong (2015), o BIM permite o gerenciamento de informações de forma coordenada, consistente e computável, através do ciclo de projeto, construção, manutenção e operação de um empreendimento.

Segundo Koutamanis (2017), o BIM pode ser usado para integrar e processar informações para toda a indústria da Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação

(AECO), combinando informações geométricas e não geométricas em modelos que acomodam todos os aspectos e partes interessadas.

Alhusban (2021), apresenta e analisa uma série de definições sobre BIM ao longo dos anos de 1999 a 2014, e conclui que apesar das muitas definições existentes de BIM na literatura, o **gerenciamento de informações** da construção ao longo do ciclo de vida do empreendimento está no centro dos processos BIM. E isto é refletido pela extensão de possíveis usos das informações incorporadas nos processos BIM (Usos do Modelo BIM), permitindo gerenciar e entregar diferentes aspectos da construção (ALHUSBAN, 2021). Neste cenário, as mudanças culturais necessárias para a implementação do BIM são bem semelhantes àquelas solicitadas pela prática de projetos integrados (ANDRADE e RUSCHEL, 2011; ABNT NBR ISO 19650-2, 2022).

3.1.1 Usos do Modelo BIM ou Usos BIM

Por englobar todo o ciclo de vida da edificação, o BIM pode ser utilizado de maneiras diferentes, por equipes distintas e em etapas diferentes do empreendimento. Assim sendo, é necessário um sistema de classificação de usos do modelo BIM, os chamados Usos BIM. O Uso BIM representa a interação entre o usuário e as aplicações BIM para gerar os entregáveis baseados no modelo pretendidos ou esperados (SUCCAR, 2019).

Atualmente, já foram mapeados dezenas de Usos BIM, alguns exemplos seriam: Detecção de Conflitos, Gerenciamento de espaços, Análises Energéticas, Verificação ao atendimento de Normas, Visualização 3D, Quantificação, Orçamentação, Análises Estruturais, entre outros (SUCCAR, 2019; MESSNER *et al*, 2021; SOTO; MANRÍQUEZ; GODOY, 2019).

3.1.1.1 Predileção de “Usos do Modelo BIM” em relação à “Dimensões BIM”

Durante a revisão da literatura foram identificadores alguns sistemas de classificação do BIM de acordo com sua variabilidade de utilização: os “Usos do Modelo BIM” e as “Dimensões BIM”. Nesta pesquisa, não será utilizado o conceito de Dimensões do BIM, sendo considerado insuficiente e por vezes contraditório. Este item tem por objetivo unicamente explicar o porquê desta escolha, conforme embasamento a seguir.

Para Wildenauer (2020) a Modelagem da Informação da Construção poderia ser dividida e identificada em uma sequência numérica do tipo *nD*, onde D se refere à "Dimensão" e geralmente com *n>3.* O autor desenvolve um estudo sobre a história das Dimensões BIM, onde o BIM 3D refere-se sempre à modelagem tridimensional e as próximas dimensões seriam atribuições adicionais ao BIM 3D. Algumas das principais referências, e as contradições de definições trazidas pelo autor podem ser verificadas no Quadro 5 a seguir:

Quadro 5 - Designações para as Dimensões BIM, e respectivas referências.

Referências e designações para as Dimensões BIM				
	Janssens (2010)	Simeone et. al (2013)	Eynon (2016)	Arnal (2018)
BIM 4D	Estimativa de custo	Planejamento temporal da construção		
BIM 5D	Planejamento e Coordenação da Construção	Estimativa de custo		
BIM 6D	-	Gerenciamento do ciclo de vida	As-built para Operação e Manutenção	Sustentabilidade e contagem de CO2
BIM 7D	-	-	-	Operação e Manutenção
BIM 8D	-	-	-	Segurança e Saúde
BIM 9D	-	-	-	Gerenciamento Lean
BIM 10D	-	-	-	Digitalização

Fonte: O autor (2022).

Como pode ser observado no Quadro 5, o sistema de classificação através das Dimensões BIM não possui consenso de definição entre autores após a 6ª dimensão. Às vezes até na 4ª dimensão existem discordâncias de classificação, o que faz permitir problemas jurídicos, devido à falta de estruturação e formalização bibliográfica, quando do momento de contratação de projetos e obras em BIM (IBRAHIM; AL-KAZZAZ, 2021; WILDENAUER, 2020).

Devido aos fatores supracitados, a separação e distinção do BIM como Usos do Modelo pode ser considerado como um conceito mais bem estruturado para a classificação do BIM quando à sua utilização. Sendo o conceito utilizado nesta pesquisa.

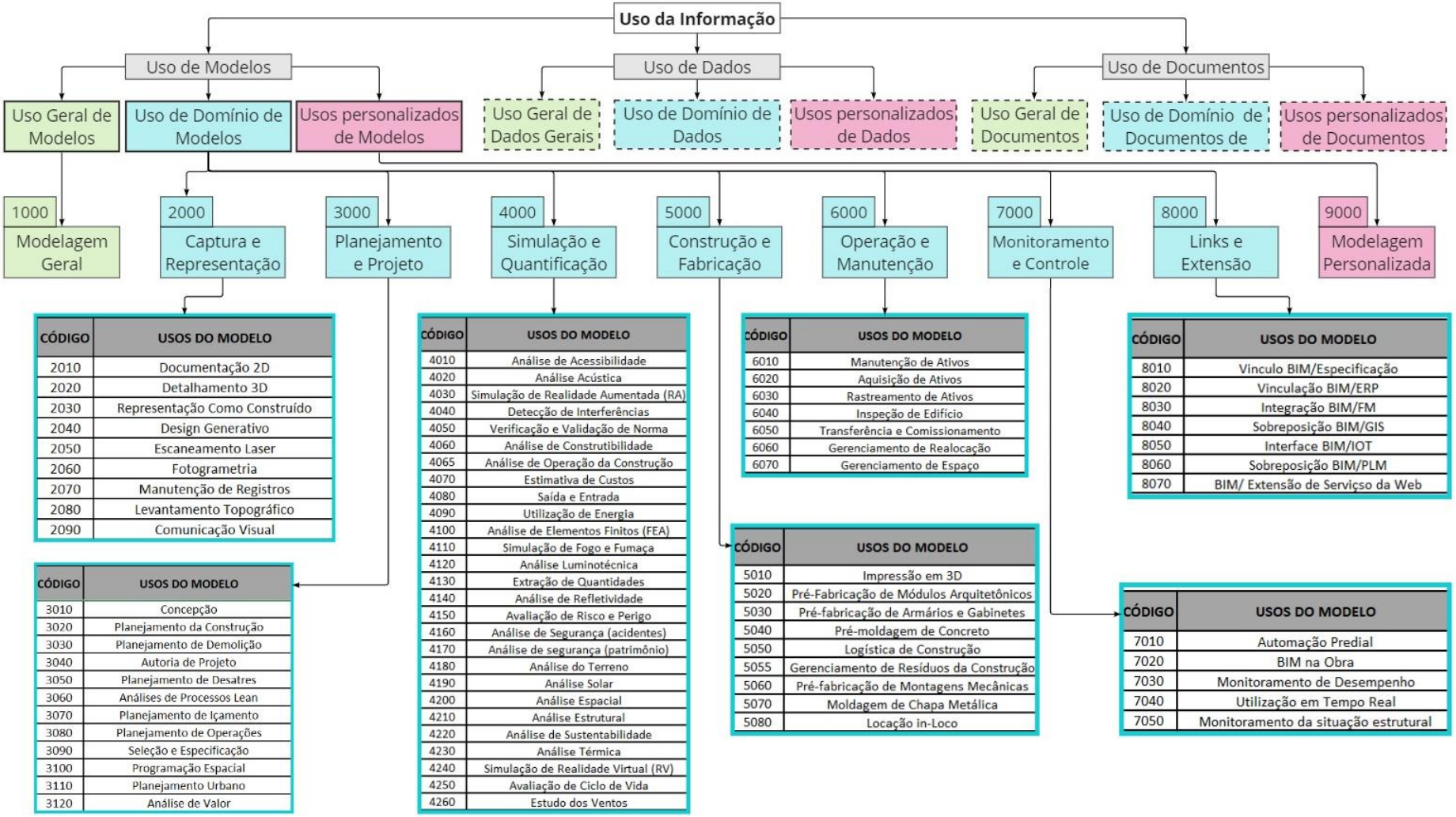
Algumas das bibliografias que formalizam e estruturam os Usos do Modelo BIM são SUCCAR (2019, 2020) e MESSNER *et al.* (2021), estas estruturas estão apresentadas a seguir:

3.1.1.2 Usos do Modelo BIM segundo Succar

Segundo Succar (2019), a taxonomia de Usos da Informação em BIM é dividida em 3 Categorias: Usos de modelos, Usos de dados e Uso de documentos. Dentro de Usos de Modelos BIM, há 3 subdivisões: Uso Geral de Modelos (série 1000), Uso Personalizado de Modelos (série 9000) e Usos de Domínio de Modelos (7 séries, 2000 a 8000). Nesta estrutura há o registro e catalogação de cada Uso do domínio do Modelo, através de codificação própria para identificação (ver Figura 8).

Uma vez formalizado, categorizado e devidamente identificado, cada Uso do Modelo BIM pode ser especificado de acordo com um Model Use Template (MUT), que define, para cada Uso, propriedades básicas, propriedades avançadas, fluxos de atividades, referências bibliográficas e informações de administração do MUT, deixando claro as atividades, recursos e métodos necessários para entrega do Uso pretendido. (SUCCAR, 2020). No momento atual nem todos os Usos identificados possuem MUT prontos, estes estão em processo de desenvolvimento por uma equipe de profissionais. Contudo, já há especificações e padrões de como fazê-los (BARUTÇU e SUCCAR, 2020).

Figura 8 - Estrutura de Usos BIM, por Succar



CÓDIGO	USOS DO MODELO
2010	Documentação 2D
2020	Detalhamento 3D
2030	Representação Como Construído
2040	Design Generativo
2050	Escaneamento Laser
2060	Fotogrametria
2070	Manutenção de Registros
2080	Levantamento Topográfico
2090	Comunicação Visual

CÓDIGO	USOS DO MODELO
3010	Concepção
3020	Planejamento da Construção
3030	Planejamento de Demolição
3040	Autoria de Projeto
3050	Planejamento de Desatres
3060	Análises de Processos Lean
3070	Planejamento de Içamento
3080	Planejamento de Operações
3090	Seleção e Especificação
3100	Programação Espacial
3110	Planejamento Urbano
3120	Análise de Valor

CÓDIGO	USOS DO MODELO
4010	Análise de Acessibilidade
4020	Análise Acústica
4030	Simulação de Realidade Aumentada (RA)
4040	Detecção de Interferências
4050	Verificação e Validação de Norma
4060	Análise de Construtibilidade
4065	Análise de Operação da Construção
4070	Estimativa de Custos
4080	Saída e Entrada
4090	Utilização de Energia
4100	Análise de Elementos Finitos (FEA)
4110	Simulação de Fogo e Fumaça
4120	Análise Luminotécnica
4130	Extração de Quantidades
4140	Análise de Refletividade
4150	Avaliação de Risco e Perigo
4160	Análise de Segurança (acidentes)
4170	Análise de segurança (patrimônio)
4180	Análise do Terreno
4190	Análise Solar
4200	Análise Espacial
4210	Análise Estrutural
4220	Análise de Sustentabilidade
4230	Análise Térmica
4240	Simulação de Realidade Virtual (RV)
4250	Avaliação de Ciclo de Vida
4260	Estudo dos Ventos

CÓDIGO	USOS DO MODELO
6010	Manutenção de Ativos
6020	Aquisição de Ativos
6030	Rastreamento de Ativos
6040	Inspeção de Edifício
6050	Transferência e Comissionamento
6060	Gerenciamento de Realocação
6070	Gerenciamento de Espaço

CÓDIGO	USOS DO MODELO
5010	Impressão em 3D
5020	Pré-Fabricação de Módulos Arquitetônicos
5030	Pré-fabricação de Armários e Gabinetes
5040	Pré-moldagem de Concreto
5050	Logística de Construção
5055	Gerenciamento de Resíduos da Construção
5060	Pré-fabricação de Montagens Mecânicas
5070	Moldagem de Chapa Metálica
5080	Locação in-Loco

CÓDIGO	USOS DO MODELO
8010	Vinculo BIM/Especificação
8020	Vinculação BIM/ERP
8030	Integração BIM/FM
8040	Sobreposição BIM/GIS
8050	Interface BIM/IOT
8060	Sobreposição BIM/PLM
8070	BIM/ Extensão de Serviçso da Web

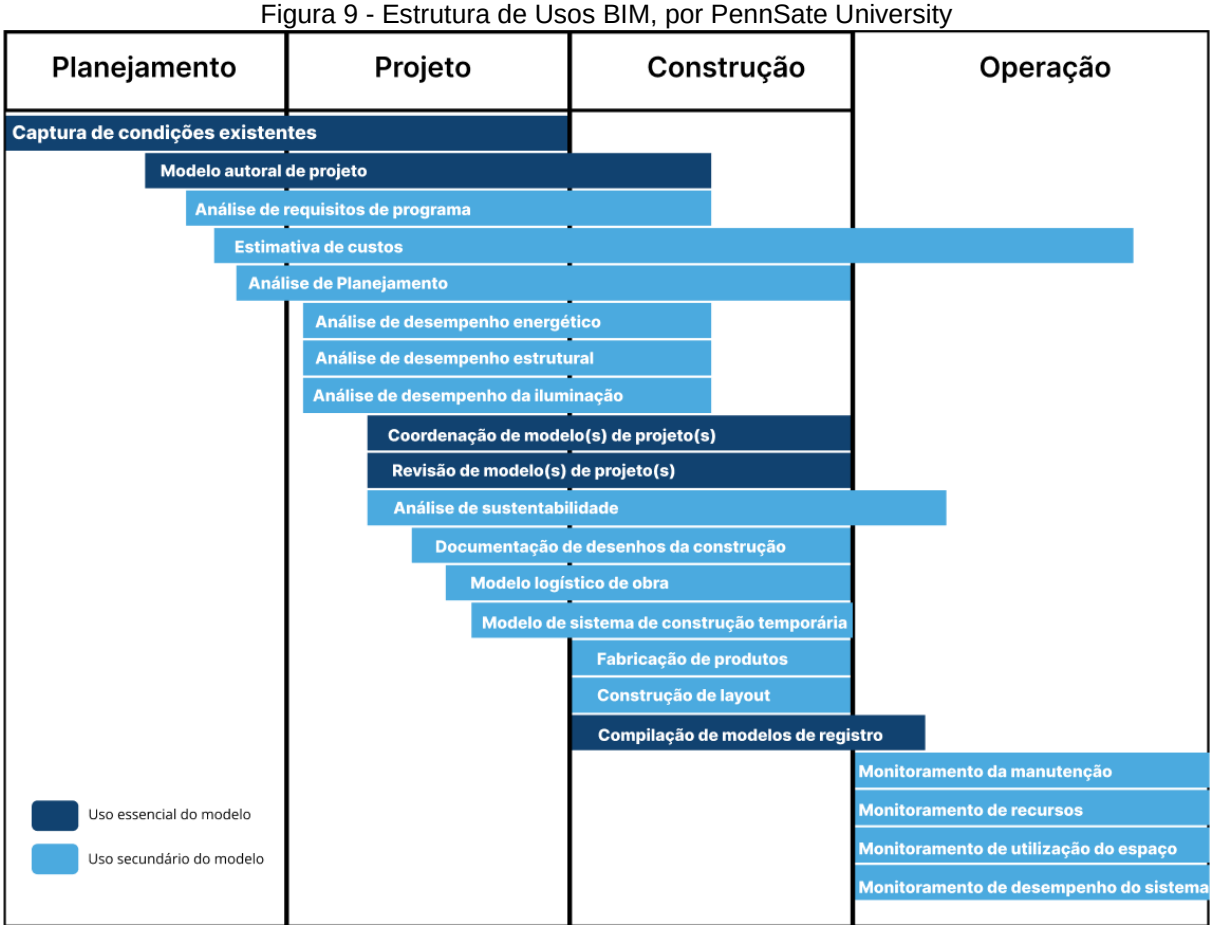
CÓDIGO	USOS DO MODELO
7010	Automação Predial
7020	BIM na Obra
7030	Monitoramento de Desempenho
7040	Utilização em Tempo Real
7050	Monitoramento da situação estrutural

Fonte: O Autor (2022). Adaptado de Succar (2019).

3.1.1.3 Usos do Modelo BIM segundo a PennState University

Outra taxonomia sobre Usos BIM é de Messner *et al*. (2021), desenvolvida pelo grupo do Computer Integrated Construction (CIC) Research Program, da Universidade do Estado da Pensilvânia, nos Estados Unidos. Segundo os autores, há uma lista limitada de Usos do modelo BIM, que são divididos em usos essenciais do modelo e usos secundários do modelo, e que permeiam as várias fases do ciclo de vida da construção: Planejamento, Projeto, Construção e Operação. Esta taxonomia pode ser verificada na Figura 9 a seguir.

Figura 9 - Estrutura de Usos BIM, por PennSate University



Fonte: Traduzido de Messner *et al*. (2021).

Para cada um desses usos, os autores formalizam e definem suas características: Descrição, Valor potencial, Recursos Necessários, Competências requeridas, Fontes bibliográficas selecionadas e alguns contendo ainda um Mapeamento de processos (MESSNER *et al*, 2021).

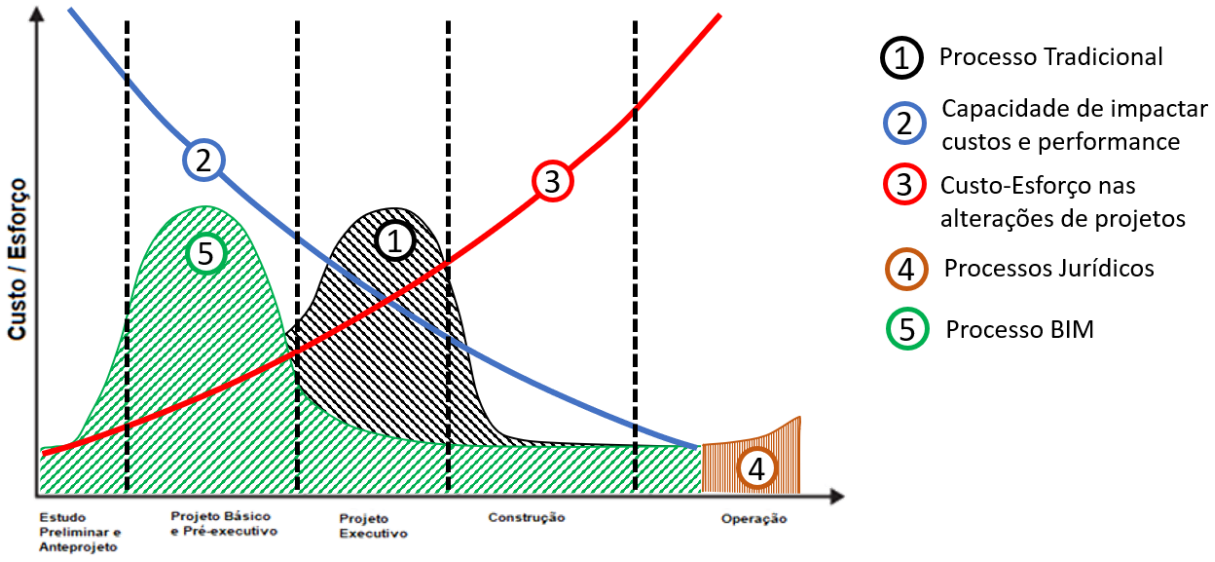
3.1.2 O BIM e sua relação com o desenvolvimento de projetos

Como visto no item anterior, através do conceito de Usos do Modelo BIM, a Modelagem da Informação da Construção pode ser utilizada em várias fases do ciclo de vida da edificação. Segundo Zhou *et al*. (2017) e Alemayehu *et al*. (2021), muitos são os benefícios da utilização do BIM na fase de projetos, pois, por meio da construção virtual do empreendimento é possível realizar a antecipação de decisões e de problemas que haveria na fase de construção.

Segundo MacLeamy (2004), os esforços de se trabalhar em BIM são maiores nas fases de projeto, “compensando” os ganhos posteriores nas fases de construção, operação e manutenção, assim como posteriores fases de litígio. E, como o recurso despendido para tomar uma decisão ou realizar um retrabalho é maior à medida que o empreendimento avança de fase, o investimento em esforço em fases iniciais se torna mais econômico ao empreendimento de forma global. (MACLEAMY, 2004). Essa teoria é descrita nas chamadas Curvas de Tempo-Esforço, conforme Figura 10.

Outros autores também discorrem sobre esta teoria. Smith e Tardif (2009) trazem a curva de esforço tempo como uma justificativa para superação às despesas iniciais de uma implementação BIM. Mais recentemente, alguns pesquisadores reproduziram a teoria da Curva de MacLeamy (2004), através de formulações matemáticas e estatísticas, com base em dados de projetos de construções públicas em Hong Kong, provando matematicamente a distribuição do esforço-tempo e mostrando que a implementação BIM de fato gera mais despesas na fase de projeto, mas que serão compensadas na fase de construção (LU *et al.*, 2015). Contudo, para que haja essa compensação de esforços nas fases iniciais de projetos, as disciplinas e os atores envolvidos no projeto devem trabalhar de forma integrada (ANDRADE; RUSCHEL, 2011).

Figura 10 - Curva de Tempo-Esforço de MacLeamy



Fonte: Adaptado de MACLEAMY (2004).

3.1.2.1 Projetos multidisciplinares integrados

Com o movimento dos métodos na década de 60, a formalização do conceito de processo de projeto arquitetônico foi surgindo. O que era visto como ações lineares passa a ser compreendido por meio de uma abordagem diferente quanto a sua estrutura. Segundo Page (1963) o processo de projeto não deve ser encarado como passos lineares, mas sim como um movimento circular, em que muitas vezes se percebe que alguns aspectos não foram observados e é necessário voltar-se às soluções das etapas anteriores e realizar modificações.

Ainda avaliando a história do processo de projeto arquitetônico, percebe-se a relação inerente entre a arquitetura e outras disciplinas, a interdisciplinaridade do projeto. No começo dos estudos sobre métodos de projeto, o processo de projeto teve fortes influências de outras disciplinas: engenharia, ergonomia, matemática, cibernética e computação (BROADBENT, 1973).

Segundo Andrade e Ruschel (2011), no processo de projeto tradicional, a integração entre disciplinas apenas ocorre em etapas posteriores à concepção arquitetônica, fazendo com que questões de outras disciplinas, como instalações, estruturas e manutenção moldem-se à arquitetura, podendo trazer prejuízos no empreendimento como um todo.

Uma solução para a integração multidisciplinar é antecipar as atividades de desenvolvimento do projeto para as fases iniciais, através de práticas de projeto

integrado (ANDRADE; RUSCHEL, 2011). Essa forma de trabalho exige uma mudança de cultura da organização, com redefinições das etapas de projetos, inserção de novas ferramentas, revisão ou redistribuição das atribuições dos envolvidos, mudanças nos fluxos de trabalhos, entre outras.

Segundo os autores, no contexto de projeto integrado, acredita-se que o processo de projeto poderia ser desenvolvido através de relações multidisciplinares integradas, em que a melhor solução visa o todo e não partes separadas. E, além da integração espacial, o processo poderá também ser integrado temporalmente, trazendo para a fase de concepção as áreas de manutenção, operação, orçamentação, planejamento e execução de obras (que tradicionalmente estão no final do processo de projeto, pós-projeto), levando em conta todo o ciclo de vida do empreendimento, tornando o processo documentado e retroalimentado em projetos futuros.

Nesse contexto, aliada à prática de projetos integrados, está o BIM. Segundo Treldal (2008), embora a prática integrada possa ser realizada sem uso do BIM, quando é alinhada a este, o projeto integrado melhorar significativamente sua eficiência. Para tanto, é necessário conhecer a situação atual da empresa, tanto em relação aos processos de projetos arquitetônicos integrados, como ao nível de BIM atual, pois, de forma inversa, a prática de projetos integrados é indispensável para se alcançar um alto nível de maturidade no BIM (ANDRADE; RUSCHEL, 2011).

3.1.3 *BIM Standards* - Documentos BIM

Os BIM Standards tratam-se de documentos BIM que visam padronizar uma determinada forma de trabalho ou processo, estes documentos podem ser padrões, guias, relatórios, roadmaps, protocolos e normas. (ALHUSBAN, 2021).

Segundo Succar (2010) e Succar e Kassem (2015), as implementações BIM podem ocorrer em nível de mercado, em escala local, ou escala nacional. Essas instanciações em nível MACRO são traduzidas ao mercado através de BIM Mandates, ou Standards (Padrões de Mercado).

Alguns dos principais documentos BIM que são necessários para o gerenciamento da informação e um projeto BIM de sucesso são o *BIM Mandate* ou Mandato BIM (ao nível da nação), o Plano de Implementação BIM – PIB (ao nível da organização), e o

Plano de Execução BIM – PEB (ao nível do Projeto) (ALHUSBAN, 2021; AMORIM, 2023).

Além dos documentos explicados neste item, os padrões BIM dos países podem ainda ser traduzidos em normas nacionais ou internacionais, decretos federais e estaduais, cadernos de obras estaduais, e práticas recomendadas (como acontece no Brasil), que serão abordados mais adiante.

3.1.3.1 BIM Mandates ou Mandatos BIM

No âmbito internacional, alguns países ainda estão em busca de padrões próprios quanto ao BIM. Outros utilizam padrões de terceiros, e alguns, mais avançados, já possuem documentos a nível nacional conhecidos como Mandatos BIM. (SACKS *et al.*, 2021) Alguns dos principais são Estados Unidos e Reino Unido (IBRAHIM; AL-KAZZAZ, 2021). Embora muito parecidos, estes padrões apresentam algumas diferenças que podem ser apontadas (IBRAHIM; AL-KAZZAZ, 2021).

Quanto às semelhanças, esses autores apontam o uso do BIM nas fases de construção, operação e manutenção. Há também semelhanças quanto à modelagem paramétrica, planejamento de tempo, análise estrutural, coordenação e detecção de conflitos. Além disso, as mesmas características são encontradas nos métodos de coleta de informações digitais, nos padrões de exportação de informação entre obra e manutenção através da especificação Construction Operations Building Information Exchange (COBie), nos padrões de organização de segurança da informação digital, na integração e interoperabilidade, no gerenciamento, comunicação e compartilhamento e nos fluxos de trabalho entre as equipes (IBRAHIM; AL-KAZZAZ, 2021).

Quanto às diferenças, os autores elencam os sistemas de classificação da informação, Uniclass no Reino Unido e Omniclass nos Estados Unidos. Além de diferenças nas escalas lineares entre os Níveis de Desenvolvimento (Level of Development - LOD) e divergências quanto à definição de Dimensões BIM. Além de outros itens que variam quanto a contratos e leis (IBRAHIM; AL-KAZZAZ, 2021).

Durante RSL internacional os nomes de alguns países surgiram com registro de seus BIM Mandates e respectivos anos de publicação, porém, uma lista mais completa é

apontada por Sacks *et al.* (2021) no livro Manual de BIM, apontando o respectivo ano-alvo de cada Mandato BIM e suas metas graduais.

No Quadro 6 há um resumo dos países ao redor do mundo que aparecem nesta lista. O caso Particular do Brasil é tratado mais adiante, no capítulo 3.3 - Implementação BIM no setor público brasileiro.

Quadro 6 - Principais países com BIM Mandates definidos

Países com BIM Mandate definido	BIM Mandates (Organizações ou Estados)	Ano-alvo
Noruega	Statsbygg	2007
Dinamarca	Bips/MOLIO	2007 a 2013
Finlândia	Senate Properties	2007
Estados Unidos da América	General Services Administration (GSA)	2008
	Winsconsin	2010
Coreia do Sul	Ministério do Território, Infraestrutura e Transporte (MoLIT)/ Serviço de Contratação Pública	2010 a 2016
Singapura	Building and Construction Authority (BCA)	2013 a 2015
Reino Unido	UK BIM Task Group/ The Cabinet Office	2016
China	Autoridade Habitacional de Hong Kong	2014
	Governo de Hong Kong	2017 a 2018
	Cidade de Fujin	2017
	Província de Hunan	2018 a 2020
	Governo Nacional	2020
Dubai	Município de Dubai	2014
Itália	Governo Nacional	2016
França	The Centre Scientifique et Technique du Batiment (CSTB)	2017
Espanha	Ministério do Desenvolvimento	2018 a 2019
	Governo Municipal da Catalunha	2020
Israel	Ministério de Defesa	2019
Alemanha	Ministério Federal do Transporte e da Infraestrutura Digital	2020

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

3.1.3.2 Plano de Execução BIM - PEB

Para cada empreendimento (projeto, execução e operação) os Usos do Modelo BIM devem ser previamente mapeados, para que haja claro entendimento das partes interessadas de onde, quando e como o BIM será utilizado naquele empreendimento. Dessa maneira, a forma documental de se realizar tal formalização é através de um **Plano de Execução BIM** – PEB, ou em inglês, BIM Execution Plan - BEP (MESSNER *et al*, 2021).

Segundo Andrade e Ruschel (2011), uma das primeiras decisões a se tomar em desenvolvimento de projetos arquitetônicos multidisciplinares é estabelecer o objetivo do mesmo. Ou seja, os usos do Modelo BIM, a partir dos objetivos estabelecidos pela organização, definindo qual será o papel e a utilização do BIM em um determinado empreendimento específico. Além do mais, é necessário saber qual o perfil da equipe que irá participar do projeto, como será a troca de arquivo, quais softwares serão utilizados, quais os ganhos de se utilizar o BIM e como tudo isso deverá ser gerenciado.

Neste cenário, surge o papel do Plano de Execução BIM (BEP). Este é um documento que visa registrar todas essas observações referentes ao empreendimento frente ao BIM. Segundo Messner *et al.* (2021), um Plano de Execução BIM deve definir de forma apropriada quais os Usos BIM no modelo, acompanhado de uma detalhada documentação do processo de execução BIM ao longo do ciclo de vida do empreendimento. Uma vez que o BEP é criado a equipe pode seguir e monitorar o progresso do projeto baseado neste plano. Este, ao fim do empreendimento, pode ser reavaliado, retroalimentado, melhorado e transformado em um template dinâmico, visando sempre melhorias no processo de projeto BIM.

Para a execução do BEP, Messner *et al.* (2021) propõe cinco passos:

I. Definir as metas para a Implementação BIM;
II. Identificar os Usos BIM de alto valor, nas fases de planejamento, projeto, construção e operação;
III. Projetar a execução do processo BIM, criando mapas de processos;
IV. Definir os entregáveis BIM na forma de troca de informações;
V. Desenvolver a infraestrutura na forma de contratos;

3.1.3.3 Plano de Implementação BIM - PIB

Assim como o PEB documenta a utilização do BIM dentro de um projeto, é necessário realizar a documentação do BIM durante a implementação, em nível Institucional e Gerencial. Segundo os guias da ABDI (2017), CBIC (2016), (CIC, 2013) e ASBEA (2015), um plano de Implementação BIM deve observar previamente quais os pontos de melhoria a serem observados. Para isso, a realização de um diagnóstico na empresa é fundamental. Neste, deve-se mapear quais os objetivos da empresa, qual

tipo de projeto ela desenvolve, quais Usos BIM deseja alcançar e em qual nível, quais os ganhos com a implementação e quanto tempo e dinheiro deseja-se investir.

Ainda segundo estes guias, as mudanças propostas no plano podem se basear nos três fundamentos do BIM (SUCCAR, 2009): Tecnologia, Processos e Políticas. Para a tecnologia, deve-se mapear quais os softwares, plataformas e infraestrutura computacional e de rede serão necessários para implementar o BIM de forma adequada. Para os processos, deve-se adequar os processos de projetos da empresa dentro do BIM, ajustando os pontos necessários ou criando formas de trabalho. Para a política, mudanças de padrões empresariais, do comportamento dos envolvidos e de recursos humanos devem ser analisadas para que a implementação ocorra de forma eficiente.

Adicionalmente, o diagnóstico e as propostas do plano podem se basear em padrões internacionais, como por exemplo os processos descritos na ABNT NBR ISO 19650, partes 1 e 2 (2022) (CONSTRUA BRASIL, 2020).

3.1.4 Campos BIM (BIM Fields)

Para Succar (2009), o BIM é fundamentado em três campos: Políticas, Processos e Tecnologia (TPP). O autor identifica para cada campo ações, envolvidos e entregáveis.

No campo de Tecnologia há a aplicação prática do conhecimento científico. Os envolvidos no mercado são os especialistas que desenvolvem software, hardware e sistemas de rede para melhorar a eficiência e lucratividade nos setores de arquitetura, engenharia, construção e operação. Isso inclui organizações que criam soluções de software e equipamentos para essas áreas.

No campo de Processo há uma definição específica das atividades de trabalho com sequência, início, fim e entradas/saídas definidas. Os envolvidos são proprietários de instalações, arquitetos, engenheiros, empreiteiros, gerentes de instalações e todos os outros atores da indústria AECO envolvidos no ciclo de vida dos empreendimentos, sendo responsáveis por adquirir, projetar, construir, fabricar, usar, gerenciar e manter os ativos.

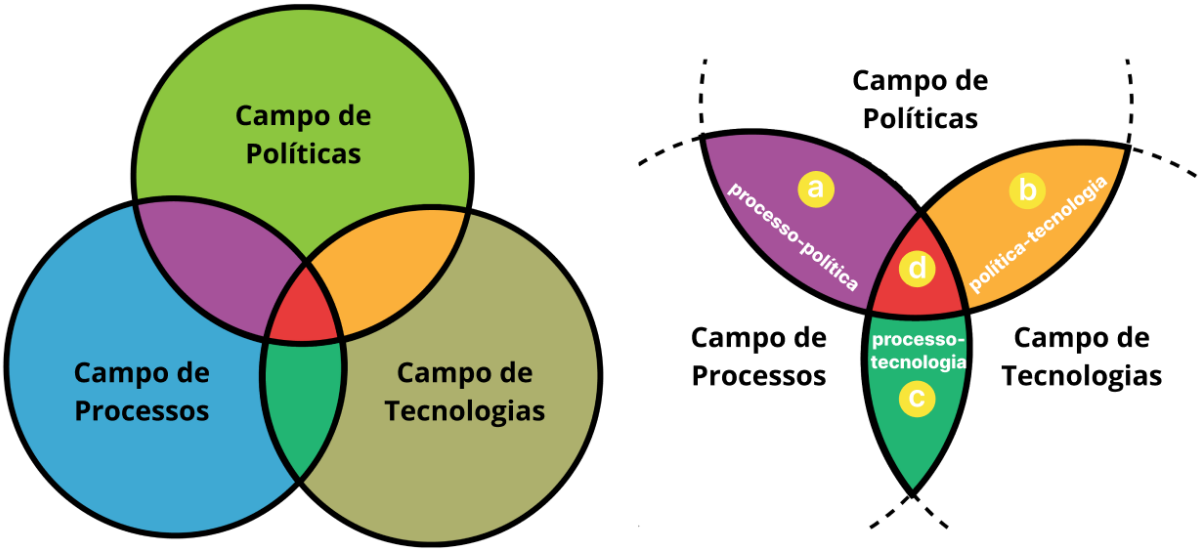
No campo de Políticas acontecem as diretrizes ou regras escritas que orientam a tomada de decisões. Aqui há um grupo de participantes cujo foco é capacitar

profissionais, realizar pesquisas, distribuir benefícios, alocar riscos e minimizar conflitos. Desempenhando papéis cruciais na preparação, regulação e estabelecimento de contratos no processo de projeto, construção e operação, apesar de não estarem envolvidos na produção direta de produtos de construção.

A proposta dos Campos BIM é apresentada no diagrama a seguir. Neste é possível identificar que em cada campo existem zonas de sobreposição com os demais campos (ver Figura 11). Estas zonas são caracterizadas pelo autor da seguinte forma:

- Sobreposição Política-Processo: aqui estão envolvidos todo o corpo técnico da Indústria AEC, e é onde acontece o processo de desenvolvimento profissional e treinamento;
- Sobreposição Política-Tecnologia: é onde ocorrem os padrões de Interoperabilidade;
- Sobreposição Processo-Tecnologia: aqui ocorrem as comunidades de prática, com trocas de conhecimentos de boas práticas.
- Sobreposição Política-Processo-Tecnologia: é nesta sobreposição onde ocorre a Implementação BIM, com o envolvimento dos especialistas BIM, sejam indivíduos ou grupos.

Figura 11 - Campos BIM e suas sobreposições

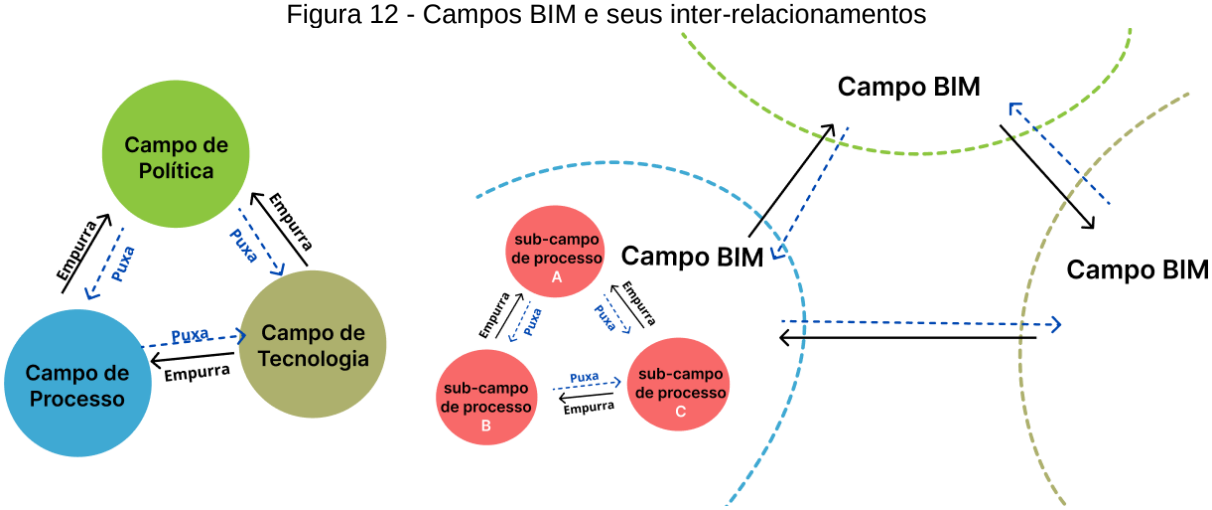


Fonte: Adaptado de Succar (2009).

Ainda segundo o autor, há interações entre estes campos, conforme Figura 12, que são definidas como transações de conhecimento que ocorrem dentro ou entre campos, por meio de mecanismos de “puxa-empurra”: em que, “empurrando” transferem conhecimento para outro campo, enquanto que “puxando” atendem a

solicitações de conhecimento provenientes de outros campos. Essas transações incluem transferência de dados, dinâmicas de equipe e relacionamentos contratuais (SUCCAR, 2009).

Figura 12 - Campos BIM e seus inter-relacionamentos



Fonte: Fonte: Adaptado de Succar (2009).

3.1.5 Estágios BIM

A implementação do BIM não deve ser encarada de maneira única. Para vários pesquisadores, a adoção e maturidade do BIM se dá de maneira gradual e contínua, de forma a abranger as necessidades da empresa conforme prioridades (SUCCAR, 2010; SACKS *et al.*, 2021; ABDI, 2017; ASBEA, 2013, 2015; CBIC, 2016).

Para Succar (2009), o BIM se dá em 5 estágios: Pré-BIM (nenhuma utilização do BIM), Estágio 1 (Modelagem baseada em objetos), Estágio 2 (Colaboração baseada em modelos), Estágio 3 (Integração baseada em rede) e viDCO (Virtually Integrated Design Construction and Operation – Projeto, Operação e Construção Virtualmente Integrados).

Somente após o conhecimento do estágio de maturidade de uma instituição, é possível definir quais os melhores passos a serem tomados para a evolução do BIM, tanto em tecnologias a serem adotadas, processos a serem mapeados e redesenhados, como em políticas a serem implantadas. Contudo, para se avançar de um estágio BIM para outro faz-se necessário aumentar gradualmente o Nível de Maturidade BIM.

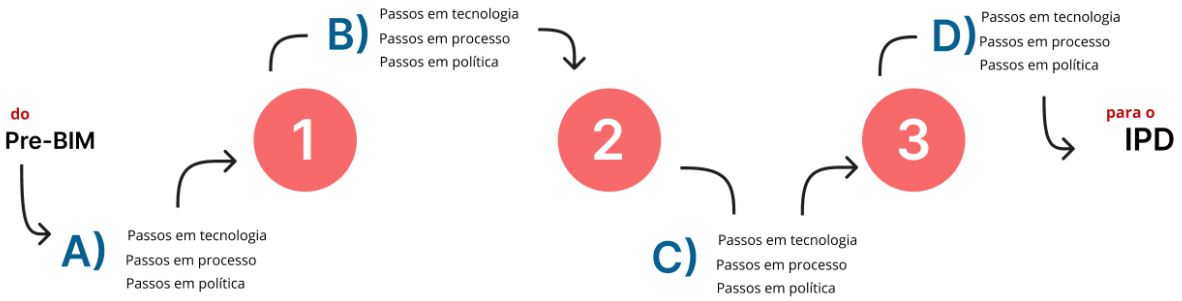
Para tanto, antes de uma implementação BIM, ou ainda em rodadas periódicas de ciclos de implementação, faz-se necessária a realização de um diagnóstico do cenário

tecnológico, processual e político da empresa, com foco em seus objetivos e possibilidades. (CONSTRUA BRASIL, 2020; ABDI, 2017; ASBEA, 2013, 2015; CBIC, 2016).

3.1.6 Passos BIM

Para que a implementação BIM avance ao longo dos Estágios BIM, Succar (2009) definiu ainda Passos BIM a serem dados em cada Campo BIM, traçando assim uma lista de sugestões para o avanço da maturidade. A Figura 13 a seguir, demonstra um esquema do relacionamento entre Passos BIM, Estágios BIM e Campos BIM ao longo do avanço de maturidade BIM.

Figura 13 - Estágios BIM e Passos BIM



Fonte: Fonte: Adaptado de Succar (2009).

3.1.7 Níveis de Maturidade BIM e seus Métodos de Avaliação

Para se determinar o nível de maturidade de uma instituição, alguns pesquisadores criaram métodos para quantificar tal maturidade. Assim, este indicador pode ser utilizado no início da implementação, em um diagnóstico inicial (CONSTRUA BRASIL, 2020; CIC, 2013; SACKS *et al.*, 2021; ABDI, 2017; CBIC 2016; ASBEA, 2013, 2015), e periodicamente a cada ciclo de melhoria, permitindo a definição do planejamento inicial e posterior acompanhamento e revisões.

Muitos são os modelos de maturidade existentes internacionalmente, e vários são os estudos de análise comparativa entre eles (AZZOUZ *et al.*, 2016; EDIRISINGHE *et al.*, 2021; LIMA, 2019; LIMA; CATAI; SCHEER, 2021; SACKS *et al.*, 2021). Lima (2019), faz uma comparação entre oito dos principais desses métodos (NBIMS CMM; BIM Maturity Matrix; BIM QUICKSCAN; Organizational BIM Assessment Profile; VDC Scorecard; The Owner's BIM Competency Assessment Tool – BIMCAT; BIM Cloud Score e ARUP).

Esta avaliação comparativa de Lima (2019) entre os modelos de medição de maturidade BIM é realizada através de pontuação em 6 critérios: Guia Explicativo; Autoaplicação; Disponibilidade; Autoavaliação; Abrangência; Possibilidade de Adaptação. Na pesquisa de referência a autora escolhe os três métodos com maiores pontuações. O BIM Assessment Profile e a BIM Maturity Matrix empatados em primeiro, e o VDC Scorecard logo após.

Devido ao tempo de aplicação e da quantidade de informações necessárias a serem reunidas para se utilizar o VDC Scorecard, além da indisponibilidade verificada no site da ferramenta no momento desta dissertação, os métodos aqui utilizados serão os dois melhores colocados: O BIM Assessment Profile e o BIM Maturity Matrix, detalhados nos itens a seguir:

3.1.7.1 BIM Maturity Matrix

O método desenvolvido por Succar (2010) tem como base alguns conceitos, também definidos pelo mesmo autor: Competências BIM, estágios de Capacidade BIM e passos BIM, conforme explicado anteriormente. Sendo mensurado quantitativamente pelo Índice de Maturidade BIM (SUCCAR, 2009; 2010).

Para Succar (2010, p. 10) as *"Capacidades BIM se referem às habilidades de uma organização ou equipe para entregar resultados mensuráveis". "A Capacidade BIM segue a mesma classificação dos Estágios BIM"* separados pelos Passos BIM.

A aplicação e a visualização do resultado do método se dão por meio de uma matriz, em que um dos eixos possui os Passos BIM, e o outro eixo possui os estágios de maturidade e as Capacidades BIM, conforme Figura 14 (SUCCAR, 2010).

Figura 14 - Avaliação hipotética de acordo com Matriz de Maturidade BIM (BIM³)

			Estágios BIM					
Campos BIM	Capacidades BIM		Pré-BIM	Inicial	Definido	Integrado	Otimizado	Pont.
Política Compreende todas as iniciativas, ações e visões institucionais acerca do BIM	Pol 1	Preparatória						5
	Pol 2	Regulatória						0
	Pol 3	Contratual						15
Processo baseadas no conjunto de capacidades v5.0	Pro 1	Recursos						5
	Pro 2	Atividades & Fluxo de trabalho						10
	Pro 3	Produtos & Serviços						40
	Pro 4	Liderança & Gerenciamento						20
Tecnologia baseadas no conjunto de capacidades v5.0	Tec 1	Software						30
	Tec 2	Hardware						5
	Tec 3	Rede						25
ESCALA	MICRO	Organizações						0
	MESO	Equipes de projeto						0
	MACR	Markets						0
ESTÁGIO	Estg 1	Modelagem baseada em objetos						0
	Estg 2	Colaboração multidisciplinar						0
	Estg 3	Integração baseada em rede						0

Fonte: Adaptado de Succar (2010).

Para a medição do Índice de Maturidade BIM, são atribuídas algumas pontuações máximas às capacidades BIM da Instituição avaliada. A avaliação permite pontuações parciais, menores que a máxima, a depender do julgamento da avaliação, sendo, portanto, a pontuação máxima do maior nível igual a 40 pontos (SUCCAR, 2010).

O Índice de Maturidade BIM pode então ser avaliado através da equação 1, a seguir:

$$\text{Índice de Maturidade BIM} = \frac{\text{Grau de Maturidade}}{Pts, max} \qquad (1)$$

onde:

Pts, max: é 40 pontos;
Grau de Maturidade: pode ser avaliado através da equação 2, as seguir

$$\text{Grau de Maturidade BIM} = \frac{\sum_{c=N}^{c=1} Pts, c}{N}; \qquad (2)$$

onde:

c: são as Capacidades BIM avaliadas, que são 10 obrigatórias e outras 6 são adaptáveis à instituição;
N: é a quantidade de Capacidades avaliadas;
Pts, c: é a pontuação atribuída a cada Capacidade BIM, de 0 a 40;

A classificação do Índice de maturidade BIM é então avaliada, por faixa de valor, de acordo com o Quadro 7 a seguir:

Quadro 7 - Faixas de Classificação do Índice de Maturidade BIM

Nível	Nome do Nível	Classificação Textual	Classificação Numérica
a	Inicial (Ad-hoc)	Baixa maturidade	0 - 19%
b	Definido	Média-baixa maturidade	20 - 39%
c	Gerenciado	Média maturidade	40 - 59%
d	Integrado	Média-alta maturidade	60 - 79%
e	Otimizado	Alta maturidade	80 - 100%

Fonte: Adaptado de Succar (2010).

3.1.7.2 Organizational BIM Assessment

O Organizational BIM Assessment Profile ou Perfil de Avaliação Organizacional BIM foi desenvolvido pelo Computer Integrated Construction Program, da Universidade do Estado da Pensilvânia, nos Estados Unidos, fazendo parte do BIM Planning Guide for Facility Owners (CIC, 2013). A ferramenta de avaliação é uma matriz desenvolvida em planilha eletrônica disponibilizada online, que avalia 20 métricas distribuídas entre 6 áreas: processos, informação, estratégia, infraestrutura, usos e pessoas (CIC, 2013).

O método quantifica a maturidade em 6 níveis: zero (0), que representa a inexistência de BIM; nível inicial (1); gerenciado (2); definido (3); gerenciado quantitativamente (4) e otimizado (5). O resultado é mostrado em um gráfico radar. Além do nível verificado, o método permite também à organização definir um nível “meta”, a fim de que se possa mapear as estratégias para avançar do nível avaliado até o nível desejado (CIC, 2013).

3.2 Implementação BIM

A fim de compreender como a implementação BIM pode ser realizada em uma organização e seus projetos, inicialmente é necessário compreender o termo em si. Assim como. entender como ocorre a Adoção BIM em um país, quais as barreiras e benefícios mais comuns quando se trata de BIM, quais estratégias, a nível nacional e organizacional, podem ser adotadas conforme a literatura, e como está a experiência de outros países quando à Adoção BIM.

Nesse sentido, os próximos itens tratam sobre a conceituação do termo Implementação BIM, as barreiras e benefícios mapeadas na literatura, as estratégias em diferentes níveis de implementação (país, organização, projeto) e um breve status da implementação BIM nos países ao redor do mundo.

3.2.1 Conceituando “Implementação BIM”

Durante a pesquisa bibliográfica sobre o uso do BIM é possível encontrar termos como Adoção BIM, Implantação BIM ou Implementação BIM, às vezes sendo usados para a mesma finalidade de nomear o processo de passar a utilizar BIM em um fluxo de trabalho.

Segundo o BIM Dictionary (ADOÇÃO BIM, 2023), o termo *“Adoção BIM se refere a Implementação BIM, Difusão BIM, ou uma mistura dos dois termos”*. Ainda no mesmo dicionário, o termo Implementação BIM é entendido como um *“conjunto de atividades desenvolvidas por uma unidade organizacional para preparar-se, implementar ou melhorar seus Entregáveis BIM (produtos) e seus fluxos de trabalho relacionados (processos)”* (IMPLEMENTAÇÃO BIM, 2023).

Já quanto ao termo “Implantação BIM”, este não foi encontrado no BIM Dictionary, principalmente devido ao fato de que esta fonte de busca originalmente termos no idioma Inglês, e o termo “Implantação BIM” não é utilizado neste idioma.

Neste sentido, os termos foram investigados em português, e, conforme o dicionário da língua portuguesa há uma diferença semântica entre os termos <u>adotar, implantar e implementar</u>.

Enquanto <u>adotar</u> pode ser traduzido como “Escolher algo; assumir”; “Colocar em prática; incorporar”; “Tomar para si; apropriar” (ADOTAR, 2022). <u>Implantar</u> é traduzido com o significado de: “Inserir uma coisa em outra; fixar em; enraizar-se”; “Dar início a; estabelecer, introduzir” “Colocar alguma coisa de uma forma determinada (IMPLANTAR, 2022). Já <u>implementar</u> é traduzido como: “Executar, colocar em execução ou em prática:”; “Providenciar o necessário para a realização de” “Solucionar uma questão, um problema” (IMPLEMENTAR, 2022).

Assim sendo, é notável que a expressão adotar BIM, transmite um entendimento de colocar em prática algo que já foi preestabelecido sobre BIM, escolhido no mercado, apropriado e tomado para uso próprio. Já Implantar BIM, seria a ação de dar início ao

processo de utilização do BIM de forma imperativa, inserir BIM em um fluxo já existente, apenas adicionando e não transformando. E, por sua vez, Implementar BIM é entendido como a ação de colocar em prática a utilização do BIM, providenciando o necessário para realização do BIM, solucionando e ajustando questões e problemas, que já existam, para o BIM.

Considera-se que o BIM não é replicável de forma igualitária em todas as instituições, possuindo nuances e características a depender dos Usos BIM e dos fluxos de trabalho das equipes, sendo necessário realizar um conjunto de melhorias, processos, procedimentos, e transformações culturais, distintas para cada implementação (ANDRADE; RUSCHEL, 2011). É importante deixar claro que a utilização e melhoria do BIM é um processo cíclico e em níveis (SUCCAR, 2009).

Como o produto final deste mestrado é um guia que hora trata mercado, hora de organização, hora de projetos, entende-se que os termos Adoção BIM, Implantação BIM e Implementação BIM estarão variando conforme os contextos do guia são detalhados. Contudo, a fim de definir uma nomenclatura mais genérica e única, e mais usualmente referenciado tanto em português como inglês. Entende-se que para este guia o mais adequado é "**implementação BIM**", no intuito de se referir à transformação institucional, posta em prática, para utilizar BIM; tanto em instituições que estão iniciando, como naquelas que já o utilizam e desejam avançar para novas etapas. Portanto, este é o termo adotado nesta dissertação.

3.2.2 Barreiras e Benefícios do BIM

Durante a Revisão Sistemática da Literatura desenvolvida, foi possível identificar que algumas barreiras à implementação BIM são comuns em vários países. Além das barreiras, alguns autores identificam os benefícios alcançáveis quando da superação de tais dificuldades. Isso mostra os benefícios para aqueles que viabilizaram a implementação BIM.

Os Quadros 8 e 9 trazem um resumo, respectivamente, das barreiras e benefícios de uma implementação BIM que foram pesquisadas em diversos países por alguns autores.

Quadro 8 - Barreiras à implementação BIM

Aspecto	Barreiras à Implementação BIM	Referências
Econômico	Alto custo de Implementação (Incluindo softwares, Licenças, Hardware, Ferramentas, Treinamentos e processos)	(ABANDA *et al.*, 2015) (BEAN; MUSTAPA, M.; MUSTAPA, F. D., 2019), (FIRDAUS RAZALI *et al.*, 2019) (AKDAG; MAQSOOD, 2020) (SAKA; CHAN, 2019) (ALEMAYEHU *et al.*, 2021) (SREELAKSHMI *et al.*, 2017)
Regulatório e Contratual: Processos e Procedimentos	Falta de definições claras a respeito das atribuições, responsabilidade e funções BIM.	(ABANDA *et al.*, 2015) (ALEMAYEHU *et al.*, 2021) (GANAH; JOHN, 2014),
	Padrões, Protocolos e Guias Múltiplos, não definidos ou Inconsistentes para a implementação BIM	(ABANDA *et al.*, 2015) (ALEMAYEHU et al., 2021) (SAKA; CHAN, 2019) (SREELAKSHMI *et al.*, 2017)
	Informação da Identificação da Propriedade/Legal e Direito de propriedade intelectual	(ABANDA *et al.*, 2015) (FIRDAUS RAZALI *et al.*, 2019)
	Incertezas e problemas contratuais e Riscos Legais	(SAKA; CHAN, 2019) (SREELAKSHMI *et al.*, 2017) (ALEMAYEHU *et al.*, 2021)
Recursos Humanos: Treinamento e Educação	Falta de expertise das organizações e dos profissionais do mercado	(FIRDAUS RAZALI *et al.*, 2019) (SAKA; CHAN, 2019) (ABANDA *et al.*, 2015) (SREELAKSHMI *et al.*, 2017) (ALEMAYEHU *et al.*, 2021) (AKDAG; MAQSOOD, 2020) (MOAZZAMI et al., 2020) (ALMUNTASER; SANNI-ANIBIRE; HASSANAIN, 2018)
	Falta de envolvidos prontos para receber o BIM nos Ciclos do Empreendimento (Entre organizações, ou internamente) (preparação do mercado)	(ALEMAYEHU *et al.*, 2021) (AKDAG; MAQSOOD, 2020) (SAKA; CHAN, 2019)
	Curva de aprendizado BIM muito íngreme. (muitos softwares, e que não são amigáveis ou com alto tempo de domínio)	(ALEMAYEHU *et al.*, 2021) (SAKA; CHAN, 2019) (SREELAKSHMI *et al.*, 2017) (ABANDA *et al.*, 2015)
	Treinamento e Educação BIM inacessíveis	(ALEMAYEHU *et al.*, 2021) (SAKA; CHAN, 2019) (SREELAKSHMI *et al.*, 2017) (GANAH; JOHN, 2014), (AKDAG; MAQSOOD, 2020) (ALMUNTASER; SANNI-ANIBIRE; HASSANAIN, 2018)
	Resistência Cultural (quanto à processos, uso computacional ou relutância ao compartilhamento de informação)	(FIRDAUS RAZALI *et al.*, 2019) (SAKA; CHAN, 2019) (SREELAKSHMI *et al.*, 2017) (GANAH; JOHN, 2014), (ALEMAYEHU *et al.*, 2021)
	Falta de colaboração entre membros do time	(FIRDAUS RAZALI *et al.*, 2019) (SAKA; CHAN, 2019) (GANAH; JOHN, 2014), (ALEMAYEHU *et al.*, 2021)

Tecnológico	Problemas de interoperabilidade	(ABANDA et al., 2015) (SAKA; CHAN, 2019) (SREELAKSHMI et al., 2017) (GANAH; JOHN, 2014) (MOAZZAMI et al., 2020)
	Falta de Infraestrutura de dados (física ou em nuvem) para suporte à modelos BIM (Armazenamento, Processamento, etc.)	(ALEMAYEHU et al., 2021) (SAKA; CHAN, 2019) (GANAH; JOHN, 2014), (SREELAKSHMI et al., 2017)
Mercadológico	Benefícios do BIM não são tangíveis, nem claros, o suficiente para garantir o uso (por parte empresas e clientes)	(ALEMAYEHU et al., 2021) (FIRDAUS RAZALI et al., 2019) (AKDAG; MAQSOOD, 2020) (SAKA; CHAN, 2019) (SREELAKSHMI et al., 2017) (ABANDA et al., 2015) (MOAZZAMI et al., 2020)
	Falta de Demanda	(FIRDAUS RAZALI *et al.*, 2019) (SAKA; CHAN, 2019) (SREELAKSHMI *et al.*, 2017)
	Falta de Suporte por parte do Governo	(SAKA; CHAN, 2019) (SREELAKSHMI et al., 2017) (FIRDAUS RAZALI et al., 2019) (MOAZZAMI et al., 2020)
	Falta de suporte no mercado para Implementação e Gerenciamento BIM	(SREELAKSHMI *et al.*, 2017) (SAKA; CHAN, 2019)

Fonte: O autor (2022).

Quadro 9 - Benefícios da Implementação BIM

Categoria	Benefícios	Outras Referências
Performance do Projeto	Melhorias de Segurança	(ZHOU et al., 2017) (ALEMAYEHU et al., 2021)
	Redução do tempo total do empreendimento	(ZHOU et al., 2017) (ALEMAYEHU et al., 2021) (BERNSTEIN et al., 2014)
	Redução dos custos totais de construção	(ZHOU et al., 2017) (ALEMAYEHU et al., 2021) (BERNSTEIN et al., 2014)
Processo de Projeto	Aumento da eficiência de Colaboração entre proprietários e membros do time	(ZHOU et al., 2017) (ALEMAYEHU et al., 2021) (BERNSTEIN et al., 2014)
	Redução dos conflitos de campo durante construção; acurácia de dados	(ZHOU et al., 2017) (ALEMAYEHU et al., 2021)
	Melhoria nas tomadas de decisões	(ZHOU et al., 2017) (ALEMAYEHU et al., 2021)
	Redução de erros e omissões em documentações da Construção	(ZHOU et al., 2017) (ALEMAYEHU et al., 2021) (BERNSTEIN et al., 2014)
	Redução de Retrabalho	(ZHOU et al., 2017) (ALEMAYEHU et al., 2021) (BERNSTEIN et al., 2014)
	Melhor controle ou predição de custos	(ALEMAYEHU et al., 2021) (BERNSTEIN et al., 2014)
	Redução de tempo de documentação; e aumento do tempo de projeto	(ALEMAYEHU et al., 2021) (BERNSTEIN et al., 2014)
	Ciclos de aprovação com o cliente mais rápidos	(ALEMAYEHU et al., 2021) (BERNSTEIN et al., 2014)

Negócios Internos à Organização	Marketing para novos clientes	(ZHOU et al., 2017) (ALEMAYEHU et al., 2021) (BERNSTEIN et al., 2014)
	Melhoria da Imagem da Organização como Liderança da Indústria	(ZHOU et al., 2017) (ALEMAYEHU et al., 2021) (BERNSTEIN et al., 2014)
	Oferta de novos serviços	(ZHOU et al., 2017) (ALEMAYEHU et al., 2021)
	Manutenção de negócios com clientes antigos	(ZHOU et al., 2017) (ALEMAYEHU et al., 2021) (BERNSTEIN et al., 2014)
	Aumento de lucros	(ZHOU et al., 2017) (ALEMAYEHU et al., 2021) (BERNSTEIN et al., 2014)
	Menores reclamações e litígios	(ZHOU et al., 2017) (ALEMAYEHU et al., 2021)
	Redução de Riscos	(ZHOU et al., 2017) (ALEMAYEHU et al., 2021) (BERNSTEIN et al., 2014)
	Melhoramento de recrutamento e retenção de funcionários	(ALEMAYEHU et al., 2021)

Fonte: O autor (2022).

Segundo Alemayehu *et al.*, (2021) a importância de cada benefícios da adoção do BIM é percebido de forma diferente em cada região do globo. O autor analisou pesquisas internacionais de opinião de profissionais do setor e percebeu que há um consenso quanto a dois principais benefícios da adoção do BIM: "Redução de erros e omissões em documentações da Construção" e "Redução de Retrabalho" (ALEMAYEHU *et al.*, 2021). Segundo Bernstein *et al*. (2014), além desses dois benefícios supracitados, há ainda outros dois que se destacam: "Colaboração com proprietários e projetistas" e a "Melhoria da imagem da Organização".

Percebe-se então que os benefícios da adoção do BIM são primeiro sentidos pela equipe interna das organizações, nos processos de projeto, e somente posteriormente e indiretamente serão sentidos pelos clientes, nas fases de construção e operação e, pela sociedade, como um todo.

3.2.3 Estratégias para Implementação BIM

As estratégias para Implementação BIM, tanto em nível nacional, como organizacional, tratam de ações potenciais para o sucesso da implementação, e contribuem na busca de soluções para as barreiras mapeadas, a depender do mercado no qual uma instituição está inserida (BOUGUERRA; YAIK-WAH; ALI, 2020; ALMUNTASER; SANNI-ANIBIRE; HASSANAIN, 2018; SINGH; GU; WANG, 2011; AKDAG; MAQSOOD, 2020).

No Quadro 10 há um resumo de algumas estratégias de Implementação BIM mapeadas por pesquisadores identificados na Revisão Sistemática da Literatura. É possível notar que há ações de vários níveis, em esfera governamental, organizacional, e em nível projetual. Esta hierarquia de níveis será ainda explorada no capítulo 4, que trata sobre a proposição e estruturação teórica do guia desta pesquisa.

Quadro 10 - Estratégias para Implementação BIM

Áreas de Atuação	Estratégias Principais	Principais Autores
Tecnologia e Recursos Humanos (Política)	Investimento em Treinamento	(AKDAG; MAQSOOD, 2020) (BOUGUERRA; YAIK-WAH; ALI, 2020) (ALMUNTASER; SANNI-ANIBIRE; HASSANAIN, 2018)
Estratégia Macro de Mercado	Apoio governamental às organizações e Instituições	(AKDAG; MAQSOOD, 2020) (BOUGUERRA; YAIK-WAH; ALI, 2020)
Tecnologia	Utilização de Infraestrutura de colaboração em Nuvem	(SINGH; GU; WANG, 2011) (ALMUNTASER; SANNI-ANIBIRE; HASSANAIN, 2018)
Processos	Utilização de Modelos de Maturidade para controle de Implementação	(ALMUNTASER; SANNI-ANIBIRE; HASSANAIN, 2018) (ALMUNTASER; SANNI-ANIBIRE; HASSANAIN, 2018)
Processos	Autoridade Pública para definição de regras de Utilização	(BOUGUERRA; YAIK-WAH; ALI, 2020)
Processos	Mudanças em estratégias Gerenciais	(BOUGUERRA; YAIK-WAH; ALI, 2020)
Processos	Definir plano de colaboração e comunicação	(BOUGUERRA; YAIK-WAH; ALI, 2020) (ALMUNTASER; SANNI-ANIBIRE; HASSANAIN, 2018)
Processos	Definir funções e responsabilidades BIM	(BOUGUERRA; YAIK-WAH; ALI, 2020) (ALMUNTASER; SANNI-ANIBIRE; HASSANAIN, 2018)
Política	Mudanças graduais em contratações	(BOUGUERRA; YAIK-WAH; ALI, 2020)
Política	Definição/Utilização de Políticas Nacionais, guias Mandates e Padrões BIM	(BOUGUERRA; YAIK-WAH; ALI, 2020) (ALMUNTASER; SANNI-ANIBIRE; HASSANAIN, 2018)

Fonte: O autor (2022).

Pelo quadro anterior, é possível notar que, embora os pesquisadores definam estratégias adequadas para o seu mercado e cultura, há um certo consenso e alinhamento com a transposição das barreiras supracitadas. O apoio governamental também é identificado pelos autores como fundamental para a manutenção da motivação e do entusiasmo, assim como para enfrentar as barreiras supracitadas. Outro ponto identificado é que as estratégias de implementação devem evoluir de forma gradual (BOUGUERRA; YAIK-WAH; ALI, 2020; LIU; LU; PEH, 2019).

Segundo Bouguerra, Yaik-wah e Ali (2020) a adoção BIM de um país pode acontecer em quatro fases: Uma primeira fase sobre conscientização, treinamentos, demonstração dos benefícios e impactos em custo, tempo e qualidade. Uma segunda fase de disseminação, contando com o apoio governamental para indivíduos e organizações, permitindo que haja uma visão clara do BIM e que adquiram o sentimento de necessidade da mudança. A terceira fase seria uma etapa de gerenciamento de mudanças, com mapeamento de planos de colaboração, fluxos de trabalho, e deveria se iniciar uma obrigatoriedade governamental. Por fim, a última fase seria focada em mudanças contratuais, gerenciamento de riscos, questões de propriedade intelectual e definições de referências governamentais para todos os envolvidos.

Já de acordo com Liu, Lu e Peh (2019), em uma pesquisa baseada no caso particular da adoção BIM em Singapura, a estratégia foi realizada em três etapas. Iniciou-se com um estágio de formulação, com o desenvolvimento de uma estratégia e definições de conceitos que forma a base do BIM, em que as instituições públicas lideraram a implementação BIM e geram demanda no mercado. A segunda etapa foi e disseminação, por meio do incentivo às pesquisas, gerando conhecimento em tecnologia e inovações que se integram ao BIM; realizando mudanças da forma de contrato, integrando gestão de ativos e tecnologias *smart*. E a terceira etapa, de transformação, aconteceu por meio do avanço para além do BIM, com outras tecnologias para uma efetiva transformação digital.

Quanto às estratégias Micro, de Implementação em um fluxo de projeto em organizações públicas, Firdaus Razali *et al.* (2019) define que as estratégias de implementação podem seguir o proposto por Succar (2009). Dividido em 3 estágios, partindo do ponto inicial “Pré BIM”, passando pelo Estágio 1: Modelagem baseada em objetos; Estágio 2: Modelagem baseada em colaboração; e Estágio 3: Práticas Integradas.

Na primeira etapa, da migração do Pré-BIM para o Estágio 1, acontece a migração do 2D para o 3D, deve-se trabalhar com fluxos contendo vistas automatizadas e coordenadas, visualizações 3D, extração de dados básicos do modelo como documentações 2D e quantitativos, e comunicações assíncronas. Do estágio 1 para o Estágio 2, acontece a passagem de modelagem simples para colaboração, com fluxos

com informações compartilhadas, inclusão de tempo e custo, tomada de decisão baseada em matriz de resultados e análise, detecção de interferência entre disciplinas e comunicação assíncrona. Por fim, do Estágio 2 para o estágio 3 deve-se trabalhar em um fluxo multidimensional (com vários Usos BIM), análises complexas a partir do modelo como sustentabilidade, ciclo de vida, custo; bases de dados integradas e federadas, processos Lean definidos, comunicação síncrona e múltiplas tecnologias, em nuvem, de colaboração em BIM.

Ainda, segundo Almuntaser, Sanni-anibire e Hassanain (2018) a implementação BIM pode ocorrer tanto em fases sequenciais (iniciação, planejamento, execução, controle e encerramento), como em grupos de assuntos que ocorrem em paralelo (integração, stakeholders, escopo, recursos, tempo, custo, risco, qualidade, aquisição e comunicação). Dessa forma, espera-se que a implementação BIM, ainda que gradual, seja de amplo espectro, com vários envolvidos em várias linhas de frente, sendo construída de forma matricial (ver Quadro 11).

Quadro 11 - Estratégias para Implementação BIM em modelo matricial

	Iniciação	**Planejamento**	**Execução**	**Controle**	**Encerramento**
Integração	Identificar Metas e Objetivos; informações dos clientes; Obrigações BIM entre as partes; definição de Padrões BIM	Desenvolver BEP e aprovar por todos	Modelar toda informação necessária: modelo 3D, gerenciamento, custo, optimização; coordenação	Certificar a entrega do nível de informação necessário	Encerrar projeto e coletar lições aprendidas; medir performances do BIM na organização;
Stakeholders	Identificar os envolvidos	-	Coordenar os envolvidos	-	-
Escopo	Identificar quem e quais Usos BIM	Definir Escopo; planejar modelo de maturidade para operação/manutenção	-	Certificar se os entregáveis batem com o escopo definido	-
Recursos	Estabelecer um time BIM sem Champion; ou contratar Champion; Identificar Infraestrutura tecnológica adequada	Estimar recursos financeiros e materiais necessários; alocar os recursos apropriadamente	Desenvolver a equipe	Controlar Recursos; Gerenciar a equipe	Identificar necessidades de treinamentos para melhorias contínuas. Assim como necessidades tecnológicas futuras.
Prazo	Identificar entregáveis e marcos para alcançar o prazo	Sequenciar atividades e desenvolver agendas	-	Controlar agendas;	-
Custo	Comprometer financiamento adequado	-	-	Controlar custos;	-
Risco	-	Identificar riscos em potencial à Implementação BIM; gerenciamento de riscos	-	Mitigar e Controlar Riscos	-

Qualidade	-	Planejar critérios e padrões de qualidade	Revisar Modelos BIM em relação ao BEP regularmente; conduzir múltiplas coordenações durante projeto	Certificar controle de nome, versão e progresso, baseado nos padrões exigidos; outras medições de qualidade	-
Aquisição	-	Planejar aquisição com fabricantes e fornecedores de tecnologia.	-	-	-
Comunicação	-	Planejar comunicação com todos os envolvidos; Estabelecer CDE para todos os envolvidos, incluindo clientes, projetistas e contratantes/gerenciadores.	Distribuir informação para todos os envolvidos	Gerenciar comunicação com todos os envolvidos	Entregar IFC / COBIe para clientes; Entregas formais para os contratantes; Usos em FM; Distribuir lições aprendidas entre todos os envolvidos; compartilhar estudo de caso externamente e internamente, para marketing e engajamento.

Fonte: Adaptado de Almuntaser, Sanni-anibire e Hassanain (2018)

Especificamente para a administração e contratações públicas, Porwal e Hewage (2013) definem algumas diretrizes para contratações em BIM. Segundo os autores, a implementação BIM garante um “melhor valor” em projetos e obras de Construção Civil, visando superar desafios técnicos, processuais e organizacionais. Segundo estudo de caso dos autores em um edifício com 5600m² situado no Canadá, a utilização do BIM gerou aumento de produtividade, de coordenação, e diminuição de desperdício de recursos. Verificando-se ainda a coordenação integrada entre contratante (Órgão Público) e contratado (Privado) para que haja antecipação de tomadas de decisões.

No estudo de caso supracitados, os autores colocam que houve a necessidade de adequações da equipe quanto à questões de modelagem e fluxos de trabalho BIM, destacando questões como: faseamento do arquivo em níveis de detalhamento distintos, troca de arquivo e informações entre disciplinas distintas; verificação de performance de sustentabilidade; Orçamentação a partir do modelo; Compatibilização e Verificação de Interferências, utilização de fluxo OpenBIM com IFC; necessidade de gerenciamento do processo na figura do BIM Manager (PORWAL; HEWAGE, 2013).

Sobre a aplicabilidade, eficiência e controle do processo, os autores supracitados descrevem alguns indicadores a serem rastreados: “Horas gastas pela equipe de projeto para preparar modelos BIM e coordenação”; “Capacidade da equipe para lidar

com implementações de novas tecnologias”; “Requisitos de novo hardware e software no processo’; “Precisão de entregas 2D fora do modelo BIM” (PORWAL; HEWAGE, 2013, tradução nossa).

Como resultados da aplicação, os mesmos autores elencaram questões verificadas pelas várias partes envolvidas: necessidade de maiores informações orçamentárias mais detalhadas no modelo (seja em forma de geometria ou metadados); maior integração e colaboração entre as disciplinas. O que minimiza retrabalhos futuros, principalmente devido à precisão dos projetos de aço; a equivalência de qualidade entre as entregas 2D, exportadas do modelo BIM, e em CAD 2D tradicionais; a criação de um fórum de coordenação, reunindo diferentes envolvidos no projeto, abordando a colaboração em todo o projeto; o gerenciamento entre equipes de projeto e cliente público, através de uma plataforma de coordenação, o que alinhava os procedimentos exigidos pelo governo; e a contribuição compartilhada entre proprietário, projetistas e empreiteiro para mapear a necessidade tecnológica de software e hardware (PORWAL; HEWAGE, 2013).

Além das barreiras, benefícios, e estratégias internacionais mapeadas nestes itens, é importante citar a contribuição da pesquisa brasileira de Brito (2019), que também discorre sobre esses mesmos itens, mas de forma afunilada para o Brasil, especificando Fatores Críticos de Sucesso (FCS) para implantação BIM por organizações públicas. Esta pesquisa está melhor detalhada no item 3.3 Implementação BIM no setor público brasileiro.

Contudo antes de entrar nas especificações do mercado brasileiro, é importante compreender como está o status internacional frente ao BIM. Este mapeamento está apresentado no item a seguir.

3.2.4 Status da Implementação BIM Internacionalmente

Ao longo da Revisão Sistemática da Literatura foram identificados alguns países e continentes em diferentes estágios de adoção BIM. A seguir, estão listados os principais países e continentes que surgiram no universo da revisão sistemática da literatura realizada, contudo é importante ressaltar que a utilização do BIM não é exclusividade destes locais.

- **Estados Unidos**

Encontrava-se como um dos líderes de tecnologia de implementação BIM já em 2013 (CHEW; RILEY, 2013). Foi nos Estados Unidos que houve a criação Industry Alliance for Interoperability em 1994, que passou a ser a International Alliance for Interoperability em 1997, culminando na buildingSMART em 2005 (EDIRISINGHE; LONDON, 2015).

A buildingSMART é uma organização sem fins lucrativos, aberta, neutra e internacional, que atua no âmbito da indústria da construção para impulsionar a transformação digital. Tem o objetivo de fornecer melhorias através da criação e adoção de padrões e soluções internacionais e abertos para edificações e infraestrutura (BUILDINGSMART, 2022). Atualmente conta com “capítulos” em vários países, inclusive no Brasil.

Quanto ao incentivo governamental nos Estados Unidos, há relatos de programas de políticas de incentivo desde 2003, e mais tarde, em 2007, se tornou obrigatório no país para edifícios públicos federais, com a publicação do Mandato BIM da GSA (BOUGUERRA; YAIK-WAH; ALI, 2020).

- **Reino Unido**

Sendo uma das principais referências internacionais quanto à implementação do BIM e de padronização, o Reino Unido, vem tomando medidas de adoção BIM nos campos de projeto e construção desde meados dos anos 2000 (BOUGUERRA; YAIK-WAH; ALI, 2020).

Quanto a incentivo governamental, o governo do Reino Unido anunciou, em 2011, uma estratégia governamental com a intenção da obrigatoriedade do BIM colaborativo (BIM Level 2) a ser aplicado em desenvolvimento de projetos para extração de informações de ativos, documentação e dados eletrônicos, com meta até 2016. (KHOSROWSHAHI; ARAYICI, 2012);

Segundo Ganah e John (2014), em 2014 o país ainda estava em processo de maturação para atingir o BIM Level 2. O governo ainda não havia definido um roadmap e havia uma perspectiva de dificuldade entre os profissionais e envolvidos no mercado.

Mantendo uma visão, em nível nacional, de informatizar o processo de construção através de inovação e tecnologia, o Reino Unido adotou padrões de exigências de mercado, como o "*Digital Built Britain*" (EADIE *et al*., 2015), e Guias próprios para adoção BIM (IBRAHIM; AL-KAZZAZ, 2021), como o uso da PAS 1192, que atualmente foi substituída pela ISO 19650, a fim de se atingir as metas anteriormente preestabelecidas (BRITISH STANDARDS INSTITUTION, 2022).

- **Singapura**

Sendo outro caso de sucesso de Implementação BIM em nível Nacional, Singapura vem promovendo o uso do BIM desde 1997 nos diferentes departamentos de construção e aprovações, como plano de construção e certificações de segurança contra incêndio (Wong *et al*., 2010).

Com planos traçados a longo prazo, Singapura estabeleceu a primeira submissão eletrônica BIM do mundo (e-submission) por meio da Autoridade de Construção e Edificação (The Building and Construction Authority - BCA) (EDIRISINGHE; LONDON, 2015), exigindo a obrigatoriedade de submissões eletrônicas em BIM para projetos de novas edificações e acima de 5.000 m² (KANETA *et al*., 2016).

Quanto à preparação do mercado para recepção do BIM, tornou-se obrigatório para arquitetos e engenheiros consultores usarem o BIM em seus projetos. Ainda que nem sempre a qualidade dos projetos em BIM seja homogênea (KANETA *et al*., 2016).

Segundo Liu, Lu e Peh (2019), a adoção do BIM em Singapura se deu devido à evolução, acompanhamento e dinamismo da política de adoção do BIM no país. Segundo o autor, ainda em 2010 se iniciou um estágio de formulação BIM através do aproveitamento deste como um meio para disseminar entregas mais sustentáveis e eficientes entre os profissionais de construção. Em 2015 houve um estágio de aceleração e disseminação do BIM na Indústria da Construção. Em 2017 se iniciou um estágio de Transformação, através da transformação digital da indústria AECO com outras tecnologias emergentes.

- **Austrália**

Na Austrália o BIM emergiu por volta de 2011 (EASTMAN *et al*., 2011), depois que o governo do Reino Unido reconheceu os benefícios tangíveis do uso do BIM.

Por parte dos incentivos nacionais, em fevereiro de 2016, a "*Infrastructure Australia*" recomendou que o governo australiano tornasse o uso do BIM obrigatório para o desenvolvimento de projetos de infraestrutura complexos de grande escala (BOUGUERRA; YAIK-WAH; ALI, 2020). Dessa maneira, o Departamento de Planejamento, Transporte e Infraestrutura (DPTI) desenvolveu diretrizes BIM para agências governamentais, consultores e contratados (MCAULEY *et al*., 2017).
Outros órgãos aderiram aos incentivos governamentais, como o Departamento de Defesa, que reconheceu os benefícios do BIM e visa utilizar BIM e IPD (*Integrated Project Delivery*) nos empreendimentos (MCAULEY *et al*., 2017).

- **Japão**

Segundo Kaneta *et al*. (2016), na época de seus estudos a Implementação BIM no Japão não era encorajada consensualmente em uma estrutura "top-down", sendo muitas vezes encabeçada pelos profissionais técnicos.
Contudo, desde a última década alguns incentivos governamentais já haviam surgido, como a publicação de Guias BIM, em 2014, pelo MLIT (*Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism*), e a seleção de projetos pilotos para o setor público (BOUGUERRA; YAIK-WAH; ALI, 2020).

- **Paquistão**

Segundo Akdag e Maqsood (2020), a Implementação no país ainda está em nível de maturação. O autor realizou pesquisas com arquitetos profissionais e mapeou a necessidade clara por mudança nos métodos tradicionais, através do planejamento pré-construção e projetos sustentáveis.
Ainda segundo os autores, há muitos problemas de falhas de comunicação, coordenação e colaboração entre as partes, assim, os projetos encontrados em BIM no país são em sua maioria casos de larga ou extralarga escala.
Para os envolvidos em projetos de menores escalas há um mercado promissor, porém, há indícios de falta de profissionais qualificados e pouco incentivo governamental (AKDAG; MAQSOOD, 2020).

- **África**

No continente africano foi observado uma heterogeneidade quanto à adoção do BIM. Segundo (SAKA; CHAN, 2019) o norte do continente, em especial no Egito, há alto nível de conhecimento do BIM; na África Ocidental, África do Sul e África Oriental há um progresso moderado, enquanto a África Central parece estar atrasada na adoção, implementação e pesquisa do BIM.

Os desafios relacionados a processos e pessoas são percebidos como os desafios mais graves que impedem a proliferação do BIM, seguidos por barreiras relacionadas à economia e barreiras relacionadas à tecnologia. Assim, há uma necessidade de aumentar a conscientização e pesquisas sobre os benefícios da implementação BIM. Além disso, melhores incentivos governamentais poderiam ajudar a impulsionar a inovação BIM na indústria africana de AECO, conforme observado em países desenvolvidos (SAKA; CHAN, 2019).

Algumas das lacunas observadas pelos autores quanto à adoção BIM no continente africano são: difusão lenta e em estágios iniciais; menos da metade dos países do continente estão envolvidos em discussões BIM; falta de estudos sobre benefícios e implementação BIM; falta de suporte do governo ao BIM; divisão de níveis de “BIM compatível com grandes empresas” e “BIM compatível com pequenas empresas”; ausência, a nível de mercado, de guias, padrões e estratégias para Implementação BIM (SAKA; CHAN, 2019).

- **Arábia Saudita**

Embora esteja em uma região com boa aceitação dos benefícios do BIM (ALEMAYEHU *et al.*, 2021), a Arábia Saudita enfrenta algumas barreiras mapeadas para maturação do BIM: necessidade de criação de uma consciência e educação no mercado para a transição do 2D-CAD para o BIM; necessidade de adequação nos fluxos de trabalhos e processos, para aproximá-lo do estado atual, facilitando a transição; falta de treinamento BIM adequado; busca por “BIM Champions” e profissionais qualificados; e a necessidade de realizar melhorias na infraestrutura para acomodar a transição de processos BIM (ALMUNTASER; SANNI-ANIBIRE; HASSANAIN, 2018).

- **Canadá**

No Canadá, embora a implementação BIM já tenha avançado na construção de projetos de construção, o país está relativamente atrás dos Estados Unidos e Reino

Unido. Mais engajamento e esforços são necessários por parte do governo, academia e indústria para maximizar os benefícios da implementação do BIM na indústria AECO do país (MOAZZAMI *et al.*, 2020).

Segundo um estudo feito por Moazzami *et al.* (2020) com profissionais canadenses, há uma credibilidade do BIM no mercado principalmente quanto à melhoria da construtibilidade, detecção de conflitos e sequenciamento de trabalho, e gerenciamento e operação de instalações. Além de melhorias em indicadores como custos, retrabalho e qualidade de projetos.

Os resultados deste estudo mostram que ainda haviam problemas a serem superados no mercado canadense, como questões de interoperabilidade, propriedade intelectual de dados BIM, falta de informações construtivas nos modelos e falta de conhecimento BIM nas organizações proprietárias. Além da falta geral de compreensão do proprietário sobre os benefícios do BIM (MOAZZAMI *et al.*, 2020).

Em 2014, a buildingSMART (2022) estipulou um roadmap para orientar a transformação necessária na Industria AECO do Canadá, envolvendo processos colaborativos de entrega e ciclo de vida de projetos baseados em BIM, sendo fundamentado em seis princípios: engajar, desenvolver, educar, implantar, avaliar e sustentar (MOAZZAMI *et al.*, 2020).

Como verificado anteriormente, as ações de implementação BIM ocorrem em diferentes níveis: no nível governamental do país, com políticas, estratégias e legislações específicas; a nível institucional, com mudanças de cultura e a nível de projeto. A compreensão da situação do BIM internacionalmente é fundamental para entender como se dá essa adoção a nível de governo, sendo importante para esta pesquisa por trazer contribuições sobre os casos específicos dos países supracitados. Permitindo mapear as diferenças, mas também as similaridades, como por exemplo a adoção BIM gradual em fases, o incentivo governamental por meio de legislações, normas, guias e roadmaps, e muitas vezes de entidades específicas para tratar de BIM, a necessidade de padronização dos processos no país, as barreiras a serem superadas, e os benefícios esperados.

Uma vez explanado o status internacional da implementação BIM, o mercado Brasileiro será tratado em separado mais adiante. Adicionalmente, os próximos

tópicos serão focados nas características do setor público brasileiro. Devido sua importância para o tema da pesquisa.

3.3 Implementação BIM no setor público brasileiro

Das 81 ocorrências identificadas na Revisão Sistemática da Literatura Nacional (Ver Apêndice B), 27 foram escolhidas como principais contribuições para Implementação BIM na administração pública, e estão resumidas no Quadro 12 a seguir:

Quadro 12 - Principais contribuições, por temas, da RSL Nacional

TEMA	PUBLICAÇÕES DE REFERÊNCIA
Adoção BIM em nível Macro / Mercado Nacional	A digitalização das empresas de projetos com a adoção do BIM: oportunidades e barreiras. (MARTINS; SANTOS; CARDOSO, 2021)
	Avaliação de papéis e mecanismos governamentais para disseminação do BIM no setor AECO. (BRITO et al., 2019)
	Avaliação dos Objetivos BIM nas licitações públicas brasileiras. (DURAN, 2020)
	Os desafios e os esforços da cadeia produtiva da construção civil para a adoção do BIM. (FREITAS; MELHADO; CARDOSO, 2018)
	Panorama BIM: visões e reflexões da adoção pela indústria da construção civil brasileira. (MAGALHÃES, 2019)
Contratual	BIM e contratos na construção civil: um estudo das relações contratuais para a gestão do projeto remoto. (RODRIGUES; MICHEL; SILVA, 2020)
	Ferramenta informatizada de apoio à criação de documentos de diretrizes para contratação de empreendimentos em BIM. (FARIA, 2018)
	Modelos de contrato colaborativo e projeto integrado para modelagem da informação da construção. (ABAURRE, 2014)
	Plano de execução BIM: proposta de diretrizes para contratantes e fornecedores de projeto. (MANENTI; MARCHIORI; CORRÊA, 2019)
Estratégias de Implementação BIM	Ações potenciais para implementação de BIM por organizações públicas contratantes. (BRITO; FERREIRA, E. De A. M.; COSTA, D. B., 2021)
	Diretrizes de contratação BIM para órgãos públicos: um estudo de caso. (MOURA *et al.*, 2021)
	Implementação da abordagem e tecnologia BIM no processo de gestão na FIOCRUZ. (PEREIRA; CORREIA, 2019)
Gestão de Projetos e Processos	A GESTÃO DE PROJETOS E AS TECNOLOGIAS DIGITAIS: estratégia BIM-BR e tendências pós-pandemia. (SALGADO, 2020)
	Considerações sobre fluxos de trabalho BIM para desenvolvimento de projetos de obras em organizações públicas. (MICELI JUNIOR; PELLANDA; REIS, 2019)
Governança e Gestão de Risco	A influência do BIM - Building Information Modelling na gestão de riscos: Mapeamento Sistemático da Literatura. (VIANA; CARVALHO, 2019)
	Implementação da modelagem da informação da construção (BIM) em projetos: pesquisa e proposta de melhoria no contexto da Governança, Risco e Conformidade (GRC). (OLIVEIRA, 2019).
	Restrições orçamentárias e entrega de valor: sinergias entre BIM e custeio-meta. (MORAIS; GRANJA; RUSCHEL, 2015)
	Uso do BIM para a gestão de riscos em empreendimentos de infraestrutura no Brasil. (FERNANDES *et al.*, 2021)
	Análise de modelos de maturidade para medição da implementação do Building Information Modeling (BIM). (LIMA; CATAI; SCHEER, 2021)

Modelos de Maturidade e Medição de Acompanhamento	O uso do VDC scorecard na validação de métodos para análise de desempenho da gestão do processo de projeto no cenário brasileiro. (BRITTO *et al.*, 2015)
	The use of FTA to evaluate the potential of BIM platform in building rehabilitation. (DA SILVA; SALGADO, 2017)
openBIM	Metacompilação de classes para acesso a modelos IFC e sugestões para criação de classes para acesso em alto nível. (AYRES FILHO; SCHEER, 2009)
	Ontologias na construção civil: uma alternativa para o problema de interoperabilidade com o uso do IFC. (CORRÊA; SANTOS, 2014)
Padrões e Codificação	Alinhamento das diretrizes de Plano de Execução BIM em guias brasileiros com a ISO 19650-2:2018. (PEINADO; PRATES; RUSCHEL, 2021)
	Panorama internacional e status de adoção da ISO 19650. (COSTA, *et al.*, 2021)
	Recomendações para a implementação da interoperabilidade entre SINAPI e normas da série NBR 15965. (DA SILVA *et al.*, 2022)
Tecnologia	Classificação de plataformas computacionais quanto aos usos do BIM. (BILLER *et al.*, 2021)

Fonte: O autor (2022).

O quadro anterior sintetiza a necessidade de discussões acerca de temas específicos para o caso do Brasil. Para tanto, os próximos tópicos discorrem sobre governança, gestão de obras públicas e BIM, aspectos legais e contratuais do BIM para obras públicas brasileiras e padrões, normas e guias BIM brasileiros.

3.3.1 Governança e gestão de obras públicas

Segundo Martins (2003) as políticas públicas dispõem sobre “o que fazer” (ações), “aonde chegar” (objetivos) e “como fazer” (princípios e estratégias). Posteriormente, o autor define políticas públicas como “um conjunto articulado e estruturado de ações e incentivos que buscam alterar uma realidade em resposta a demandas e interesses dos atores envolvidos” (MARTINS, 2003, p. 28).

Portanto, Políticas Públicas referem-se à mobilização político-administrativa com a finalidade de articular e designar recursos e esforços, buscando solucionar um problema coletivo (PROCOPIUCK, 2013). A gestão, fiscalização e controle desses recursos, objetivos, ações e estratégias, englobam um conceito mais elaborado, atualmente conhecido como Governança Pública.

Na literatura o termo Governança tem precedentes da década de 80. Contudo, quando relacionado à Governança em relação à Administração Pública, o termo tomou visibilidade após movimento do Banco Mundial ao final da referida década (BRASIL, 2014).

Inicialmente o termo era traduzido na época como *"o exercício do poder político para gerir os assuntos de uma nação".* (BANCO MUNDIAL, 1989). Posteriormente, o termo foi redefinido como "a maneira pela qual o poder é exercido na administração dos recursos econômicos e sociais do país, com vistas ao desenvolvimento" (BANCO MUNDIAL,1992). Alguns anos depois, o conceito foi mais uma vez reestruturado.

Segundo tradução do Tribunal de Contas da União (BRASIL, 2014), Governança é sintetizada por formulação previsível, aberta e esclarecida de políticas (ou seja, processos transparentes); uma burocracia imbuída com *ethos* profissional; um braço executivo responsável por suas ações; e uma forte participação da sociedade civil nos negócios públicos; e todos se comportando sob as regras da lei. (BANCO MUNDIAL, 1994).

O termo passou por algumas modificações e citações ao longo de alguns anos, sendo citado no Plano Diretor da Reforma do Aparelho do Estado, em 1995, no documento Gestão Pública para um Brasil de Todos em 2003; no Decreto nº 5.378/2005 em 2005, sendo sempre referido como a capacidade de formular, implementar, avaliar políticas públicas (BRASIL, 2014).

Contudo, no início do século XXI, novos pesquisadores, como por exemplo Azevedo e Anastasia (2002); Diniz (2001); Marini e Martins (2006) trouxeram mais algumas contribuições ao conceito de Governança. (BRASIL, 2014) Assim, o termo passou a ter a combinação de dois elementos: a capacidade operacional burocrática direta, relacionada à regulação das políticas públicas; e a criação de canais institucionalizados, eficientes e com o envolvimento da sociedade na implementação de políticas. Tudo isso gerando valor público, não apenas no sentido objetivo de indicadores de desempenhos; mas também valores subjetivos, como expectativas, confiança e satisfação da sociedade (BRASIL, 2014).

Mais Recentemente, em 2017, através do "DECRETO Nº 9.203, DE 22 DE NOVEMBRO DE 2017 - Dispõe sobre a política de governança da administração pública federal direta, autárquica e fundacional" (BRASIL, 2017b). O governo federal reformulou e formalizou juridicamente alguns termos, como "governança pública"; "valor público"; "gestão de riscos". Além de estabelecer "princípios", "diretrizes" e "mecanismos" para o exercício da Governança Pública.

Tais definições estão apresentadas a seguir:

> "I - governança pública - conjunto de mecanismos de liderança, estratégia e controle postos em prática para avaliar, direcionar e monitorar a gestão, com vistas à condução de políticas públicas e à prestação de serviços de interesse da sociedade;
> II - valor público - produtos e resultados gerados, preservados ou entregues pelas atividades de uma organização que representem respostas efetivas e úteis às necessidades ou às demandas de interesse público e modifiquem aspectos do conjunto da sociedade ou de alguns grupos específicos reconhecidos como destinatários legítimos de bens e serviços públicos; [...]
> IV - gestão de riscos - processo de natureza permanente, estabelecido, direcionado e monitorado pela alta administração, que contempla as atividades de identificar, avaliar e gerenciar potenciais eventos que possam afetar a organização, destinado a fornecer segurança razoável quanto à realização de seus objetivos." (BRASIL, 2017b. Art. 2º).

3.3.1.1 Princípios da governança pública

Conforme a legislação brasileira, os princípios da governança pública são os seguintes:

> I."capacidade de resposta;
> II.integridade;
> III.confiabilidade;
> IV.melhoria regulatória;
> V.prestação de contas [accountability] e responsabilidade; e
> VI.transparência" (BRASIL, 2017b. Art. 3º).

3.3.1.2 Diretrizes da governança pública

O referido DECRETO Nº 9.203, 22/11/2017, traz também diretrizes da governança, o texto na íntegra segue abaixo, com destaques para os trechos que podem ser relacionados com a utilização da Modelagem da Informação da Construção em empreendimentos públicos.

> I - direcionar ações para a busca de resultados para a sociedade, **encontrando soluções tempestivas e inovadoras para lidar com a limitação de recursos e com as mudanças de prioridades**;
> II - promover a simplificação administrativa, a **modernização da gestão pública** e a integração dos serviços públicos, especialmente aqueles prestados por meio eletrônico;
> III - monitorar o desempenho e avaliar a concepção, a implementação e os resultados das políticas e das ações prioritárias para assegurar que as diretrizes estratégicas sejam observadas;
> IV - articular instituições e coordenar **processos para melhorar a integração entre os diferentes níveis e esferas do setor** público, com vistas a gerar, preservar e entregar valor público;

> V - **fazer incorporar padrões elevados de conduta** pela alta administração para orientar o comportamento dos agentes públicos, em consonância com as funções e as atribuições de seus órgãos e de suas entidades;
> VI - implementar controles internos fundamentados na **gestão de risco,** que privilegiará ações estratégicas de prevenção antes de processos sancionadores;
> VII - avaliar as propostas de criação, expansão ou aperfeiçoamento de políticas públicas e de concessão de incentivos fiscais e aferir, sempre que possível, seus custos e benefícios;
> VIII - manter **processo decisório orientado pelas evidências**, pela conformidade legal, pela qualidade regulatória, pela desburocratização e pelo apoio à participação da sociedade;
> IX - **editar e revisar atos normativos**, pautando-se pelas **boas práticas regulatórias** e pela legitimidade, estabilidade e coerência do ordenamento jurídico e realizando consultas públicas sempre que conveniente;
> X - **definir formalmente as funções, as competências e as responsabilidades** das estruturas e dos arranjos institucionais; e
> XI - promover a **comunicação aberta, voluntária e transparente** das atividades e dos resultados da organização, de maneira a fortalecer o **acesso público à informação** (BRASIL, 2017b. Art. 4º. Grifo nosso).

3.3.1.3 Mecanismos para o exercício da governança pública

O DECRETO Nº 9.203 de 2017, também dispõe sobre mecanismos de exercício da governança pública:

> I. "liderança, que compreende conjunto de práticas de natureza humana ou comportamental exercida nos principais cargos das organizações, para assegurar a existência das condições mínimas para o exercício da boa governança, quais sejam:
> A. integridade;
> B. competência;
> C. responsabilidade; e
> D. motivação
> II. estratégia, que compreende a definição de diretrizes, objetivos, planos e ações, além de critérios de priorização e alinhamento entre organizações e partes interessadas, para que os serviços e produtos de responsabilidade da organização alcancem o resultado pretendido; e
> III. controle, que compreende processos estruturados para mitigar os possíveis riscos com vistas ao alcance dos objetivos institucionais e para garantir a execução ordenada, ética, econômica, eficiente e eficaz das atividades da organização, com preservação da legalidade e da economicidade no dispêndio de recursos públicos" (BRASIL, 2017b. Art. 5º).

Estes mecanismos de liderança, estratégia e controle devem, portanto, ser levados em consideração quando da Implementação BIM, um vez que esta trata-se de um processo de curto, médio e longo prazo, que envolve mudanças significativas na administração pública, devendo ser planejada por meio de estratégias que definam

como esta implementação BIM será gerenciada, liderada e controlada afim de alcançar os objetivos e metas desejados.

3.3.2 BIM na governança de obras públicas

Tratando especificamente de Obras Públicas, é conhecido que estas apresentam alguns problemas recorrentes como por exemplos aditivos de contratos, de prazos e custos, contrato encerrado com objetos inconclusos por falta de definição de escopo, insustentabilidade ambiental, baixa qualidade de obras (TCU, 2018).

A título de exemplo, no relatório anual de Fiscalização de Obras Públicas do Tribunal de Contas da União de 2018, há um levantamento de 10 anos de fiscalizações, apontando desconformidades em um universo de 1688 empreendimentos, neste, o ítem "Projeto básico deficiente, inexistente ou desatualizado" é o segundo maior achado de desconformidade em auditorias, presente em 69% do universo fiscalizado, (perdendo apenas para o item "Sobrepreço/Superfaturamento", com 79% de ocorrências), e sendo seguido por "Falha na composição de custos", "Descumprimento de cronograma", itens relativos às disciplinas correlatas ao projeto arquitetônico (TCU, 2018).

Percebe-se, portanto, que os problemas observados em obras públicas são, em sua maioria, advindos de má definição de escopo do projeto básico - objeto de muitas contratações públicas na Lei 8.666/1993 e Lei 14.133/2021 (BRASIL, 1993, 2021) - seja por falta de qualidade, falta de tempo hábil de planejamento ou falta de integração e coordenação entre disciplinas. As referidas Leis de Licitações Públicas Lei 8.666 de 1993 (Válida até dezembro de 2023) e Nova Lei 14.133, de 2021 definem o Projeto Básico objeto de licitações como:

> "conjunto de elementos necessários e **suficientes**, com nível de precisão **adequado**" (Lei 8.666/1993 e Lei 14.133/2021), "para caracterizar a obra ou serviço"(Lei 8.666/1993) ou "definir e dimensionar a obra ou serviço" (Lei 14.133/2021), "ou complexo de obras ou serviços objeto da licitação, elaborado com base nas indicações dos estudos técnicos preliminares, que assegurem a viabilidade técnica e o adequado tratamento do impacto ambiental do empreendimento, e que possibilite a avaliação do custo da obra e a definição dos métodos e do prazo de execução [...]" (BRASIL, 1993 e 2021. Grifo nosso).

Contudo, segundo Rasmussen (2013), um projeto básico possui uma interpretação aberta quanto ao que é "**suficiente ou adequado**".

> "Um dos resultados práticos dessa falta de cumprimento normativo é que pouco tempo e poucos recursos humanos especializados (arquitetos, engenheiros, técnicos) são alocados à fase de planejamento pelos serviços públicos, gerando muita improvisação e modificações durante a fase de construção. Não é incomum que ou o custo inicial surja sem agregar qualidade ao escopo do projeto ou este último seja reduzido pelo mesmo preço inicial" (Rasmussen, 2013).

Nesse sentido, o BIM pode ser utilizado pelo setor público como uma estratégia ("como fazer"), que visa auxiliar no alcance do Objeto de um empreendimento público ("o que fazer"), trazendo os benefícios esperados pelos atores envolvidos, justificando os objetivos ("aonde chegar"); estando de acordo com os princípios da Governança Pública (capacidade de resposta; integridade; confiabilidade; melhoria regulatória; accountability, responsabilidade e transparência).

3.3.3 Aspectos legais e contratuais do BIM em obras públicas

Além das leis supracitadas, com aplicação macro em licitações, alguns outros instrumentos legais das organizações públicas brasileiras, citam o *Building Information Modeling* diretamente. Alguns desses instrumentos importantes para a construção do conhecimento em implementação BIM na administração pública brasileira são a Estratégia BIM BR (traduzida pela sequência de alguns decretos federais) e a nova Lei de Licitações e Contratos Administrativos (para a Administração Pública Direta).

3.3.3.1 Estratégia BIM BR e Decretos BIM

Como já apresentado anteriormente, os incentivos formais e jurídicos do Governo Federal Brasileiro para Implementação do BIM são uma série de Decretos que culminaram na estruturação da chamada Estratégia BIM BR (Decreto nº 9.377 de 17 de maio de 2018; Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019; Decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020).

A referida Estratégia BIM BR tem como objetivo "promover um ambiente adequado ao investimento em BIM e sua difusão no país" (MDIC, 2018), para tanto são definidas no Decreto 9.377 de 2018 os seguintes objetivos específicos da Estratégia BIM BR (MDIC, 2018; BRASIL, 2018):

> I. *"difundir o BIM e seus benefícios;*
> II. *coordenar a estruturação do setor público para a adoção do BIM;*
> III. *criar condições favoráveis para o investimento, público e privado, em BIM;*
> IV. *estimular a capacitação em BIM;*
> V. *propor atos normativos que estabeleçam parâmetros para as compras e as contratações públicas com uso do BIM;*
> VI. *desenvolver normas técnicas, guias e protocolos específicos para adoção do BIM;*
> VII. *desenvolver a Plataforma e a Biblioteca Nacional BIM;*
> VIII. *estimular o desenvolvimento e aplicação de novas tecnologias relacionadas ao BIM; e*
> IX. *incentivar a concorrência no mercado por meio de padrões neutros de interoperabilidade BIM."* (MDIC, 2018; BRASIL, 2018).

Além de fazer mais algumas disposições gerais sobre a Estratégia BIM BR, o referido Decreto também institui competências para o Comitê Gestor BIM. Há ainda determinações sobre entidades e profissionais envolvidos, metas e escalonamentos do Governo para a implementação gradual do BIM.

Em especial sobre o Decreto nº 10.306 de 2020, vale ressaltar, que este faz ainda considerações a respeito da utilização do BIM na execução direta e indireta de obras e serviços de arquitetura e engenharia:

> *"I - na execução direta de obras e serviços de arquitetura e engenharia, a aplicação do **BIM** será realizada em uma ou mais etapas do ciclo de vida da construção; e*
> *II - na execução indireta, por meio de contratação de obras e serviços de arquitetura e engenharia, o edital e o instrumento contratual deverão prever a obrigação de o contratado aplicar o **BIM** em uma ou mais etapas do ciclo de vida da construção. [...]*
> *[..] § 2º Para fins do disposto no inciso II do **caput**, na execução indireta de obras e serviços de engenharia, os contratantes deverão incluir, no edital ou no instrumento contratual, a obrigação de os contratados utilizarem o **BIM** para a execução de programas, projetos e atividades de interesse recíproco"* (BRASIL, 2020. Art 5º. Grifo do autor).

Conforme destacado no parágrafo anterior do decreto citado, percebe-se que para compreender de fato como o BIM deverá ser inserido na administração pública é importante conhecer sobre os regimes jurídicos de contratações de obras e serviços de arquitetura e engenharia, e leis específicas para edital de licitação e instrumentos contratuais, leis estas que ainda dependem da natureza da instituição (BRASIL, 2021, 2016, 2011, 1993). Ainda assim, o Decreto nº 10.306 discorre também sobre obrigações mínimas em um contrato BIM:

> *"I - os usos do **BIM** a que se refere o art. 4º, obedecidas as suas fases de disseminação;*
> *II - a disponibilização dos arquivos eletrônicos, que deverão conter os modelos e os documentos técnicos que compõem o projeto de arquitetura e*

> *engenharia, em formato aberto (não proprietário) e em outro formato exigido pela contratante no edital de licitação;*
> *III - o atendimento das exigências do órgão ou da entidade contratante em relação aos níveis de detalhamento e de informação requeridos nos projetos de arquitetura e engenharia;*
> *IV - a manutenção das condições de habilitação e qualificação exigidas no processo licitatório, durante a execução do contrato, em conformidade com as obrigações assumidas, para garantia da proteção e da conservação dos serviços executados;*
> *V - a execução dos serviços com o cumprimento do programa de necessidades e das diretrizes do projeto de arquitetura e engenharia referencial, elaborado direta ou indiretamente pelo órgão ou pela entidade contratante, durante a fase preparatória da licitação da obra, sem prejuízo do disposto na legislação nas normas técnicas;*
> *VI - a obtenção de autorizações governamentais e o pagamento de despesas referentes a taxas, alvarás e registros em entidades públicas considerados necessários à execução dos serviços contratados;*
> *VII - a responsabilidade pelo treinamento e pela capacitação dos profissionais alocados para executar os serviços sem quaisquer ônus adicionais para o órgão contratante;*
> *VIII - a correção das deficiências apontadas pelo órgão contratante na execução dos serviços, em particular, aqueles decorrentes de vícios ou falhas; e*
> *IX - a declaração de que os direitos autorais patrimoniais disponíveis, decorrentes da elaboração dos projetos e modelos **BIM** de arquitetura e engenharia e das obras, serão cedidos, sem qualquer limitação, ao respectivo órgão ou entidade contratante, no ato da contratação"* (BRASIL, 2020. Art 6º. Grifo do autor).

3.3.3.2 BIM em Licitação e Regimes de Contratações

Através de uma revisão documental nas leis de licitação na administração pública brasileira no âmbito de obras e serviços de arquitetura e engenharia, é possível fazer uma relação da aplicação destas com a utilização do BIM conforme definido no Decreto nº 10.306. As referidas leis, natureza das organizações nas quais são aplicáveis e os regimes de contratação de empreitada de obras e serviços encontram-se sumarizados no Quadro 13 a seguir:

Quadro 13 - Leis de licitação, Regimes de Contratação e relação com BIM

<table>
<tr><th colspan="2">Lei</th><th colspan="2">Aplicabilidade</th><th colspan="2">Lei</th><th colspan="2">Aplicabilidade</th><th colspan="2">Lei</th><th colspan="2">Aplicabilidade</th><th>Regimes de Contratação previstos na Lei</th></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="4">Lei 14.133/2021 (Nova Lei de Licitações)</td><td colspan="2" rowspan="4">"[...] licitação e contratação para as Administrações Públicas diretas, autárquicas e fundacionais da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios"</td><td colspan="2" rowspan="3">Lei 13.303/2016 (Lei das "Estatais")</td><td colspan="2" rowspan="3">"[...] empresa pública, da sociedade de economia mista e de suas subsidiárias, abrangendo toda e qualquer empresa pública e sociedade de economia mista da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios que explore atividade econômica de produção ou comercialização de bens ou de prestação de serviços [...]".</td><td colspan="2" rowspan="2">Lei 12.462/2011
(RDC - Regime Diferenciado de Contratações)</td><td colspan="2" rowspan="2">obras da COPA; Jogos Olímpicos; Ações do PAC; Obras e serviços do SUS; estabelecimntos penais e socioeducativos; ações de segurança pública; mobilidade urbana e infraestrutura logística; locações e bens e imóveis; ações em órgãos de ciência, tecnologia e Inovação</td><td>Empreitada por Preço Unitário</td></tr>
<tr><td colspan="2">L8.666/1993 (Antiga Lei de Licitações - Validade Abril/2023)</td><td colspan="2">"obras, serviços, inclusive de publicidade, compras, alienações e locações no âmbito dos Poderes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios"
(Não cita "BIM")</td><td>Empreitada por Preço Global
Empreitada Integral
Contratação por tarefa</td></tr>
<tr><td colspan="2">(Não cita "BIM")</td><td>Contratação Integrada</td></tr>
<tr><td colspan="6">(Não cita "BIM")</td><td>Contratação Semi-integrada</td></tr>
<tr><td colspan="6">Há referência à utilização do "BIM" explicitamente</td><td>Fornecimento e Prestação de serviço associado</td></tr>
</table>

Fonte: O Autor (2022).

Sobre os regimes de contratação previstos na Lei, verifica-se que todos estes podem se adequar ao BIM, contudo, as leis deixam claras que os objetos da licitação são os empreendimentos (obras e serviços de arquitetura e engenharia), assim sendo, o BIM pode apenas ser solicitado como um "meio", não como fim.

Especificamente sobre o BIM, a Lei 14.133/2021 o traz em seu texto da seguinte forma:

> "§ 3º Nas licitações de obras e serviços de engenharia e arquitetura, sempre que adequada ao objeto da licitação, será *preferencialmente* adotada a Modelagem da Informação da Construção (**Building Information Modelling** - BIM) ou tecnologias e processos integrados similares ou mais avançados que venham a substituí-la". *(BRASIL, 2020. CAPÍTULO II. Seção 1. Art. 19. Grifo do autor).*

Do parágrafo anterior, é importante ressaltar a utilização do termo "preferencialmente". Segundo Bonatto (2022), o emprego do termo possui sentido jurídico equivalente ao "obrigatório, exceto quando justificável". Devendo essa justificativa responder adequadamente aos princípios da Governança Pública de prestação de contas (ou accountability) e responsabilidade; e transparência.

Além dos regimes de contratação, a utilização do BIM deve também observar os critérios de julgamento da licitação, a saber:

- menor preço;
- maior desconto;
- melhor técnica ou conteúdo artístico;
- técnica e preço;
- maior lance, no caso de leilão;
- maior retorno econômico.

A depender do critério utilizado, a estratégia para utilização do BIM se adequa melhor a um ou a outro. Os critérios que visam apenas o valor do Objeto licitado (menor preço; maior desconto; maior lance) possuem maior dificuldade quanto à adequação ao BIM, já os critérios que avaliam também a técnica (melhor técnica ou conteúdo artístico; técnica e preço), em outras palavras, que observam “o meio” do processo, permitem maior permeabilidade, especificação e julgamento do nível de BIM desejado (BONATTO, 2022).

3.3.3.3 BIM e o julgamento e fiscalização de contratações públicas

A Lei 14.133 trata ainda sobre o Julgamento das licitações, visando a prevenção de desvios de conduta, para tanto, deixa claro o conceito, as formas e a necessidade de combate ao sobrepreço e superfaturamento:

> “LVI - sobrepreço: preço orçado para licitação ou contratado em valor expressivamente superior aos preços referenciais de mercado, seja de apenas 1 (um) item, se a licitação ou a contratação for por preços unitários de serviço, seja do valor global do objeto, se a licitação ou a contratação for por tarefa, empreitada por preço global ou empreitada integral, semi-integrada ou integrada;
> LVII - superfaturamento: dano provocado ao patrimônio da Administração, caracterizado, entre outras situações, por:
> a) medição de quantidades superiores às efetivamente executadas ou fornecidas;
> b) deficiência na execução de obras e de serviços de engenharia que resulte em diminuição da sua qualidade, vida útil ou segurança;
> c) alterações no orçamento de obras e de serviços de engenharia que causem desequilíbrio econômico-financeiro do contrato em favor do contratado;
> d) outras alterações de cláusulas financeiras que gerem recebimentos contratuais antecipados, distorção do cronograma físico-financeiro, prorrogação injustificada do prazo contratual com custos adicionais para a Administração ou reajuste irregular de preços;” (BRASIL, 2020. CAPÍTULO III. Art. 6º).

Através das potencialidades do trabalho em BIM, quanto à transparência e checagem do processo de projeto, a utilização deste configura mais um instrumento de prevenção de desvios de conduta. Para tanto, as características e fluxos de trabalho em BIM desejados para tal, deverão estar bem definidos e caracterizados no Termo de Referência, principal ferramenta legal, junto ao projeto básico, para julgamento e fiscalização de obras e serviços de engenharia. Sobre este instrumento, a Lei define:

> *"XXIII - termo de referência: documento necessário para a contratação de bens e serviços, que deve conter os seguintes parâmetros e elementos descritivos:*
> *a) definição do objeto, incluídos sua natureza, os quantitativos, o prazo do contrato e, se for o caso, a possibilidade de sua prorrogação;*
> *b) fundamentação da contratação, que consiste na referência aos estudos técnicos preliminares correspondentes ou, quando não for possível divulgar esses estudos, no extrato das partes que não contiverem informações sigilosas;*
> *c) descrição da solução como um todo, considerado todo o ciclo de vida do objeto;*
> *d) requisitos da contratação;*
> *e) modelo de execução do objeto, que consiste na definição de como o contrato deverá produzir os resultados pretendidos desde o seu início até o seu encerramento;*
> *f) modelo de gestão do contrato, que descreve como a execução do objeto será acompanhada e fiscalizada pelo órgão ou entidade;*
> *g) critérios de medição e de pagamento;*
> *h) forma e critérios de seleção do fornecedor;*
> *i) estimativas do valor da contratação, acompanhadas dos preços unitários referenciais, das memórias de cálculo e dos documentos que lhe dão suporte, com os parâmetros utilizados para a obtenção dos preços e para os respectivos cálculos, que devem constar de documento separado e classificado;*
> *j) adequação orçamentária*" (BRASIL, 2020. CAPÍTULO III. Art. 6º).

Pelo que se verifica nas leis citadas, o Termo de Referência é entendido como um dos principais meios de relacionamento com o BIM, sendo a principal forma de diferenciação entre contratações em BIM ou não. Sobre a descrição de BIM em Termos de Referência há ainda alguns itens, adicionais à lei, relativos ao BIM, que são importantes de serem previstos no Termo de Referência quando da contratação em obras Públicas (BONATTO, 2022):

- a justificativa da adoção do BIM;
- os Usos do Modelo BIM pretendidos;
- o nível de maturidade exigida;

- o Plano de Execução BIM;
- a exigência de um gerente BIM (ou outros perfis de profissionais BIM desejados, com definições de responsabilidades e atribuições)
- a definição de como serão coordenados os projetos em BIM;
- os entregáveis em BIM e a forma de ser entregue os documentos;
- considerações sobre responsabilidade técnica e propriedade intelectual de projetos, modelos e obras;
- as diretrizes BIM a serem seguidas;

3.3.4 Padrões, normas e guias BIM brasileiros

Quanto às diretrizes BIM a serem seguidas no Brasil, alguns autores mapearam em anos anteriores que no país havia pouca existência, ou baixa adesão e eficiência, de padrões, guias e boras práticas quando ao BIM (PITA; TRAMONTANO, 2017; FREITAS; MELHADO; CARDOSO, 2018; MAGALHÃES,2019). Contudo, atualmente no Brasil já existem alguns padrões, normas técnicas, guias e práticas recomendadas adotados em nível nacional que devem ser adotados pela administração pública, adicionalmente ainda há pesquisas e direcionamentos para adaptações e melhorias nas áreas que ainda carecem de normas, a exemplo da codificação de orçamentação pública (DA SILVA, 2022).

Além de ações do Governo Federal, há ações estaduais que podem servir de embasamento e referência, em sua maioria nos Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, que foram pioneiros na publicação de Decretos estaduais e integram a Rede BIM Gov Sul, um convênio entre os estados para fomento e implementação do BIM nas obras e serviços públicos dos estados do Sul do Brasil. A exemplo destes estados, há também outros que publicaram seus Decretos Estaduais sobre BIM em obras públicas, como por exemplo Minas Gerais.

Por se tratar de documentos extensos, um resumo dos principais itens está apresentado no Quadro 14 a seguir, e o seu detalhamento pode ser facilmente recuperado nas fontes originais.

Quadro 14 - Relação de guias, padrões, leis e normatização brasileiros sobre BIM

TIPO	TÍTULO	FONTE	ANO	DESCRIÇÃO
Guia para utilização e implementação BIM	Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC	Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial - Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços	2017	Dividido em 6 Volumes + Anexos. Apresenta Conceitos BIM, fluxos de processo de projeto em BIM, contratação e colaboração de equipes, Classificação da Informação em BIM, Orçamentação e Planejamento de Obras, Avaliação de Desempenho Energético, e estratégias de Implantação BIM. Aborda ainda exemplo e anexo sobre Plano de Execução BIM e norma de desempenho (ABNT NBR 1575) e avaliação de área e custo de construção (ABNT NBR 12721).
	Coletânea Implementação do BIM Para Construtoras e Incorporadoras	Câmara Brasileira da Indústria da Construção	2016	Dividido em 5 Volumes. Apresenta Fundamentos BIM, Estratégias para Implementação BIM, Colaboração e Integração BIM, Fluxos de trabalhos em BIM, Formas de contratação BIM. Embora seja mais específico para o setor privado, o Guia traz conceitos que podem ser adaptados à Iniciativa Pública.
	Guia ASBEA Boas Práticas em BIM	Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura	2013 e 2015	Possui 2 Fascículos (2013 e 2015). Trata sobre estruturação do escritório de projeto para Implementação BIM e sobre Planejamento e Execução de Fluxos de projetos em BIM. Embora seja mais específico para o setor privado de arquitetura, traz conceitos que podem ser adaptados à Iniciativa Pública.
Caderno Orientador Estadual (Rede BIM Gov Sul)	Caderno de especificações técnicas para contratação e projetos em BIM – Edificações	Governo do Estado do Paraná	2023	Apresenta conceitos, requisitos para projetos e diretrizes gerais de modelagem para contratações de projetos de Edificações. Criado em 2018, atualizado em 2023 após ABNT NBR ISO 19650.
	Caderno BIM - Infraestrutura Rodoviária	Governo do Estado do Paraná	2023	Trata sobre conceitos, termos técnicos aplicados ao BIM, Plano de Execução BIM e Requisitos de Informação do Projeto (RIP). Versão já formatada para corresponder à ABNT ISO 19650 e Nova Lei de Licitações (Lei nº 14.133/21).
	Caderno de Especificações de Projetos em BIM	Governo do Estado de Santa Catarina	2018	Fala sobre etapas do projeto e os níveis BIM a serem entregues em cada uma; condições gerais para a realização do projeto de edificações em BIM; elementos necessários ao projeto; Plano de Execução BIM; padrão de nomenclatura; e planejamento de execução de obras

	Caderno de Encargos de Projetos BIM e CAD	Governo do Estado de Santa Catarina	2018	Apresenta descrições pormenorizadas dos requisitos que devem ser atendidos pelos projetos de diversas disciplinas das edificações e trata sobre coordenação de projetos, escoto etapas e responsabilidades do projeto, especificações técnicas de materiais e serviços, orçamento e planejamento de obras
Plano Estratégico	Plano de Implementação BIM Paranacidade	Governo do Estado do Paraná	2020	Trata-se de um Plano de Implementação BIM desenvolvido para o serviço autônomo Paranacidade do estado do PR. Apresenta objetivos, justificativas, diagnóstico, planos de ação e capacitação, e definição de metas prazos e custos.
Norma Brasileira	ABNT NBR ISO 19650: Organização da informação acerca de trabalhos da construção — Gestão da informação usando a modelagem da informação da construção	Associação Brasileira de Normas Técnicas	2022	De forma geral trata sobre a Organização e Gestão da Informação em trabalhos da construção usando BIM. Após acordo de cooperação técnica BIM entre Brasil e Reino Unido (2016) a ISO 19650 vem sendo incorporada no Brasil. A ISO original apresenta 6 partes, por enquanto há a tradução na ABNT NBR ISO 19650 das duas primeiras partes: Parte 1 - Conceitos e Princípios. Parte 2 - Fase de entrega de Ativos.
	ABNT NBR ISO 12006-2: Construção de edificação — Organização de informação da construção	Associação Brasileira de Normas Técnicas	2018	Trata sobre a organização de informação da construção, para edificações. É uma tradução da ISO 12006 para o Brasil.
	ABNT NBR 15965: Sistema de classificação da informação da construção	Associação Brasileira de Normas Técnicas	2010 a 2022	Dividida em 7 Partes (Publicadas de 2010 a 2022). Discorre sobre o Sistema de Classificação da Informação da Construção, para edificações. De acordo com a estrutura estabelecida na ABNT NBR ISO 12006-2:2018.
Prática Recomendada	ABNT PR 1015: Ambiente Comum de Dados	Associação Brasileira de Normas Técnicas	2022	Trata sobre a definição e utilização do Ambiente Comum de Dados (CDE) de acordo com a Gestão de Informação preconizada na ABNT NBR ISO 19650
	Decreto Estadual 46471	Governo do Estado do Rio Grande do Sul	2018	Institui a Estratégia estadual de disseminação do Building Information Modelling - BIM

Decreto Estadual	Decreto Estadual 10086	Governo do Estado do Paraná	2022	Apresenta contribuições da Lei Federal 14.133/2021 no âmbito do Governo do Estado do Paraná. Trazendo várias definições e citações sobre BIM, e contendo um capítulo exclusivamente para o tema. Deixa claro a obrigação de utilização do BIM para a Administração Pública direta no estado, com metas e prazos.
	Decreto Estadual 56311	Governo do Estado do Rio Grande do Sul	2022	Instituiu a Estratégia BIMGov RS com vista à implantação e ao fomento do BIM no Estado, visando a inovação tecnológica para obras, serviços de engenharia e arquitetura e atividades correlatas
	Decreto Estadual 3080	Governo do Estado do Paraná	2019	Instituiu a Estratégia BIM PR: "PARANÁ RUMO À INOVAÇÃO DIGITAL NAS OBRAS PÚBLICAS", para Fomento e Implantação BIM, objetivando a inovação tecnológica em projetos e obras públicas do Estado do Paraná.
	Decreto Estadual 48146	Governo do Estado de Minhas Gerais	2021	Dispõe sobre a Estratégia estadual de disseminação do Building Information Modelling - Estratégia BIM-MG e institui o Comitê Gestor da Estratégia BIM-MG.

Fonte: O Autor (2022).

Estes documentos podem servir de balizamento ou de regra (no caso das normas) para a implementação BIM na administração pública brasileira, em todos os estados. Embora alguns outros atores da cadeia de produção brasileira ainda precisem se adequar para que os padrões e regras sejam atendidos e aproveitados em nível de mercado (como por exemplo a codificação SINAPI da Caixa Econômica Federal), é possível realizar adequações para uma efetiva implementação BIM. (DA SILVA *et al.*, 2022).

Conforme apresentado neste capítulo desta dissertação, é possível verificar a importância do BIM, seus principais conceitos, os principais pesquisadores, assim como as ações para sua implementação no mercado mundial e brasileiro, sobretudo no setor público. Outros pontos importantes aqui apresentados foram as estratégias mercadológicas e institucionais para utilização do BIM, e também a legislação e padrão que regulamentam, ou sugerem, a utilização do BIM no mercado brasileiro. Baseado nesta revisão bibliográfica, o próximo capítulo apresenta como a pesquisa será conduzida a fim de se alcançar os objetivos desejados, apresentando os métodos e técnicas para tal.

3.3.5 Fatores Críticos de Sucesso (FCS) para implantação BIM por organizações públicas

Brito (2019) descreveu 16 Fatores Críticos de Sucesso (FCS), específicos para organizações públicas, que surgem em uma implantação BIM. Estes fatores são classificados em 3 níveis de análise Industria (I), Organização (O) e Empreendimento (E), conforme a seguir:

- I-01: Liderança e incentivo governamental;
- I-02: Regulação e legislação governamental;
- I-03: Interoperabilidade na troca de informações relevantes;
- I-04: Fluxo de processos colaborativo entre os envolvidos;
- O-01: Disponibilidade de pessoal qualificado;
- O-02: Requisitos dos clientes e proprietários;
- O-03: Disponibilidade em gerar informações críticas para análises;
- O-04: Cultura organizacional favorável;
- O-05: Política de adoção eficaz da entidade;
- O-06: Nível de experiência dentro da entidade;
- O-07: Disponibilidade de recursos financeiros;
- O-08: Disponibilidade de infraestrutura tecnológica;
- E-01: Forma de contratação apropriada;
- E-02: Envolvimento adequado da equipe;
- E-03: Utilidade percebida e facilidade de uso;
- E-04: Requisitos e diretrizes para recebimento dos entregáveis;

Em sua pesquisa o autor faz associações destes fatores com os campos BIM, e traça correlações entre fatores, além de fazer a categorização destes fatores nos níveis de análise supracitados.

Adicionalmente, o autor faz ainda associações de como estes fatores se mostram mais ou menos importantes, através de pesquisas de mercado. E como se relacionam

com alguns benefícios e barreiras BIM, traçando ações potenciais para o devido gerenciamento de cada um (BRITO, 2019).

A compreensão da pesquisa do Brito (2019) sobre os FCS é importante para esta dissertação pois há o alinhamento entre alguns conceitos presente em ambas, como por exemplo as barreiras e benefícios mapeados, os níveis de análise hierárquico dos Fatores Críticos de Sucesso, assim como as ações potenciais para o devido gerenciamento de cada FCS. Este relacionamento entre as pesquisas é ainda explorado mais adiante, no capítulo 4.

3.4 ABNT NBR ISO 19650

A série de normas ABNT NBR ISO 19650 ("Organização da informação acerca de trabalhos da construção — Gestão da informação usando a modelagem da informação da construção") possui importância fundamental nesta pesquisa, por isso, este tópico da revisão literária será dedicado à mesma.

A série de nomas internacionais ISO 19650 (a partir da qual foi traduzida a séria de normas ABNT NBR ISO 19650), já é usada amplamente em vários países. Costa *et al.* (2021) fizeram um mapeamento da utilização da ISO no mundo. Segundo os autores em 2021 a ISO era utilizada em todos os continentes, embora alguns com uma maturidade maior e outros, menor. Quanto à forma de aplicação da norma alguns países optaram por utilizar o texto original, outros já haviam traduzido e estavam aplicando, houve ainda aqueles países que desenvolveram anexos adicionais, e já outros, como é o caso do Brasil, apenas realizaram a tradução da referida norma (COSTA, 2021).

No Brasil, publicada em 2022 em duas partes, a ABNT NBR ISO 19650-1 (2022) (Parte 1: Conceitos e princípios) e a ABNT NBR ISO 19650-2 (2022) (Parte 2: Fase de entrega de ativos) são normas técnicas brasileiras que traduzem o padrão internacional ISO 19650. Essas normas visam guiar a gestão da informação em projetos de edificações e infraestruturas. Seus objetivos são promover a utilização eficiente do Building Information Modeling (BIM) e facilitar a colaboração entre os diversos envolvidos no ciclo de vida de um empreendimento.

A série de normas ABNT NBR ISO 19650 estabelece diretrizes e requisitos para o uso do BIM, abordando questões como a criação, organização, compartilhamento e

manutenção dos dados do modelo BIM. Além disso, define os papéis e responsabilidades dos participantes e oferece orientações sobre a documentação e troca de informações ao longo do projeto, trazendo às organizações diversos benefícios, incluindo maior eficiência, comunicação aprimorada, redução de erros e retrabalho, além de uma base sólida para a gestão e manutenção de ativos de construção.

Essa norma tem como objetivo estabelecer uma abordagem padronizada e consistente para a gestão da informação em empreendimentos que utilizam BIM, permitindo a interoperabilidade e a colaboração efetiva entre os diversos agentes envolvidos em um projeto. Ela é aplicável em todas as fases do ciclo de vida de um empreendimento, desde o planejamento e projeto até a construção, operação e manutenção.

3.4.1 Parte 1: Conceitos e Princípios

A parte 1 da norma (ABNT NBR ISO 19650-1, 2022) traz conceitos fundamentais para o entendimento da mesma, estabelecendo os princípios e fundamentos para a gestão da informação no BIM. Ela oferece recomendações para a estrutura de gestão da informação, abrangendo troca, registro, versionamento e organização, aplicáveis a todos os envolvidos em qualquer ambiente de trabalho. Abrangendo todo o ciclo de vida de um ativo construído, desde o planejamento estratégico, projeto e construção, até a operação diária, manutenção, reforma, reparo e fim de vida útil.

Ao longo da norma há várias recomendações, que podem ser adaptadas para ativos e empreendimentos de qualquer escala e complexidade, sem comprometer a flexibilidade e a versatilidade que caracterizam a ampla variedade de estratégias de licitação e aquisição de bens e serviços.

Alguns dos conceitos principais dos quais a norma traz recomendações são: trabalho colaborativo; informação de ativos; papeis e funções na gestão da informação; competências e capacidades das equipes de entrega; nível e qualidade da informação necessária; contêineres de informação; Requisitos de Informação e Modelos de informação; ciclo e planejamento da entrega de informação; solução e fluxo de trabalho em um Ambiente Comum de Dados (CDE). Dentre estes, os três últimos são fundamentais para esta pesquisa, e serão descritos nos tópicos a seguir.

3.4.1.1 Requisitos de Informação e Modelos de Informação

- Requisitos de informação da organização (OIR)

“Detalham a informação necessária para responder a tomada de decisão estratégica de alto nível da contratante” (ABNT NBR ISO 19650-1, 2022, p. 11).

Algumas razões que geram estes requisitos são: operação estratégica do negócio; gestão estratégica de ativos; planejamento de portfólio de ativos; compromissos regulatórios; formulação de políticas; emissão de relatórios de contabilidade (ABNT NBR ISO 19650-1, 2022).

- Requisitos de informação do ativo (AIR)

“Estabelecem os aspectos comerciais, gerenciais e técnicos da produção de informação de um ativo” (ABNT NBR ISO 19650-1, 2022, p. 12).

Os aspectos gerenciais e comerciais incluem formatos de informação, métodos de produção e procedimentos a serem seguidos pela equipe de entrega. Os aspectos técnicos detalham os conjuntos de informação necessários para atender aos requisitos de informação da organização (OIR) e apoiar a tomada de decisões. Recomenda-se expressar esses requisitos de forma que possam ser incorporados às tarefas de gestão do ativo. Também é recomendado preparar conjuntos de requisitos de informação do ativo em resposta a tomada de decisões durante a operação do ativo, levando em consideração os requisitos de segurança, quando aplicável. Em uma cadeia de suprimentos, os AIR podem ser subdivididos e repassados às subcontratadas, e a contratada pode ampliar esses requisitos com seus próprios. No contexto de uma estratégia de gestão de ativos construídos, os AIR devem formar um conjunto coerente e coordenado para abordar todas as questões relacionadas aos requisitos de informação da organização (OIR) referentes aos ativos. (ABNT NBR ISO 19650-1, 2022).

- Requisitos de informação do projeto (PIR)

“Detalham as informações necessárias para se dar resposta e/ou informar a tomada de decisões estratégicas de um ativo a ser construído” (ABNT NBR ISO 19650-1, 2022, p. 12).

Os requisitos de informação do projeto (PIR) são resultantes tanto das atividades de gestão do projeto quanto das atividades de gestão do ativo. É aconselhável criar um

conjunto de requisitos de informação para cada ponto-chave em que a contratante precise tomar uma decisão durante o projeto. Clientes envolvidos em projetos repetitivos podem elaborar um conjunto genérico de requisitos de informação que seja aplicável a todos os seus projetos, podendo ser utilizado sem modificações ou com ajustes e complementos, caso necessário.

- Requisitos de troca da informação (EIR)

“Detalham os aspectos gerenciais, comerciais e técnicos da produção de informação do projeto” (ABNT NBR ISO 19650-1, 2022, p. 12).

Os aspectos gerenciais e comerciais envolvem os formatos de informação, os métodos de produção e os procedimentos a serem seguidos pela equipe de entrega. É recomendado que os aspectos técnicos dos requisitos de troca de informações (EIR) detalhem as informações necessárias para responder aos requisitos de informação do projeto (PIR). É importante expressar esses requisitos de forma que possam ser incorporados às tarefas relacionadas ao projeto. Além disso, é aconselhável que os requisitos de troca de informações (EIR) estejam alinhados com eventos que marquem a conclusão de uma ou todas as fases do projeto (ABNT NBR ISO 19650-1, 2022).

A norma recomenda ainda que os requisitos de troca de informações (EIR) sejam apresentados sempre que novas tarefas ou projetos forem discutidos ou implementados. Esses requisitos podem ser subdivididos e repassados às subcontratadas, seguindo a cadeia de suprimentos. As subcontratadas, incluindo a contratada, podem ampliar esses requisitos com seus próprios requisitos de troca de informações. Durante um projeto, podem existir várias tarefas a serem realizadas, e é importante que os requisitos de troca de informações (EIR) de todas essas tarefas sejam unificados em um conjunto coerente e coordenado, atendendo aos requisitos de informação do projeto (PIR) (ABNT NBR ISO 19650-1, 2022).

- Modelo de informação do ativo (AIM)

“Dá suporte à estratégia diária de gestão do ativo construído estabelecida pela contratante. Ele também pode fornecer informações ao início de um processo de projeto” (ABNT NBR ISO 19650-1, 2022, p. 13).

Como exemplificação a norma cita que o AIM pode conter informações de registros de equipamentos, custos de manutenção cumulativa, registros de datas de

manutenção e instalação, informações de propriedade ou outro detalhe que a contratante deseja gerenciar de forma sistemática (ABNT NBR ISO 19650-1, 2022).

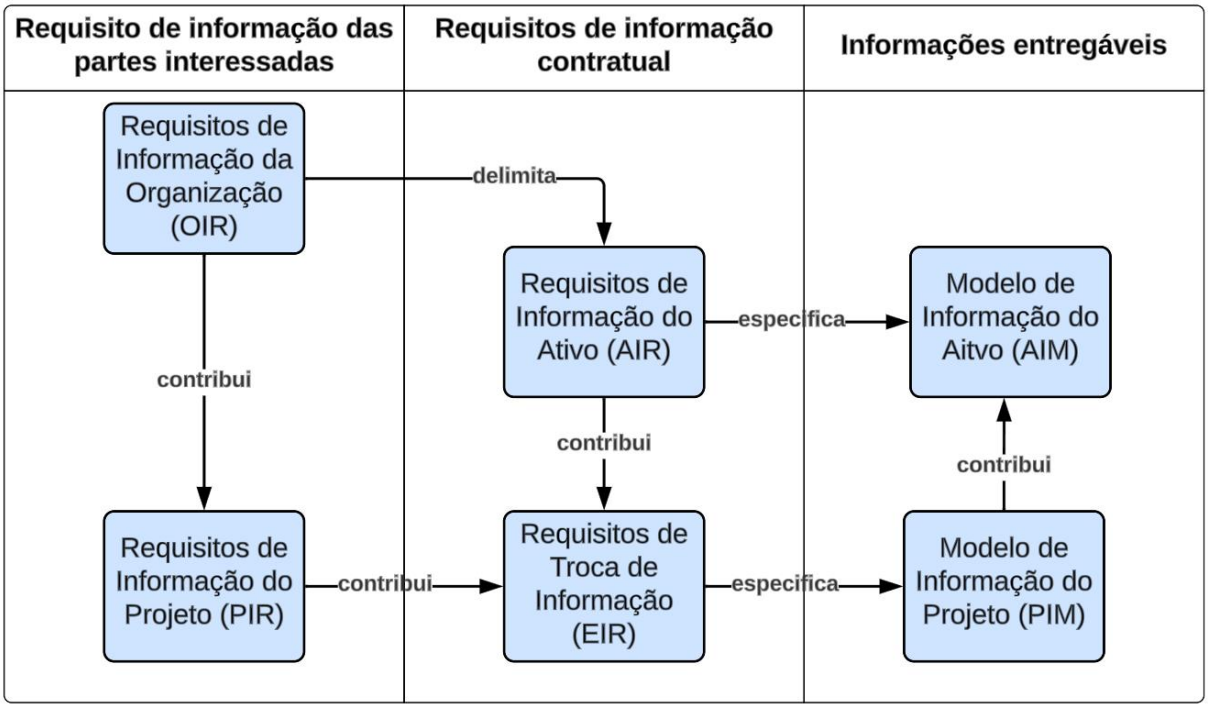
- Modelo de informação do projeto (PIM)

“Dá suporte à execução do empreendimento e contribui com o modelo de informações do ativo (AIM) no suporte das atividades de gestão do ativo” (ABNT NBR ISO 19650-1, 2022, p. 13).

A norma recomenda que o PIM seja armazenado de forma a prover um arquivamento de longo prazo para fins de auditoria do projeto. E cita exemplos como: detalhes de geometria do projeto, localização de equipamentos, requisitos de desempenho projetados, métodos construtivos, tabelas, custos e detalhamento de sistemas instalados, componentes e equipamentos e requisitos de manutenção. Tanto do que for projetado, mas também construído de fato.

Uma vez compreendido o conceito de cada requisito ou modelo de informação, é importante compreender como eles se relacionam. A Figura 15 apresenta um esquema de relacionamento entre os requisitos e modelos de informação, conforme descrito na norma. Na referida figura o termo “delimita” significa “provê todas as informações para”; “contribui” significa “provê parte das informações para”; e “especifica” significa “determina conteúdo, estrutura e metodologia” (ABNT NBR ISO 19650-1, 2022, p. 11).

Figura 15 - Relacionamento entre Requisitos e Modelos de Informação



Fonte: O Autor (2023). Adaptado da ABNT NBR ISO 19650-1:2022

3.4.1.2 Ciclo e Planejamento de Entrega da Informação

A NBR ISO 19650-1 (2022) especifica que a entrega da informação de um ativo deve seguir princípios básicos:

I. Informação é necessária em todo ciclo de vida do ativo para a tomada de decisão;

II. A informação é requerida de forma progressiva;

III. No caso de em que a equipe de entrega seja composta por mais de um grupo, a informação deverá ser entregue ao grupo mais relevante, ou facilmente mais disponível;

IV. O compartilhamento da informação, envolve a utilização de um Ambiente Comum de Dados (CDE)

A luz destes princípios, a NBR ISO 19650-1 (2022) especifica que a entrega da informação deve estar alinhada com o ciclo de vida do ativo, para tanto, deve estar inserida no contexto de outras normas, como a ABNT NBR ISO 55000 (Gestão de ativos); ABNT NBR ISO 21500 (Gestão do Projeto); da ISO 9001 (Gestão da Organização) e outras como a ISO 8000 (Qualidade de dados), a ISO/IEC 27000 (Gestão da segurança da informação) e a ABNT NBR ISO 31000 (Gestão de risco).

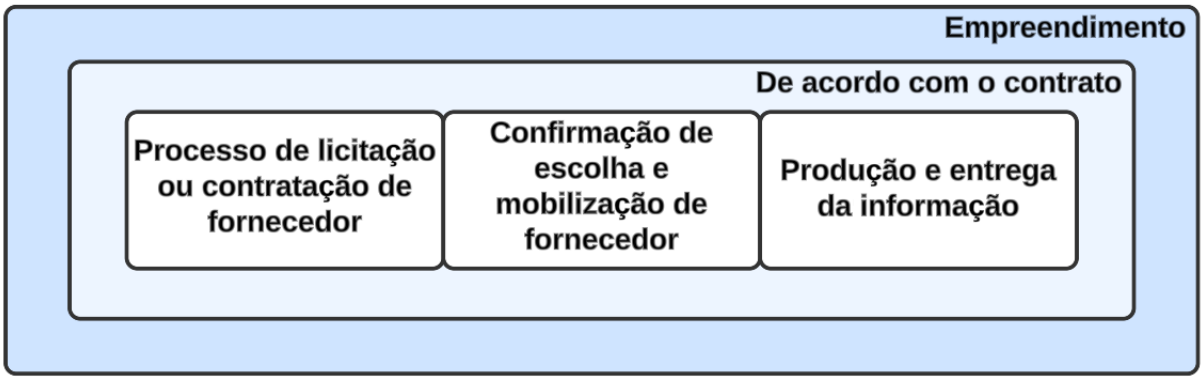
Para o planejamento da entrega da informação a norma recomenda que, durante o ciclo de vida de um ativo, todas as informações relacionadas ao empreendimento e ao ativo sejam especificadas pela contratante através de requisitos de informação, que devem ser emitidos para cada licitante como parte do processo de contratação. Isso também se aplica quando uma instrução de trabalho é emitida de uma parte para outra dentro da mesma organização. (ABNT NBR ISO 19650-1, 2022)

Antes da contratação, é necessário que os proponentes preparem respostas para cada requisito, para serem revisadas pela contratante como parte da avaliação para seleção da contratada. A resposta aos requisitos de informação deve ser desenvolvida por cada contratada, e suas subcontratadas, para ser apresentada à contratante para aceitação. Para tanto é necessário criar processos de revisão para garantir a verificação e correção da informação, quando necessário. (ABNT NBR ISO 19650-1, 2022)

A norma ainda recomenda uma avaliação de riscos relacionada à entrega de informações de projeto ou do ativo, de modo a compreender, comunicar e gerenciar os riscos associados à entrega das informações. E que seja desenvolvido um planejamento de entrega da informação sempre que uma contratada é selecionada para realizar tarefas de gestão do ativo ou empreendimento, incluindo contratações paralelas e subcontratações. (ABNT NBR ISO 19650-1, 2022)

Este planejamento do processo de gestão da informação, se aplica aos diferentes níveis de detalhes em um projeto. Por este motivo, é recomendado ainda que uma hierarquia se aplique nos processos desenvolvidos. Esta hierarquia pode ser observada na Figura 16 (ABNT NBR ISO 19650-1, 2022).

Figura 16 - Hierarquia do processo de gestão da informação



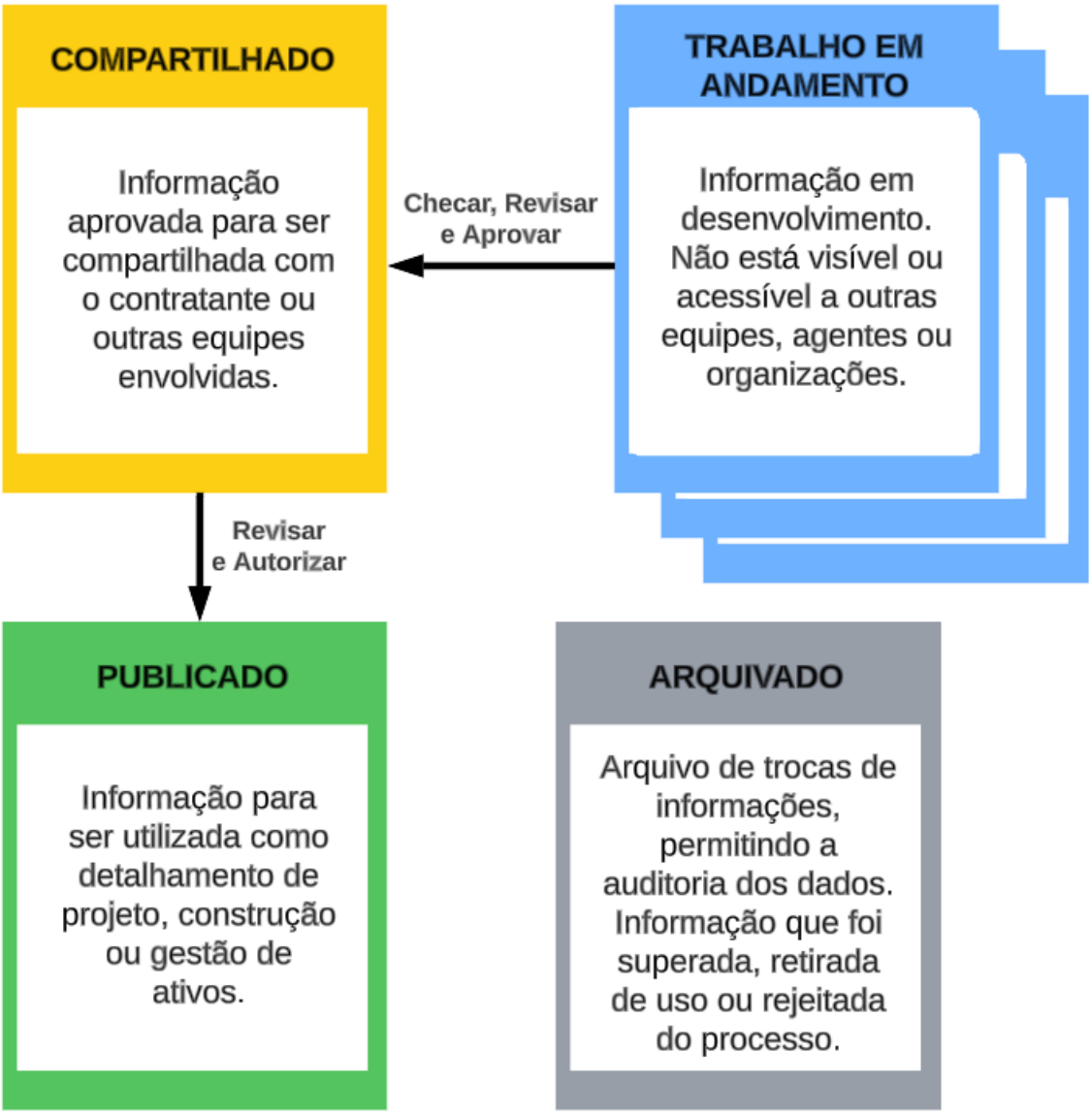
Fonte: Adaptado da ABNT NBR ISO 19650-1:2022

3.4.1.3 Solução e fluxo de trabalho com um Ambiente Comum de Dados (CDE)

Como citado anteriormente, um dos princípios básicos da entrega da informação segundo a NBR ISO 19650-1 (2022) é a utilização de um Ambiente Comum de Dados, ou em inglês *Common Data Environment (CDE)*. A norma traz a definição e a proposta de utilização de quatro estados (ou “status”) de contêiners de informação para a gestão do desenvolvimento dos projetos, são eles: Compartilhado, Trabalho em Andamento, Publicado e Arquivado (ABNT NBR ISO 19650-1, 2022; ABNT PR 1015, 2022). A Figura 17 apresenta como esses estados de contêiners de informações estão relacionados e qual a proposta de cada um deles.

A Prática Recomendada ABNT PR 1015 (2022), que é baseada na série ABNT NBR ISO 19650, descreve a definição, conceitos e uma série de orientações acerca da utilização de um CDE. Além dos estados (status) dos contêineres de informação apresentados na Figura 17, a ABNT PR 1015 (2022) detalha ainda os requisitos mínimos, nomenclatura, codificação, controle de revisão e de versão para os contêineres de informação. Adicionalmente, há ainda uma descrição das funcionalidades desejáveis de um CDE.

Figura 17 - Organização dos estados de Contêineres de Informação no CDE



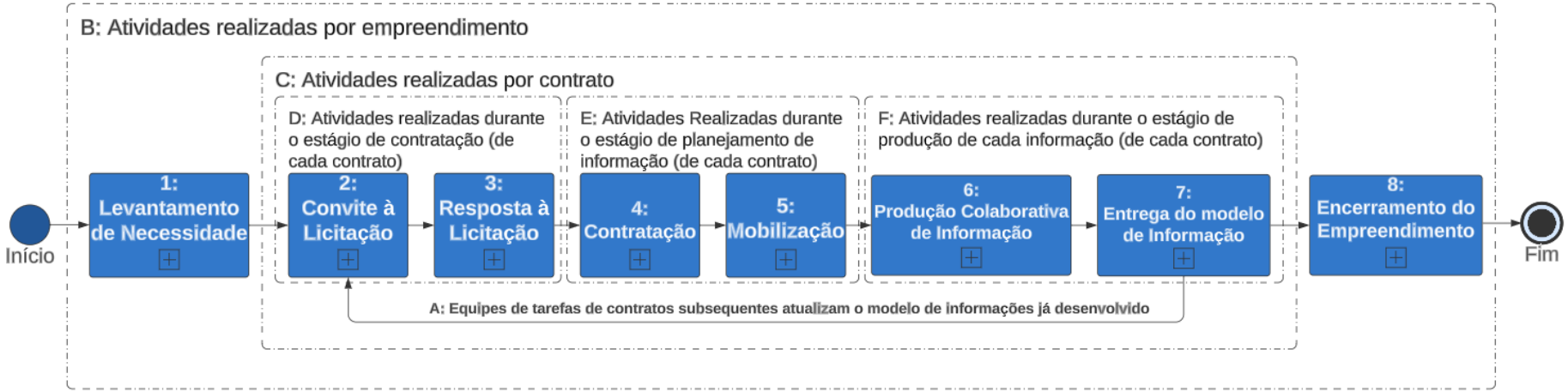
Fonte: Adaptado da ABNT PR 1015:2022.

3.4.2 Parte 2: Fase de entrega de ativos

A parte 2 da norma ABNT NBR ISO 19650-2 (2022) trata da gestão de informação especificamente na fase de entrega do ativo. A norma apresenta um fluxograma das atividades propostas para a fase de desenvolvimento do ativo, e detalha cada um dos itens e subitens, fazendo um relacionamento com os conceitos da ABNT NBR ISO 19650-1 (2022), já explicados nos tópicos anteriores.

Devido sua importância na pesquisa, o fluxo recuperado da norma, está apresentado na figura 18 a seguir, com uma breve descrição. Cada um dos subprocessos encontram-se detalhados no APÊNDICE C – Detalhamento de Subprocessos - ABNT NBR ISO 19650-2.

Figura 18 - Fluxograma de processos da ABNT NBR ISO 19650-2



1-Levantamento de Necessidades: determinação de responsáveis; estabelecimento do PIR; datas-marco de entrega; padrões, métodos, protocolo e procedimentos de informação; referências e recursos compartilhados; estabelecimento do CDE;

2-Convite à Licitação: estabelecimento dos requisitos mínimos que os contratados deverão cumprir, estabelecendo o EIR da contratante; reunindo referência e recursos; estabelecendo requisitos e critérios de avaliação.

3-Resposta à Licitação: alinhamento com os potenciais contratados, onde acontece a nomeação de responsáveis; estabelecimento de BEP pré-contratual; avaliação de competências, capacidades e condição técnica; plano de mobilização e riscos.

4-Contratação: confirmação da contratação, com BEP pós-contrato; matriz de responsabilidades detalhada; EIR da contratada; Plano de Entrega de Tarefas (TIDP); Plano de Entrega da Informação (MIDP); e documentação da contratação.

5-Mobilização: mobilização de recursos, tecnologias e os testes de métodos e procedimentos de produção.

6-Produção Colaborativa da Informação: geração propriamente dita da informação do projeto, com verificações de garantia da qualidade, revisões e aprovações do modelo de informação.

7-Entrega do modelo de Informação: entrega dos modelos de informação desenvolvidos, com submissão para revisão e autorização pela contratante, ocorrendo aprovação para próxima etapa ou rejeições para correção.

8-Encerramento do Empreendimento: arquivamento do modelo de informações e a compilação de lições aprendidas para empreendimentos futuros. (ABNT NBR ISO 19650-2, 2022)

Em suma, este capítulo da dissertação que apresenta a Revisão da Literatura apresenta conceitos importantes sobre a contextualização do Building Information Modeling, seus principais conceitos e sua adoção no Brasil e no mundo.

É ainda investigado também sobre o contexto geral de licitações públicas no brasil, voltadas para o desenvolvimento de projetos de construção civil, assim como a situação da legislação e publicações brasileiras sobre o tema de implementação BIM, voltado para a administração pública. Estes itens visam compreender e correlacionar a implementação BIM com o mercado público brasileira e suas particularidades legislativas e culturais.

Neste contexto, a importância da série de normas ABNT NBR ISO 19650 (2022) é apresentada é um item em separado, com a finalidade de compreender como esta normativa pode auxiliar na construção de um Guia de implementação, e quais suas contribuições principais para as contratações e conduções de um projeto na administração pública.

Compreendidos estes itens, o próximo capítulo tem por objetivo formar um delineamento dos conceitos aqui apresentados, e desenvolver uma proposta teórica de um Guia de Implementação na administração pública, na fase de projetos, apoiado na referida série de normas ABNT NBR ISO 19650.

4 PROPOSIÇÃO E ESTRUTURAÇÃO TEÓRICA DO GUIA

Este capítulo constrói a proposta principal da dissertação, apoiado em conceitos, autores, legislações e documentos vistos no capítulo 3, de revisão da literatura. Por meio da estruturação de um método (artefato) este trabalho cria neste capítulo um Guia de Implementação BIM na Administração Pública Brasileira, utilizando como base a ABNT NBR ISO 19650 (2022).

Ao longo deste capítulo serão apresentadas as bases teóricas usadas na construção do método aqui desenvolvido. Iniciará com o mapeamento dos conceitos, identificação e criação dos relacionamentos entre os mesmos, até a construção da proposta final (Guia de Implementação BIM).

O Guia de Implementação BIM, apresenta-se como um instrumento prático fundamentado em bases teóricas, que visa auxiliar instituições da administração pública durante uma Implementação BIM. Os próximos itens deste capítulo apresentam o processo de construção do Guia, indicando as bases teóricas, como estes foram construídos e como ele deve ser aplicado na administração pública. O produto final do Guia será apresentado em forma de fluxograma e tabela.

Como essa pesquisa baseia-se na abordagem metodológica do Design Science Research os próximos tópicos serão nomeados conforme as nomenclaturas de tipos de artefatos existentes neste método de pesquisa, que são: “Constructos”, “Modelos”, “Métodos” e “Instanciações” (MARCH; SMITH, 1995).

Após revisão da literatura percebeu-se que a utilização do BIM pode ser compreendida em diferentes esferas de adoção. Conforme explicitado no item 3.2, o próprio termo que indica o início da utilização BIM pode variar de acordo com o contexto no qual é inserido: Adoção (ADOTAR, 2022) BIM, será utilizado nesta proposta para o mercado; Implantação (IMPLANTAR, 2022) BIM será adotado para o início do processo em uma organização ou Implementação (IMPLEMENTAR) BIM quando se deseja “pôr em marcha” o processo nas fases de projeto. Percebe-se aqui uma certa hierarquia na Adoção, Implantação ou Implementação BIM: Nação ou Mercado; Organização ou Empreendimento; Projeto ou Contrato.

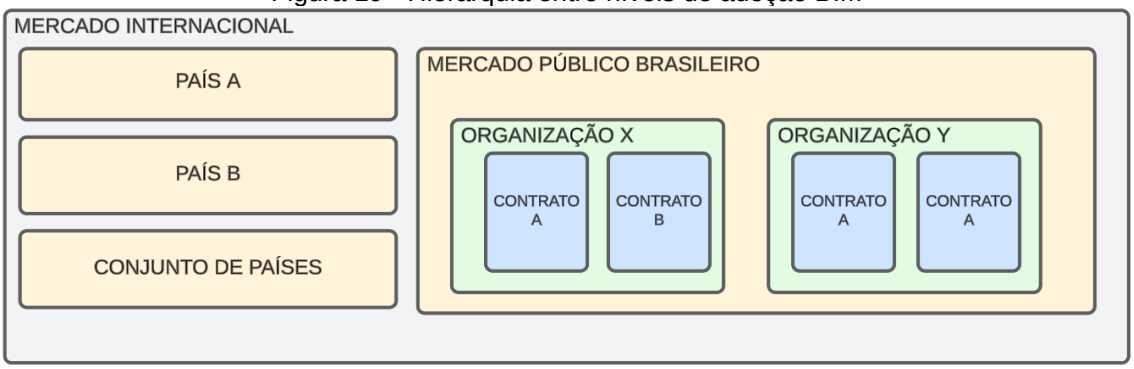
Com a Revisão Sistemática da Literatura apresentada no referido Capítulo 3, foi possível notar que as pesquisas encontradas também variam em hierarquia quanto a utilização do BIM. A própria série de normas ABNT NBR ISO 19650 (2022) coloca que

o planejamento da informação deve acontecer de forma hierárquica, conforme discutido no item 3.4.1.2 - Ciclo e Planejamento de Entrega da Informação, a norma aponta que o planejamento do processo de gestão da informação, se aplica aos diferentes níveis de detalhes em um projeto, e, portanto, sugere uma hierarquia nos processos desenvolvidos: empreendimento, contrato, atividades. Onde o empreendimento possui vários contratos e cada contrato é composto por etapas de atividades, do seu início até o seu encerramento. Estas etapas podem gerar aprendizado para próximos contratos, culminando assim em um ciclo de melhoria dentro do empreendimento.

Além da série ABNT NBR ISO 19650 (2022), a estruturação dos Fatores Críticos de Sucesso (FCS) para a Implantação BIM (BRITO, 2019), explicada no item 3.3.5 - Fatores Críticos de Sucesso (FCS) para implantação BIM por organizações públicas, também seguem uma hierarquia semelhante, proposta em três níveis de análise: análise da Indústria (I), da Organização (O) e do Empreendimento (E). Onde a Indústria contém a Organização, que contém o Empreendimento.

Baseado neste contexto de hierarquia, o modelo da Figura 19 identifica como o BIM pode ser implantado (ou adotado). Desde a esfera internacional, passando por organizações, até o nível de um contrato ou projeto com data de início e fim. Conforme representado na Figura 19, dentro de cada organização existem diversos contratos distintos, que ocorrem em empreendimentos diferentes e/ou em datas diferentes. De maneira análoga, existem várias organizações, de diferentes tipologias de administração pública, que estão regulamentadas pela legislação Brasileira. Esta legislação, é por diversas vezes influenciada pela legislação de outros países ou bloco de países que vêm utilizando BIM ou desenvolvendo legislação para tal.

Figura 19 - Hierarquia entre níveis de adoção BIM



Fonte: O Autor (2023).

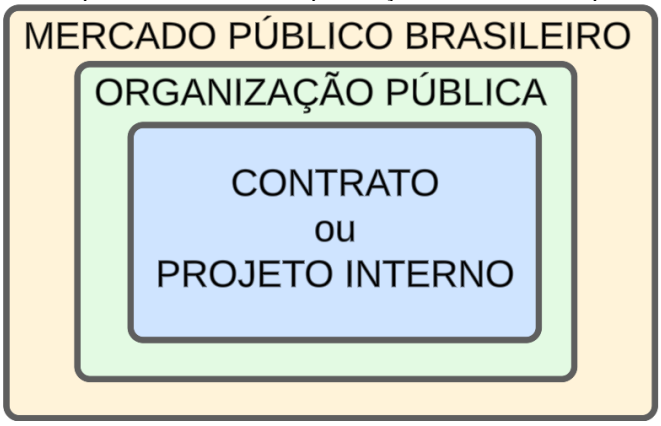
Após realizar um afunilamento do diagrama proposto na Figura 19, focando apenas no mercado e legislação pública brasileira, os constructos utilizados no guia proposto foram enquadrados em 3 grandes grupos, junto com suas principais referências bibliográficas mapeadas (ver Figura 20):

Constructos do Mercado Público Brasileiro, englobando conceitos sobre legislações (BRASIL, 1993; 2011; 2016; 2020; 2021; ABDI, 2017; BRITO, 2019);

Constructos da Organização, com conceitos sobre estratégias a nível das instituições (CIC, 2013; SUCCAR, 2009; 2010; MESSNER *et al.*, 2021; AMORIM, 2023; ASBEA, 2013, 2015; CBIC, 2016; SACKS *et al.*, 2021; ABNT NBT ISO 19650-1, 2022; ABNT NBT ISO 19650-2, 2022); e

Constructos de Contratos ou Projetos, com alguns conceitos relacionados à prática projetual (ABNT NBT ISO 19650-1, 2022; ABNT NBT ISO 19650-2, 2022; MESSNER *et al.*, 2021; AMORIM, 2023; AMORIM *et al.*; 2023; ABNT PR 1015, 2022).

Figura 20 - Hierarquia de níveis da implantação BIM no setor público brasileiro



Fonte: O Autor (2023).

Os Constructos do **Mercado Público Brasileiro** possuem o objetivo de compreender a Administração Pública brasileira e a legislação brasileira voltada para o BIM, a fim de determinar quais ferramentas legislativas podem auxiliar a Implementação BIM no órgão, assim como verificar a maior ou menor adequabilidade do BIM no tipo da entidade pública.

Já os constructos da **Organização Pública** e os constructos de **Contrato ou Projeto Interno** têm como objetivo propor passos para o caminhamento da Implementação, conforme detalhado mais à frente no Guia. A principal diferença entre ambos reside no fato que, enquanto os constructos da **Organização Pública** são característicos dos

objetivos, e modos de trabalhar intrínsecos à organização, os constructos de **Contrato ou Projeto Interno** variam de acordo com cada contexto no qual está inserido, podendo ser bem semelhante, no caso de projetos muito parecidos ou repetitivos, ou bem distintos. Este tipo de constructo pode ainda ser aprimorado de acordo com a experiência do órgão. À medida que novos contratos forem desenvolvidos é natural que haja um crescimento da maturidade para realizá-los, adequando ou melhorando a forma de trabalho.

Para cada uma das três hierarquias propostas neste trabalho, foram identificados alguns constructos relativos à implementação BIM, e classificados conforme o Quadro 15.

Quadro 15 - Constructos mapeados e suas classificações

Constructos de **Mercado Público Brasileiro**	Legislação e Mercado
Constructos de **Organização Pública**	Características Estratégicas
	Diagnóstico BIM
	Processos
	Políticas (Pessoas)
	Políticas (Regulatório e Contratual)
	Tecnologias
	Ambiente BIM
Constructos de **Contratos ou Projetos Internos**	Definição do Projeto (Piloto ou não)
	Organização da informação da construção - ISO 19650
Todos: Acontece em todas as hierarquias	Acompanhamento da Implementação

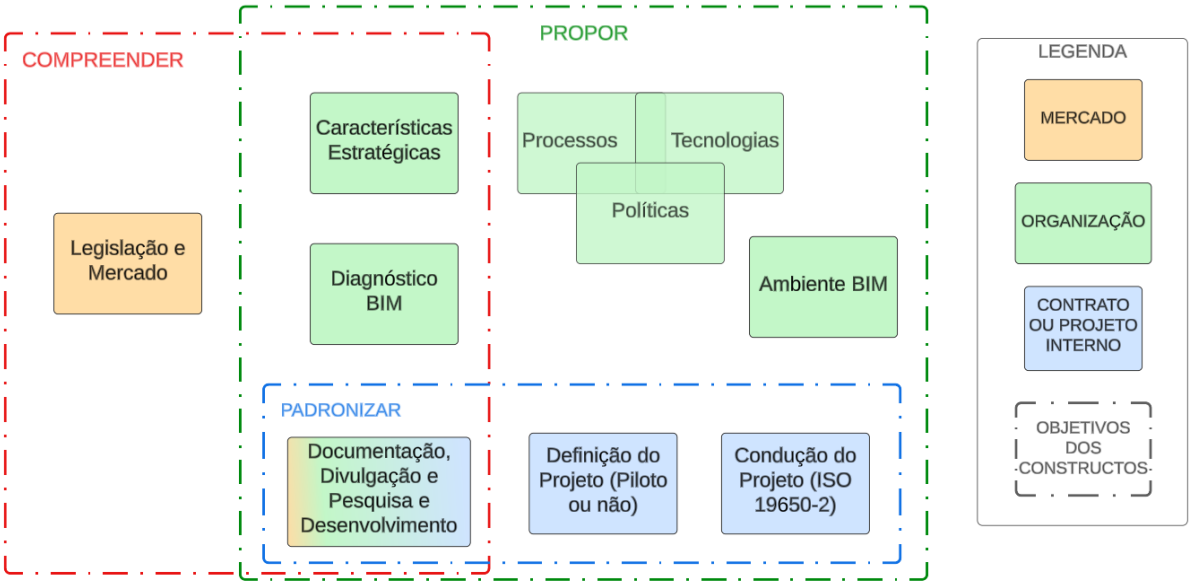
Fonte: O Autor (2023).

Com o objetivo de criar um padrão visual para a construção teórica do guia, os constructos estão esquematizados conforme Figura 21, onde é possível verificar a separação dos conceitos em hierarquias, conforme escala de cores. O laranja constitui o nível hierárquico de Mercado Público Brasileiro, o verde, representa os constructos classificados sob o nível Organização Pública, e o azul representa o nível de Contratos ou Projetos Internos.

Outro agrupamento apresentado na Figura 21 é o objetivo de cada conceito no contexto da implementação, representado por linhas traço-ponto. Enquanto um conceito tem o objetivo unicamente de compreender a situação atual da legislação do mercado, sem intenção de gerar qualquer alteração no mesmo, outros possuem o

objetivo de propor mudanças e/ou padronizações durante a implementação BIM. Há ainda constructos que se objetivam a compreender, e propor quando possível, como é o caso dos constructos de mapeamento de Características Estratégicas e Diagnóstico BIM. E ainda um constructo chave que participa de todos os agrupamentos e hierarquias, o acompanhamento da implementação traduzido na Figura 21 como “Documentação”, “Divulgação” e “Pesquisa e Desenvolvimento”.

Figura 21 - Esquema de agrupamento dos constructos mapeados



Fonte: O Autor (2023).

O detalhamento de cada um dos constructos é apresentado nos tópicos, apresentados a seguir.

4.1 Constructo referente ao Mercado Público Brasileiro

4.1.1 Legislação e Mercado

O primeiro constructo proposto no Guia tem como objetivo compreender a situação da legislativa atual e o enquadramento das instituições quanto à legislação de licitações e a utilização do BIM.

Assim como a legislação pode variar com o tempo, é provável que este constructo possa vir a precisar de revisão no futuro, pois está diretamente relacionado à aplicação das normas vigentes. As legislações encontradas na bibliografia refletem o cenário atual e as projeções de curto prazo do seu uso no setor público voltado para a AECO.

Alguns conceitos relacionados à este constructo provêm do conhecimento jurídico das legislações de licitações, como o tipo de “Entidade Administrativa”, que pode variar entre: Empresa Pública; Sociedade de economia mista e subsidiarias; Administração Pública direta; Administração Pública autárquica; Administração Pública fundacional (BRASIL, 1993; 2011; 2016; 2021). Além do tipo de entidade administrativa, o conhecimento jurídico dos Regimes de Contratação frente à utilização do BIM é importante, uma vez que, a depender do regime, a utilização do BIM pode ser facilitada ou dificultada (BONATTO, 2022).

Além da legislação vigente para cada entidade administrativa e dos regimes de contratação do órgão, é importante também verificar qual o Ministério de vínculo do Órgão em questão, a fim de se verificar o disposto em Decretos Federais sobre BIM (caso seja uma entidade federal), ou, o texto de Decretos Estaduais sobre BIM (em caso de instituições estaduais), a fim de verificar a adesão a alguma legislação ou decreto adicional que possa discorrer sobre a obrigatoriedade jurídica de utilização do BIM. (BRASIL, 2020). Alguns destes Decretos podem ser facilmente recuperados no Quadro 14 do item 3.3.

4.2 Constructos referentes à Organização Pública

4.2.1 Características Estratégicas

A verificação das características estratégicas da organização possui o objetivo de compreender e propor eventuais adequações frente à implementação BIM. Neste constructo é necessário compreender a situação da instituição enquanto legislação, conforme item anterior, mas também enquanto função nas políticas públicas. Compreendendo o objeto (o que faz), objetivo (por que fazer) e estratégia (como fazer) da organização (MARTINS, 2003).

Aqui é importante verificar como os conceitos e governança pública (BRASIL, 2014) podem ser apoiados, ou aprimorados, com a utilização do BIM. Para tanto é importante compreender os objetivos estratégicos do órgão, suas particularidades de contratação (contrata e projeta; apenas contrata; apenas projeta; apenas analisa projetos), entender ou criar os mapas de processo de atividades, identificando eventuais problemas institucionais.

Quanto ao BIM propriamente dito é importante verificar quais são seus objetivos, e como irão apoiar os objetivos estratégicos. Sempre verificando os Fatores Críticos de Sucesso, barreiras e oportunidades à implementação BIM (BRITO, 2019). Adicionalmente, é necessário verificar o tempo de retorno de investimento (ROI), a fim de se justificar a implementação BIM perante a alta gestão. (SOTO; MANRÍQUEZ, 2023)

4.2.2 Diagnóstico BIM

Como etapa inicial de uma implementação BIM, o diagnóstico tem como objetivo compreender como funciona a instituição e propor as devidas alterações na sua estrutura, visando alcançar os objetivos propostos pela implementação BIM (CONSTRUA BRASIL,2020; LIMA, 2019; SUCCAR, 2010; ABDI, 2017; ASBEA, 2013, 2015; SOTO; MANRÍQUEZ, 2023).

Conforme coloca Succar (2009; 2010), a implementação BIM deve se basear em três campos principais: Processos, Políticas e Tecnologias. Assim sendo, é importante que o Diagnóstico BIM investigue a situação em cada uma destas áreas. O mesmo autor também coloca que é de fundamental importância que estes três campos evoluam de forma igualitária, de modo a sustentar uma implementação mais amadurecida.

Para medir a referida evolução é possível a utilização de métodos de medição de Nível de Maturidade, como é o caso do BIM Maturity Matrix (BIM³) (Succar, 2010) ou do BIM Organizational Assessment (CIC, 2013) ou, a depender da necessidade da instituição, algum outro método mapeado na literatura (LIMA, 2019; SACKS *et al.*, 2021).

Contudo, a medição do Nível de maturidade apenas não é suficiente para descrever um diagnóstico de uma instituição, sendo necessário também investigar questões qualitativas do processo de Implementação. Neste sentido, sugere-se a utilização de uma ferramenta de apoio como é o caso da Planilha de Diagnóstico BIM para o Setor Público e Privado desenvolvida pelo programa Construa Brasil, com o objetivo de dar suporte à meta de “apoiar ações de estruturação do setor público para a Adoção do BIM” e que serve como avaliação de conformidade com processos da ABNT NBR ISO 19650-2 (CONSTRUA BRASIL, 2020).

Uma vez diagnosticada a situação da instituição e determinado seu nível de maturidade BIM é possível propor ações em cada um dos campos (Processos,

Políticas e Tecnologias) a fim de se alcançar os objetivos desejados (SUCCAR, 2009; 2010).

4.2.3 Processos

Aqui é importante verificar e propor quais Usos BIM adequam-se aos processos de trabalho da instituição, e quais auxiliarão a atingir os objetivos desejados. Para tanto é importante revisar os mapas de processos de trabalho da instituição, a fim de se pontuar como estes podem se adequar melhor a cada Uso BIM definido. (SUCCAR, 2019; MESSNER *et al.*, 2021).

É importante neste ponto verificar como as práticas de projeto integrado podem reduzir retrabalhos e trazer os benefícios esperados da implementação BIM. Conforme discutido no item 3.1.2 - O BIM e sua relação com o desenvolvimento de projetos, os esforços de se trabalhar em BIM são maiores nas fases de projeto, “compensando” os ganhos posteriores nas fases de construção, operação e manutenção, assim como posteriores fases de litígio. (MACLEAMY, 2004). Esforços estes que devem ser empregados desde as fases iniciais de projetos, com a participação multidisciplinar, integrada e colaborativa (ANDRADE; RUSCHEL, 2011).

Adicionalmente, é importante traçar alguns indicadores dos processos internos que possam ser medidos periodicamente a fim de se acompanhar, direcionando ou corrigindo, a implementação BIM (AMORIM, 2023).

4.2.4 Tecnologias

Neste campo do BIM, é importante verificar e propor a infraestrutura de rede, hardwares e as aplicações BIM necessárias para atender os objetivos e Usos BIM propostos (SUCCAR, 2009; 2010; SACKS *et al.*, 2021; SOTO; MANRÍQUEZ, 2023).

Uma aplicação BIM é um termo genérico que denota software BIM, incluindo ferramentas BIM, plataformas BIM e servidores BIM (SACKS *et al.*, 2021). Uma vez definidas as aplicações necessárias, cada uma exigirá uma infraestrutura de hardware e rede adequada para seu funcionamento.

4.2.5 Políticas: Preparatória (Pessoas)

O campo de Políticas BIM Proposto por Succar (2009) é subdividido em políticas preparatórias, regulatórias e contratuais. Neste item será tratado apenas as políticas

preparatórias, visto que foi notada importância especial para este tópico, devido ao treinamento e capacitação necessários durante uma implementação, conforme discutido por outros pesquisadores. (ALEMAYEHU *et al.,* 2021; SAKA e CHAN, 2019; SREELAKSHMI *et al.,* 2017; GANAH e JOHN, 2014; AKDAG e MAQSOOD, 2020; SACKS *et al.*, 2021).

Este constructo tem o objetivo de propor a adequada preparação do recurso humano envolvido em relação ao BIM. Tanto através da definição de novas funções a atribuições BIM, com a definição da respectiva Matriz de Responsabilidades BIM, como também da criação de uma cultura de desenvolvimento contínuo de pessoas quanto às capacidades e habilidades BIM necessárias.

Um programa de treinamento proposto pode ser baseado nas Competências Individuais BIM definidas por Succar *et al.* (2013). O autor estrutura e define com tais competências são classificadas hierarquicamente em Competências Essenciais, Competências de Domínio e Competências de Execução, também explicita níveis de crescimento para cada competência, e relaciona como tais competências individuais se relacionam com as capacidades e maturidade organizacional e com os demais campos BIM.

4.2.6 Políticas: Regulatório e Contratual

Ainda tratando-se do campo de políticas, mas agora relacionado à parte regulatória e contratual, este constructo tem por objetivo propor adequações nas instituições relacionadas à temas como Gestão da Informação, Interoperabilidade, Padrões BIM, (BIM mandates), Requisitos BIM, Controle de qualidade de Projetos, Requisitos de Informação da Organização – OIR e outros. Tais temas são corroborados por referências como Succar (2009), Sacks *et al. (2021),* ABNT NBT ISO 19650-1, (2022), Amorim (2023), *S*oto e Manríquez (2023).

4.2.7 Ambiente BIM

O Ambiente BIM é definido como um conjunto de plataformas e bibliotecas BIM que são interrelacionados e suportam múltiplas informações, processos e aplicações BIM dentre de uma organização (SACKS *et al.*, 2021). Para suportar o Ambiente BIM é necessário uma série de políticas e boas práticas, que visam facilitar o gerenciamento dos dados de um projeto BIM (SACKS *et al.*, 2021).

Neste tópico será adicionado ainda conceitos como o Ambiente Comum de Dados, em Inglês, *Commom Data Environment* (CDE), onde ocorre a integração dos dados, a possibilidade de acesso simultâneo, de forma controlada, a uma base com todas as informações das diversas disciplinas envolvidas no projeto, construção, uso e manutenção do empreendimento. Este Ambiente Comum de Dados pode ser utilizado preferencialmente em nuvens, ou também em uma infraestrutura de rede externa ou servidor local. (AMORIM, 2023; ABNT PR 1015, 2022).

A Prática Recomendada PR 1015 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (2022) apresenta orientações para uso e contratação de um CDE, com base nas boas práticas de mercado, considerando a ABNT NBR ISO 1950, partes 1 e 2. Esta Prática Recomendada foi utilizada como base para algumas partes da proposta do Guia aqui apresentado.

4.3 Constructos referentes à Contratação ou Projetos Internos

4.3.1.1 Definição do Projeto (Piloto ou não)

As proposições anteriores na organização culminam na validação das mesmas por meio de um projeto. O projeto em questão poderá ser desenvolvido pela primeira vez (Projeto Piloto) ou não. Neste sentido, a escolha do projeto que irá validar as definições e proposições BIM dos itens anteriores é de extrema importância (AMORIM, 2023; SOTO; MANRÍQUEZ, 2023).

Para a escolha dos projetos é sugerido que o tempo do projeto seja menor que o tempo da implementação desejada, a tipologia do projeto deve ser uma das anteriormente mapeadas para utilização do BIM, e devem ser feitas opções por tipos de projetos que sejam comuns na instituição, a fim de maximizar os benefícios da implementação (SOTO; MANRÍQUEZ, 2023).

É importante ainda desenvolver formas de medição destes projetos, seja por acompanhamento de linha base de desempenho, definições de KPI ou outros indicadores (AMORIM, 2023; SOTO; MANRÍQUEZ, 2023).

Esses indicadores, processos, padrões de entrega e de troca de informações, assim como o escopo e responsáveis do projeto piloto em BIM, devem ser controlados por meio de um Plano de Execução BIM – BEP. (MESSNER *et al.*, 2021), que deve ser acordado entre todas as partes envolvidas no projeto. Para a ABNT NBR ISO 19650-

2 (2022), o BEP deve ser separado em BEP pré-contrato e BEP pós contrato, pois desta maneira é possível que alguns padrões sejam determinados pelos contratantes antes das licitações, e posteriormente à licitação, sejam confirmados ou adaptados em acordo com os contratados (ABNT NBR 19650-2, 2022).

À medida que a implementação BIM for evoluindo, por meio do alcance de novos níveis de maturidade, e de novos Usos do modelo BIM, é importante que sejam traçados novos projetos pilotos para cada uso adicional a ser explorado.

Após o projeto piloto testado e validado para cada tipo de projeto da instituição, é natural que outros projetos desta tipologia continuem a ocorrer (não mais como um “piloto”). Cada rodada de interação gerada por cada projeto poderá retroalimentar as decisões tomadas na implementação, assim como auxiliar na definição dos próximos projetos. Para tal, é importante que cada projeto esteja alinhado com uma documentação de Lições Aprendidas, visando a melhoria contínua (SOTO; MANRÍQUEZ, 2023).

4.3.1.2 Condução do Projeto – (ISO 19650-2)

A condução do projeto é basicamente fundamentada nas prescrições da ISO 19650, parte 2 (ABNT NBR ISO 19650-2, 2022). Neste tópico é importante tratar de conceitos como a definição de requisitos de informação (Requisitos de Informação do Projeto – PIR, Requisitos de Informação do Ativo – AIR, Requisitos de Troca de Informações – EIR, Modelo de Informações do Projeto – PIM, Modelo de Informação do Ativo - AIM), desenvolvimento de BEP, equipes de projeto, equipes de entrega, e planos de entrega (Plano de entrega de tarefas - TIDP, Plano de entrega da informação - MIDP) (ABNT NBR ISO 19650-1, 2022).

A estruturação do BEP, pré contrato ou pós contrato, é ainda tratado neste item, com a definição de responsáveis, escopo, controle de qualidade do modelo BIM, controle de entrega, nível de detalhamento e outros requisitos BIM para o desenvolvimento do projeto. (ABNT NBR ISO 19650, 2022; MESSNER *et al.*, 2021).

4.3.2 Constructo transversal

4.3.2.1 Acompanhamento da Implementação BIM

Este constructo tem o objetivo de propor um adequado acompanhamento da implementação BIM, tendo como função fazer a interligação transversal entre os demais constructos, seja suportando a de troca de informações entre eles, ou documentando as ações para haver uma retroalimentação entre eventuais interações de melhoria contínua no processo de implementação BIM (SOTO; MANRÍQUEZ, 2023).

A proposta deste constructo é desenvolver ações em 3 áreas em paralelo, são elas:

4.3.2.1.1 Documentação

Neste subitem é importante desenvolver ações que visem a construção de documentos formais na instituição, visando institucionalizar as ações, registrando melhores práticas, procedimentos e lições aprendidas, facilitando também o repasse de conhecimentos.

4.3.2.1.2 Divulgação

Este subitem visa manter a cultura BIM da instituição através da divulgação das ações desenvolvidas, promovendo assim a conscientização dos envolvidos quanto à mudança de cultura, a adesão da alta gestão e outras áreas da instituição e a visibilidade da importância do BIM.

4.3.2.1.3 Medição, Pesquisa e Desenvolvimento

O objetivo deste subitem é desenvolver ações de monitoramento da Implementação BIM, por meio de medições, pesquisa e desenvolvimento, com o objetivo de promover a melhoria contínua nos processos e projetos BIM da instituição (SOTO; MANRÍQUEZ, 2023).

No Quadro 16 a seguir pode ser verificado um resumo com os constructos, os conceitos importantes relacionados à cada um, seu respectivo objetivo e importância na implementação BIM e as fontes bibliográficas de evidência.

Quadro 16 - Constructos mapeados, conceitos, objetivo e fontes de evidência

Classificação	Constructos		Conceitos Relacionados	Objetivo	Fontes de Evidência
Constructos do Mercado Público Brasileiro	1	Legislação e Mercado	Ministério de vínculo do Órgão	Compreender a legislação atual, e entender como a instituição irá enfrentar, juridicamente, a implementação BIM.	(BRASIL, 2020); (BRASIL, 2011); (BRASIL, 2016); (BRASIL, 2021); (BRASIL, 1993); (BONATTO, 2022)
			Tipologia de Entidade Administrativa		
			Regimes Diferenciados de Contratação		
			Legislação de Licitação		
			Obrigatoriedade jurídica do BIM		
Constructos da Organização Pública	2	Características Estratégicas	Objetivos Estratégicos	Compreender a situação estratégica da instituição na qual o BIM será implementado, e propor como direcionamentos frente ao BIM	(SOTO; MANRÍQUEZ, 2023); (BRITO, 2019); (MARTINS, 2003); (AMORIM, 2023)
			Característica de contratação		
			Mapa de processo de Atividades		
			Problemas Institucionais		
			Objetivos da Implementação BIM		
			Tempo de Retorno de Investimento		
	3	Diagnóstico BIM	Processos, Políticas e Tecnologias	Verificar a situação interna da instituição quanto às atividades desenvolvidas, e determinar a maturidade BIM da instituição	(LIMA, 2019); (SUCCAR, 2010); (ASBEA, 2013, 2015); (SOTO; MANRÍQUEZ, 2023) (CONSTRUA BRASIL, 2020) (MALTA, 2020)
			Nível de Maturidade BIM		
	4	Processos	Usos BIM	Propor reestruturação no campo de Processos da instituição, visando a adequação ao BIM	(SUCCAR, 2019, 2010); (MESSNER *et al.*, 2021); (ABDI, 2017); (SOTO; MANRÍQUEZ; GODOY, 2019) (SACKS *et al.*, 2021).
			KPI de Processos Internos		
			Mapa de processo de Atividades		
	5	Políticas (Pessoas)	Funções BIM	Propor reestruturação no campo de Políticas de educação e treinamento de pessoas na instituição, visando a adequação ao BIM	(SUCCAR, 2009, 2010); (SUCCAR *et al.*, 2013); (SACKS *et al.*, 2021).
			Matriz de Responsabilidade BIM		
			Capacidades e Habilidades		
			Programa de Treinamento		
	6	Políticas (Regulatório e Contratual)	Gestão da Informação		
			Interoperabilidade		

			Padrões BIM (BIM mandate)	Propor reestruturação no campo de Políticas regulatórias na instituição, visando a adequação ao BIM	(SUCCAR, 2009, 2010); (SACKS *et al.,* 2021); (ABNT NBT ISO 19650, 2022); (AMORIM, 2023); (SOTO; MANRÍQUEZ, 2023).
			Requisitos BIM		
			Controle de qualidade de Projetos		
			Requisitos de Informação da Organização – OIR		
	7	Tecnologias	Aplicação BIM	Propor reestruturação no campo de Tecnologias, visando a adequação ao BIM	(SUCCAR, 2009; 2010); (ABDI, 2017); (SOTO; MANRÍQUEZ, 2023); (SACKS et al., 2021).
			Software BIM		
			Servidor BIM		
			Infraestrutura Tecnológica		
	8	Ambiente BIM	Ambiente Comum de Dados	Propor e adequar um ambiente BIM	(SACKS et al., 2021); (AMORIM, 2023); (ABNT NBT ISO 19650, 2022); (ABNT PR 1015, 2022)
			Bibliotecas BIM		
Constructos de Contratos ou Projetos Internos	9	Definição do Projeto (Piloto ou não)	Projeto Piloto	Definir um projeto para aplicação e testes da implementação proposta	(AMORIM, 2023); (SOTO e MANRÍQUEZ, 2023).
			Linha base de desempenho de projetos		
			KPI de Projetos		
	10	Organização da informação da construção - ISO 19650	Requisitos de Informação do Projeto - PIR	Propor adequação aos fluxos de projetos BIM dentro de cada contrato, ou cada projeto interno	(ISO 19650-1, 2022); (ISO 19650-2, 2022); (MESSNER *et al.*, 2021); (AMORIM, 2023); (AMORIM *et al.*, 2023).
			Requisitos de Informação do Ativo - AIR		
			Requisitos de Troca de Informações - EIR		
			Modelo de Informações do Projeto - PIM		
			Requisitos de Informação do Ativo - AIM		
			BEP - Pré contrato e Pós Contrato		
			Equipe de Entrega		
			Matriz de Responsabilidade Detalhada		
			Plano de entrega de tarefas - TIDP		
			Plano de entrega da informação - MIDP		
			Aceitação de Entregas		
	11	Acompanhamento da Implementação	Lições Aprendidas	Acompanhar, a implementação, através de medições, ações de pesquisa e desenvolvimento,	(AMORIM, 2023) (SOTO; MANRÍQUEZ, 2023).
			Divulgação de Resultados		

Todos: Acontece em todos as esferas			Medição de Indicadores Pesquisa & Desenvolvimento	registro de lições aprendidas e divulgação de resultados	

Fonte: O Autor (2023).

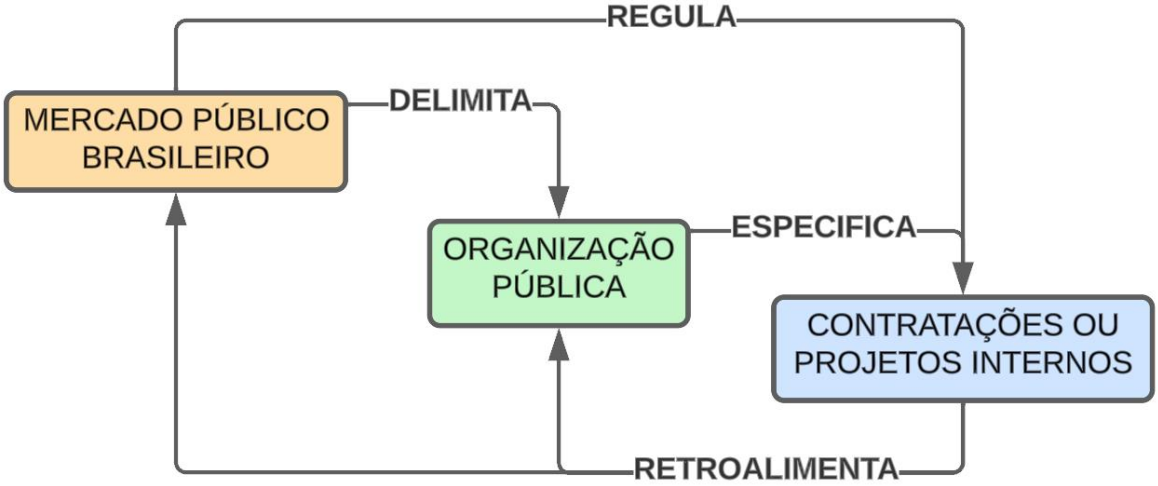
4.4 Modelos mapeados

O relacionamento entre constructos, chamados dentro da DSR de modelos, foram identificados na bibliografia, e, adicionalmente, foram traçadas algumas relações adicionais.

4.4.1 Relacionamento entre as Classificações dos Constructos

A hierarquia dos constructos apresentada anteriormente (Mercado Público Brasileiro, Organização Púbica, Contrato ou Projeto Interno), é uma das características responsável pela troca de informação vertical e horizontal entre os constructos, afetando a maneira como eles se relacionam. O constructo **Mercado Público Brasileiro** regula as **Contratações ou Projetos Internos** da organização, e delimitam as legislações internas e processos da **Organização Pública**. Já as características da **Organização Pública**, especificam as necessidades das **Contratações ou Projetos Internos**, e estes, por sua vez, retroalimentam as boas práticas da **Organização Pública** e do **Mercado Público Brasileiro**. Esta relação está representada na Figura 22 a seguir.

Figura 22 - Relacionamento entre hierarquia dos constructos mapeados



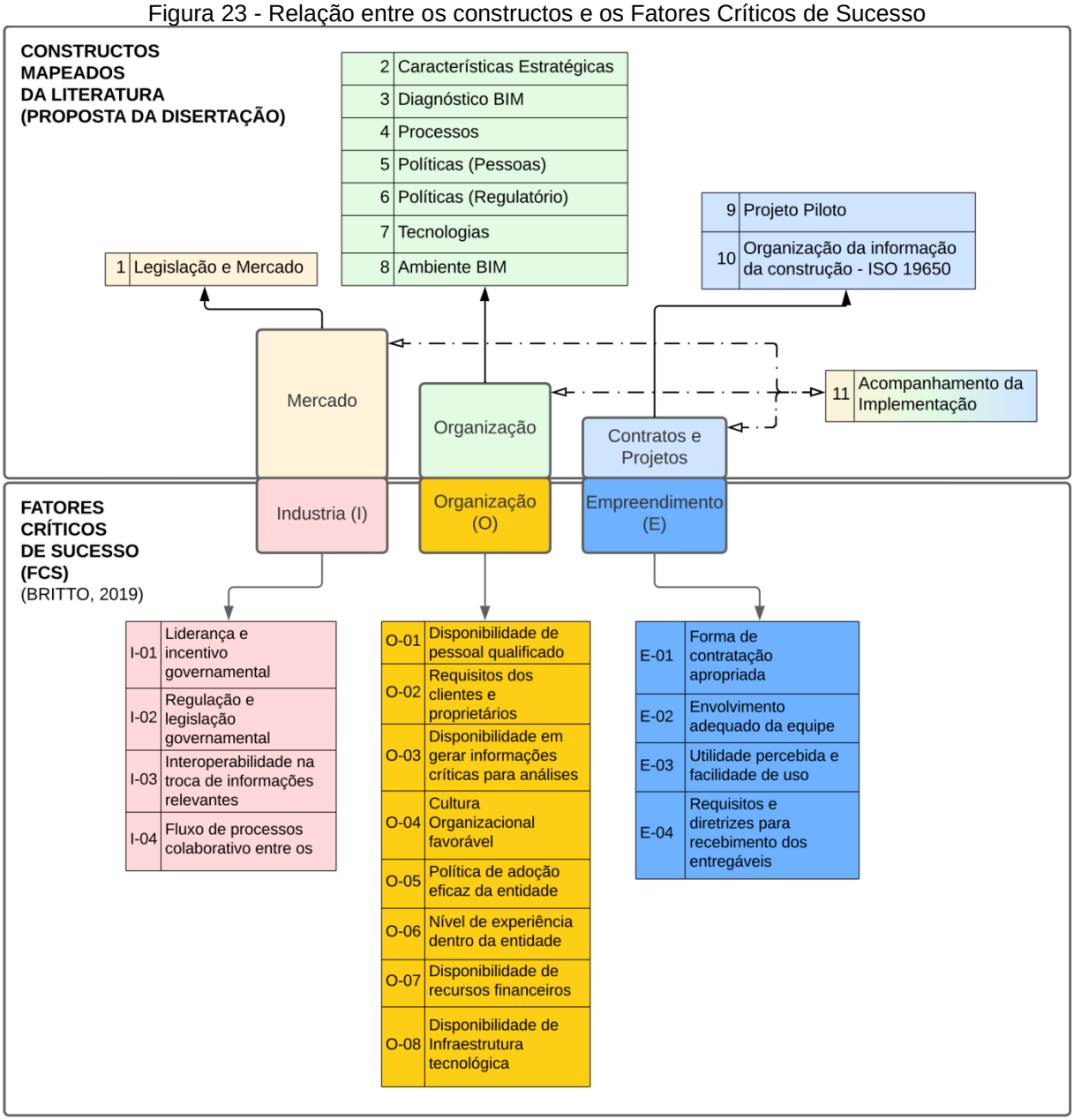
Fonte: O Autor (2023).

4.4.2 Relacionamento dos constructos com Fatores Críticos de Sucesso (FCS)

É possível ainda fazer um relacionamento entre constructos mapeados e fatores críticos de sucesso. Sendo possível verificar qual fator de sucesso da implementação será influenciado em cada etapa da implementação proposta no guia.

É possível verificar ainda que esse relacionamento também ocorre em cada uma das 3 esferas de implementação dos constructos, uma vez que os FCS também estão separados em 3 níveis, que embora apresentem nomenclaturas diferentes, possuem o mesmo sentido organizacional. Este relacionamento é representado na Figura 23. Nesta Figura é possível ver que a hierarquia da classificação em três níveis está presente nas duas propostas, embora tenham nomes diferentes. Enquanto que uma pesquisa apresenta os Fatores Críticos de Sucesso (FCS) para uma implantação BIM em organização pública (BRITO, 2019), a outra propõe ações e conceitos a serem estudados e mapeados a fim de acompanhar os fatores citados.

Figura 23 - Relação entre os constructos e os Fatores Críticos de Sucesso



Fonte: O Autor (2023).

4.5 Método proposto: o Guia de Implementação BIM no setor público

Após a estruturação dos referidos constructos e mapeamento (conforme item 4.1) e de algumas formas de relacionamentos entre estes (item 4.2), foi então adotada uma linguagem para o relacionamento dos constructos e uma representação para o desenvolvimento e proposição do método em forma de fluxograma de processos. Os itens a seguir explicitam o desenvolvimento da estruturação teórica, agrupamentos e evolução da construção do método.

A Figura 21 supracitada apresenta um agrupamento inicial dos constructos, por meio de uma proposta de classificação hierárquica e objetivo dos mesmos. A partir do modelo proposto na Figura 21, a estrutura do Guia foi desenvolvida. O primeiro passo foi a reorganização dos constructos em blocos que se relacionam com a gestão empresarial, em seguida a enumeração de cada conceito, com a finalidade de determinar ordenamento de ações, culminando em passos, e por último a estruturação em forma de fluxograma, com linguagem de fluxo e seu posterior detalhamento, conforme apresentado nos itens a seguir.

4.5.1 Nível de implementação em relação ao nível de gestão da instituição

Quanto ao nível de gestão da implementação BIM dentro de um contexto empresarial, os constructos foram classificados de acordo com a seguinte hierarquia: Gestão Estratégica, Gestão Tática e Gestão Operacional, conforme Figura 24. (CHIAVENATO, 2014).

A gestão estratégica tem como objetivo a situação organizacional e definição de metas de longo prazo, atingindo a alta gestão da Organização, e tratando muitas vezes da incerteza trazida pelo ambiente externo (CHIAVENATO, 2014).

A gestão tática tem propostas em médio prazo e engloba ações que necessitam do engajamento da média gestão (coordenações, gerências) a fim de realizar as intervenções necessárias para a implementação BIM. A gestão tática trata do programa de negócios e atividades, e faz a ponte entre os níveis organizacional e operacional (CHIAVENATO, 2014).

Já a gestão operacional visa a proposição em atividades de curto prazo, que servirão de aprendizado para alimentar as ações de médio e longo prazo, e necessita do engajamento e treinamento dos técnicos da ponta operacional da hierarquia. Neste

nível hierárquico o foco é tratar da execução de tarefas e operações racionalizadas, sempre buscando o máximo de eficiência, através de ritmo e cadência para alcançar produtividade, com cuidados para evitar paralizações, ou esperas. (CHIAVENATO, 2014). Neste nível foram enquadrados os constructos voltados para o desenvolvimento dos projetos e acompanhamento dos projetos.

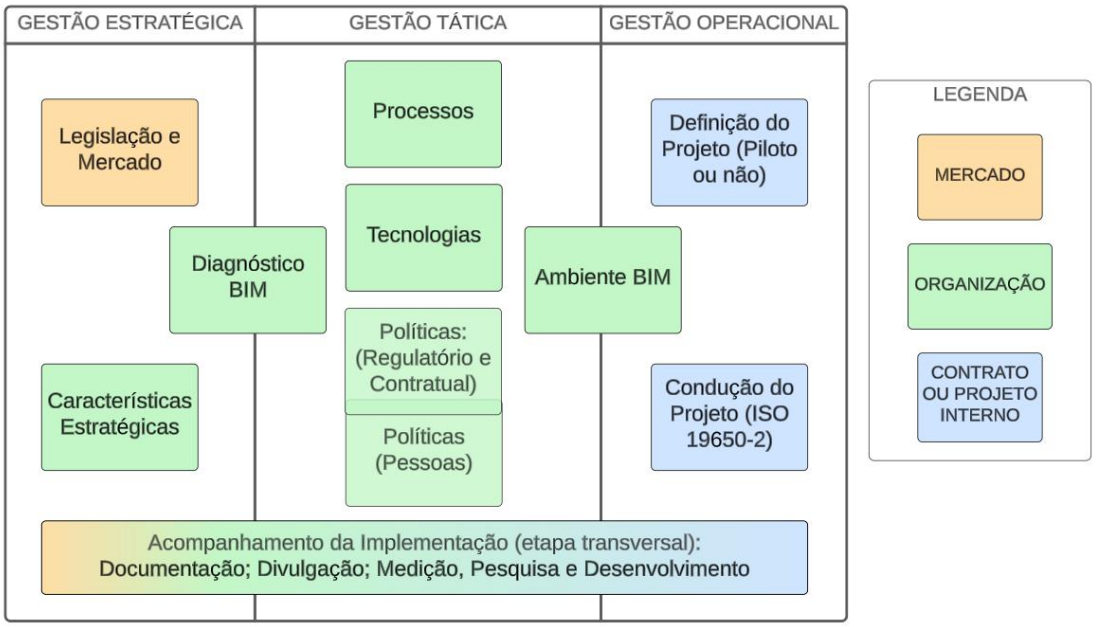
Após análise dos níveis de gestão, foi identificado que naturalmente há zonas de interface entre estes. E que há um determinado fluxo de entrega e saída, onde a gestão deve ser direcionada sempre da alta gestão (estratégica), que lida com as mudanças e interferências externas e dita metas e regras para a organização ("o que fazer"); para a baixa gestão (operacional), que trata do "como fazer", através da gestão e direcionamento da gestão intermediária (tática).

Com o intuito de resolver essas zonas de interface alguns dos constructos foram propostos nestas zonas de interesse. O "Diagnóstico BIM" foi concebido na zona de interface entre gestão estratégica e tática, uma vez que necessita de participação de gestores de tomadas de decisão desses dois níveis. O "Ambiente BIM" foi atribuído como uma zona de interface entre a gestão tática e operacional, uma vez que engloba ações que atingirão tanto gestores como técnicos. E, novamente, o constructo de acompanhamento (Documentação; Divulgação; Medição e Pesquisa & Desenvolvimento) surge como um item transversal, que deverá direcionar e retornar ações entre a gestão estratégica, tática e operacional, servindo como uma ponte entre as proposições técnicas, melhorias de produtividade, acompanhamento e tomada de decisões da alta gestão.

A Figura 24 apresenta a proposta de classificação dos constructos anteriormente definidos de acordo com os níveis de gestão explicados, mantendo ainda a legenda de cores quanto à hierarquia adotada no capítulo 4.1.

É possível observar ainda que na Figura 24, o constructo de Políticas foi separado em dois: Políticas (Regulatório e Contratual) e Políticas (Pessoas ou Preparatório), devido a importância, observada por esta pesquisa, para as pessoas envolvidas no processo, seus treinamentos e sua educação e fomento da cultura BIM. Desta forma os fundamentos de política que tratam sobre contratos e regulamentos têm o mesmo peso de importância que os fundamentos de políticas que tratam sobre pessoas.

Figura 24 - Relação entre constructos e a hierarquia da gestão administrativa



Fonte: O Autor (2023).

4.5.2 Linguagem de Relacionamento, sequenciamento e subprocessos

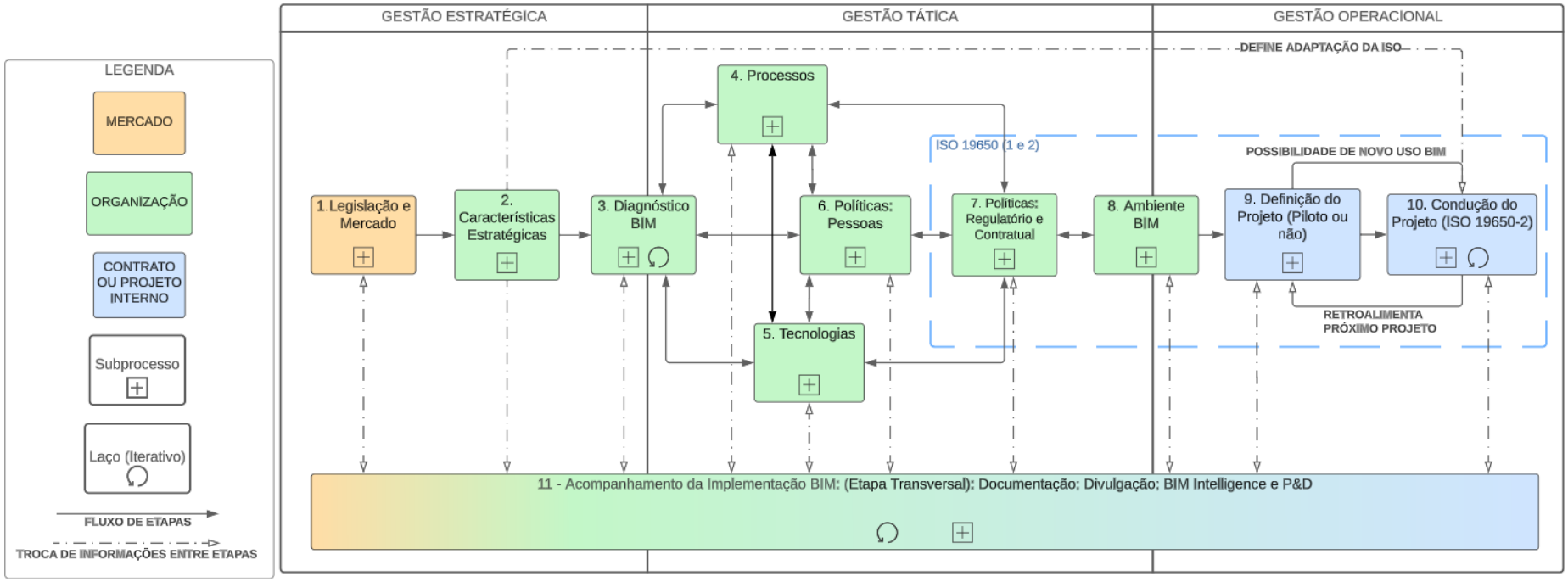
Após a conceituação, hierarquização e classificação dos conceitos propostos, foi feito sequenciamento dos mesmos, através da definição de número (de 1 a 10 para etapas sequenciais e 11 para a etapa transversal) que definem a ordem em que os passos do fluxo proposto devem ser seguidos. Este sequenciamento foi desenvolvido com base na prescrição de alguns outros guias nacionais (ASBEA, 2013; CBIC, 2016; ABDI, 2017) e internacionais (SOTO; MANRÍQUEZ, 2023) que tratam sobre implementação BIM, assim como em autores que tratam sobre o tema (SACKS *et al*., 2021; AMORIM, 2023).

Posteriormente foi traçado o fluxograma através da linguagem de relacionamento entre os constructos, conforme Figura 25. É possível notar que cada constructo compreende uma etapa do método (um passo do Guia de Implementação) e cada um se relaciona com a etapa seguinte ou com a etapa transversal (etapa 11) que percorre todo o método em paralelo e trocando informações com as demais etapas.

Em cada passo, foi definido um conjunto de subprocessos que devem ocorrer antes de seguir para o passo seguinte. Nas etapas referentes ao contrato (10) assim como na etapa transversal (11), um laço de repetições poderá ocorrer (ver legenda da Figura 25), a depender do nível de maturidade que a instituição deseje alcançar, de quantos Usos BIM deseje explorar e em quantos passos pretenda realizar tal implementação.

A proposta apresentada na Figura 25 encara a implementação BIM, hora como um “projeto”, com começo meio e fim, e hora como um “processo” cíclico. Representado pelos subprocessos de laço e pela interação de retroalimentação entre fases, representada pela etapa 11. Essa retroalimentação pode acontecer tanto entre envolvidos de equipes diferentes, como em marcos temporais diferentes.

Figura 25 - Fluxograma de processos, versão inicial



Fonte: O Autor (2023).

Para a completa compreensão do fluxo proposto na Figura 25 é importante verificar a linguagem da Legenda, conforme a seguir.

É possível notar que a hierarquia de cores e a divisão em níveis de gestão continua presente no fluxograma, e que cada item se constitui de um “subprocesso”, apresentando um fluxograma próprio que está detalhado no APÊNDICE D. É possível também perceber que alguns processos em laço acontecem nos itens 9, 10 e 11. E que o próprio fluxo de etapas (indicado por setas contínuas) entre os itens 3 a 7 acontecem como um grande conjunto de laços, indicando uma constante sobreposição entre as atividades destes itens. É possível perceber também a existência de setas que indicam a troca de informações entre cada etapa e “etapa transversal” 11. Essas setas estão representadas como traço-ponto.

4.5.3 Representação final do Guia e seus subprocessos em fluxograma

O fluxograma da Figura 25 é a base do sequenciamento para o Guia de Implementação BIM na Administração Pública proposto por esta dissertação. Entretanto, após análise mais detalhada na literatura, e instanciação parcial de alguns constructos (NERI, et al, 2022; ABNT NBR ISO 19650-1, 2022; ABNT NBR ISO 19650-2, 2022), foi verificada a necessidade de melhor detalhamento dos subprocessos e das linguagens de relacionamento. Para isso, algumas etapas foram subdivididas e foram criados passos mais discretizados, de modo a se obter uma ferramenta prática, além da conceituação teórica.

A figura 26 mostra a apresentação final do fluxograma de processos que representa o Guia de Implementação BIM para administração pública brasileira proposto nesta dissertação.

Entre as alterações realizadas, viu-se a necessidade de um relacionamento simultâneo entre as etapas 4, 5 e 6. Isto se deu pelo fato de que os fundamentos de políticas, tecnologias e processos devem maturar de forma homogênea para uma implementação eficaz (SUCCAR, 2009). Logo, foi incluída uma representação de troca de informações entre eles (seta traço-ponto), e uma necessidade de simultaneidade (seta dupla).

As etapas 7, 8, 9 e 10 foram agrupadas (retângulo tracejado) sob o tema da ABNT NBR ISO 19650 partes 1 e 2, pois foram fortemente baseadas nesta normativa, permitindo identificar no fluxograma onde se encontra a contribuição principal da referida norma.

Na etapa 10, que corresponde à utilização do fluxograma pré-existente da ABNT NBR ISO 19650-2 (2022), há uma forma de relacionamento optativo (seta pontilhada), uma vez que esta etapa foi dividida em três versões, que a depender da avaliação da organização, deverá utilizar uma versão em detrimento da outra. Cada uma das versões corresponde a uma variação do fluxograma da referida norma, como a seguir:

Versão A: para projetos contratados. Utiliza a versão original do fluxo da ABNT NBR ISO 19650-2 (2022). Uma vez que se enquadra no fluxo de contratação sugerido na norma.

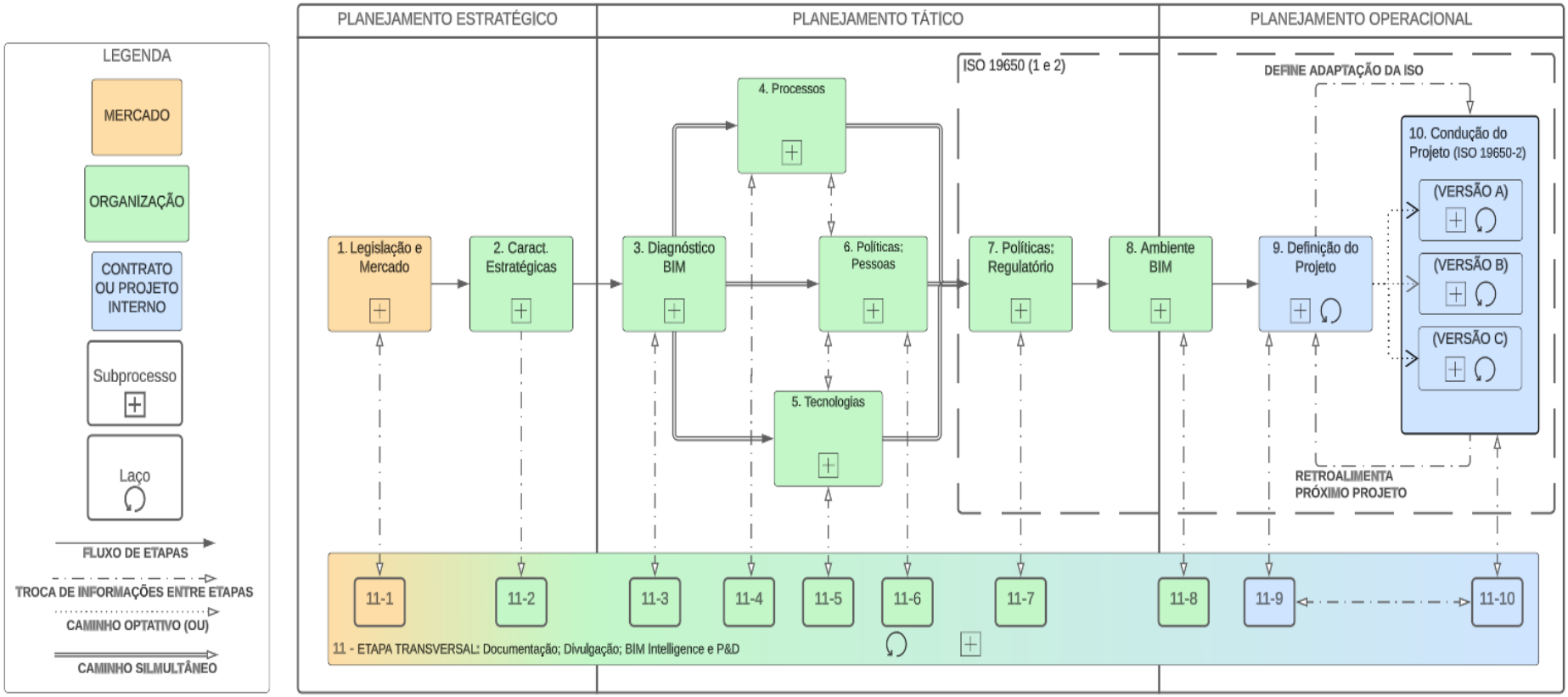
Versão B: para projetos recebidos e fiscalizados e acompanhados por uma instituição terceira. Com sutis variações no fluxo da ABNT NBR ISO 19650-2 (2022). Uma vez que as necessidades do projeto já são definidas por outra instituição pública.

Versão C: para projetos desenvolvidos internamente. Com uma proposta bem resumida do fluxo proposto na ABNT NBR ISO 19650-2 (2022). Uma vez que as etapas de licitação, e resposta à licitação, podem ser suprimidas.

Ainda na Figura 26, é possível verificar na etapa 11, transversal, que há um detalhamento maior das subpartes que se relacionam com cada etapa do método. Como esta etapa acontece ao longo e em paralelo às outras etapas, então, ela foi dividida e representada em 10 partes (11-1 até 11-10), uma para cada uma das demais etapas. E, para fim de organização, a etapa 11 foi ainda dividida em 3 raias paralelas: 11a – Documentação; 11b – Divulgação e 11c – Medição, Pesquisa e Desenvolvimento. Cada uma aglutinando suas próprias atividades ou documentos, que podem ser compartilhados ou tratados por equipe específica para cada uma.

No APÊNDICE D – Detalhamento dos subprocessos do Guia, cada etapa está apresentada de forma detalhada, com seus respectivos fluxogramas, e com uma representação das respectivas trocas de informações com a etapa transversal 11. Esse detalhamento é ainda apresentado de forma explicativa na próxima subseção.

Figura 26 - guia para implantação BIM, na fase de projetos da Administração Pública, baseado na ABNT NBR ISO 19650 - formato de fluxograma, resumido



Fonte: O Autor (2023).

4.5.4 Detalhamento de cada subprocesso do Guia proposto

Este tópico visa explicar como cada item do guia pode ser aplicado, e quais os conceitos, tarefas e documentos que servem de entrada (*Input*) ou entregáveis (*Output*) em cada um deles. Estes últimos correspondem às ações ou documentos que configuram a etapa transversal 11. Para a compreensão completa deste tópico é importante verificar também os fluxogramas do APÊNDICE D – Detalhamento dos subprocessos do Guia proposto.

- **1 - Legislação e Mercado;**

O principal foco deste item é determinar a característica legislativa da instituição, frente ao BIM, sendo possível determinar se a instituição possui alguma obrigatoriedade, ou preferência quanto à escolha do BIM (Ver APÊNDICE D – 11.1).

Inputs necessários:

- Legislação vigente para licitações públicas e utilização do BIM

Subitens:

1.1 Verificar Legislação Vigente: Revogações, validades e novas sanções;

1.1.1 Mapear o Ministério ao qual a instituição está vinculada (se federal);

1.1.2 Mapear Decretos estaduais ou legislação local (se estadual/municipal);

1.2 Identificar o tipo de Entidade Administrativa e Naturezas de contratações;

1.2.1 Identificar Natureza das Contratações Recorrentes (vál. até 30/12/2023)

1.3 Identificar a Legislação de Licitação

Opções atuais: Lei das Estatais 13.303/2016; Lei RDC 12.462/2011; Lei 8.666/1993;

Opções futuras: Nova Lei de licitações 14.133/2024;

1.4 Identificar a Obrigatoriedade jurídica do BIM na Instituição:

Opções atuais: Obrigatório ou Facultativo

Opções futuras: “Preferencial”

Outputs propostos:

- ✓ Conhecimento quanto à obrigatoriedade jurídica da utilização do BIM;
- ✓ Acompanhamento contínuo da legislação vigente;

- **2 - Levantamento das Características Estratégicas;**

Inputs necessários:

- Posicionamento Jurídico da instituição quanto à utilização do BIM;
- Envolvimento da alta e média gestão;

Subitens:

2.1 Criar Grupo de Planejamento Estratégico BIM

2.2 Definir os objetivos Estratégicos da Instituição

2.3 Identificar os potenciais tipos de elaboração de projetos

2.3.1 Contrata Projetos: Utilizar Etapa 10-A

2.3.2 Executa Projetos Internos: Utilizar Etapa 10-B

2.3.3 Recebe e Acompanha Projetos: Utilizar Etapa 10-C

2.4 Desenhar Mapa de processos para cada tipo de projeto/ atividade

2.5 Mapear os principais problemas da Instituição relacionados ao desenvolvimento ou contratação de projetos

2.6 Definir os objetivos da Implementação BIM

2.6.1 Definir metas e prazos macro da Implementação

2.6.2 Definir e priorizar ações para cumprir as metas

Outputs propostos:

- ✓ Definição de responsáveis, em nível estratégico, pelo acompanhamento da Implementação, considerando cada subárea da etapa transversal: Documentação e Arquivamento; Divulgação; Medição, Pesquisa e Desenvolvimento.
- ✓ Documentar criação do Grupo BIM Estratégico através de documento formal da instituição;
- ✓ Divulgar o Grupo Estratégico BIM;
- ✓ Definir meios de comunicação, e periodicidade de divulgação do BIM;
- ✓ Identificar a Versão do fluxograma que será utilizado no tópico 10
- ✓ Consolidar, documentar e divulgar o Plano Estratégico de Implementação BIM;
- ✓ Lista de tipos de projetos da instituição, e respectivos mapas de processos.

- **3 - Diagnóstico BIM;**

Inputs necessários:

- Grupo BIM Estratégico;
- Plano Estratégico de Implementação BIM;

Subitens:

3.1 Definir Método de Diagnóstico BIM (Sugestão: CONSTRUA BRASIL, 2020.)

3.2 Realizar Diagnóstico de Processos

3.3 Realizar Diagnóstico de Tecnologia

3.4 Realizar Diagnóstico de Políticas (Preparatório, Contratual e Regulatório)

3.5 Identificar Nível de Maturidade BIM

3.6 Definir Periodicidade de reanálise de maturidade BIM

3.7 Definir metas e prioridades para a próxima análise de maturidade BIM

3.8 Criar/ajustar Grupo de Planejamento Tático BIM, em conformidade com o Grupo Estratégico

3.9 Definir Usos do Modelo BIM

3.10 Reanálise do Nível de Maturidade (Acontece a cada marco temporal de periodicidade)

Outputs propostos:

- ✓ Resultados do Diagnóstico quanto Processos, Políticas e Tecnologias;
- ✓ Nível de Maturidade BIM da instituição;
- ✓ Política de monitoramento, com metas, periodicidades e reanálises de Nível de Maturidade BIM;
- ✓ Criar e formalizar Grupo BIM Tático;
- ✓ Divulgar Grupo BIM Tático;
- ✓ Definição dos Usos BIM necessários para a instituição: divulgação, monitoramento, incluindo-os no Plano Estratégico de Implementação BIM.

- **4 – Processos**

Inputs necessários:

- Lista de tipos de projetos da instituição, e respectivos mapas de processos;
- Usos BIM definidos para a instituição;

Subitens:

4.1 Selecionar o(s) tipo(s) de projeto(s) em que o BIM será implementado, para cada um, fazer os seguintes passos:

4.1.2 Validar o mapa com todos os envolvidos

4.1.3 Para cada tipo de projeto selecionado: definir obstáculos recorrentes no fluxo de informações.

4.1.4 Selecionar USOS BIM do projeto (Para mitigar obstáculos anteriores)

4.1.5 Definir indicadores para cada USO/Obstáculo.

Outputs propostos:

- ✓ Mapas de processos ajustados para cada tipo de projeto, conforme necessidades BIM.
- ✓ Usos BIM para cada tipo de projeto, onde cada Uso visa melhorar um obstáculo recorrente.
- ✓ Indicadores mapeados para cada Uso BIM/Obstáculo

- **5 – Tecnologias**

Inputs necessários:

➢ Usos BIM definidos para cada tipo de projeto.

Subitens:

5.1 Definir Infraestrutura tecnológica necessária para cada Uso BIM

5.1.1 Aplicações BIM

5.1.2 Hardware

5.1.3 Infraestrutura de Rede

5.2 Consolidar a Infraestrutura tecnológica que será padronizada para a instituição, e que atenda todos os tipos de projetos.

5.2.1 Aplicações BIM

5.2.2 Hardware

5.2.3 Infraestrutura de Rede

Outputs propostos:

✓ Aplicações BIM, Hardware e Infraestrutura de Rede necessários para cada Uso BIM.

✓ Aplicações BIM, Hardware e Infraestrutura de Rede necessários para a instituição como um todo.

✓ Programa de acompanhamento de infraestrutura tecnológica, com documentação, divulgação e melhoria contínua.

- **6 – Políticas: Preparatório de Pessoas**

Inputs necessários:

➢ Usos BIM para cada tipo de projeto e para a instituição como um todo.

Subitens:

6.1 Atribuir funções BIM

6.2 Definir Matriz de Responsabilidades BIM

6.3 Definir capacidades e habilidades necessárias, por Uso BIM

6.4 Definir programa de treinamento continuado

6.5 Identificar pessoas: Resistentes à mudança e Aderentes à mudança

Outputs propostos:

✓ Quadro de novas funções;

✓ Matriz Macro de Responsabilidades BIM;

✓ Programa de treinamento continuado, com necessidades, capacidades, habilidades necessárias para cada indivíduo;

✓ Programa de educação, para fim de engajamento da “cultura” BIM.

- **7 – Políticas: Regulatório**

Inputs necessários:

- Metas e prazos macro da implementação BIM;
- Normas de classificação da Informação disponíveis no mercado;
- método e indicadores que permitam uma avaliação de ROI;

Subitens:

7.1 Definir padrões de gestão da informação e interoperabilidade

7.1 Definição de normas internas/externas para classificação da Informação

7.1 Definir padrões de Open BIM

7.2 Desenvolver documentos de padrões e requisitos BIM em cada tipo de projeto.

7.3 Definir padrões para controle de qualidade e aceitação de projetos

7.4 Definir padrões para coordenação de projetos multidisciplinares

7.5 Apresentar e validar documento na área técnica/operacional

7.6 Apresentar e validar documento com área jurídica

7.7 Estimar o Retorno de Investimento - ROI

7.7.1 Estimar fluxo de caixa para cada meta e prazo macro da implementação

Outputs propostos:

- ✓ Documentação para cada padrão desenvolvido: gestão de informação; interoperabilidade; classificação da informação; Open BIM; requisitos BIM; controle de qualidade e aceitação, coordenação de projetos multidisciplinares;
- ✓ Validação e Divulgação de cada documento na instituição;
- ✓ Estimativa de ROI (deve ser acompanhado e verificado com frequência);

- **8 – Ambiente BIM**

Inputs necessários:

- Funções BIM;
- Matriz Macro de Responsabilidades BIM;
- Procedimentos internos de nomenclatura e codificação de arquivos;
- Infraestrutura tecnológica (Aplicações BIM, Hardware e Rede);

Subitens:

8.1 Definir o (Ambiente Comum de dados) CDE

8.1.1 Definir procedimentos de revisão e aceite entre estados de contêineres

8.1.1.1 Trabalho em andamento

8.1.1.2 Compartilhado

8.1.1.3 Publicado

8.1.1.4 Arquivado

8.1.2 Definir procedimentos de revisão e aceite entre estados

8.1.3 Definir padrão de nomenclatura, revisão e versão para os contêineres de informação e sua relação com os estados.

8.2 Desenvolver e estruturar bibliotecas de objetos BIM

8.3 Desenvolver e estruturar gabaritos de projetos (templates)

8.4 Definir perfis de acesso no CDE para cada função e responsabilidade BIM

8.5 Consolidar e validar procedimentos de utilização do CDE com os envolvidos

Outputs propostos:

- ✓ Modelos de informações;
- ✓ CDE estruturado;
- ✓ Bibliotecas de objetos BIM;
- ✓ Política de trabalho do Ambiente BIM, documentada e divulgada;

- **9 – Definição de Projeto**

Inputs necessários:

- Para esta etapa é necessário concluir os passos anteriores para o tipo de projeto desejado: Usos BIM do projeto, obstáculos comuns do projeto; Mapa da processos ajustados; problemas mapeados; necessidades de aplicações BIM, hardware, rede e treinamentos definidos; funções e responsabilidades BIM; etc.

Subitens:

9.1 Escolher Projeto (Piloto ou não)

9.2 Definir as metas do projeto (com base nos problemas a serem superados e respectivos Usos BIM)

9.3 Definir Indicadores para o projeto (com base nos objetivos e problemas a serem superados)

9.4 Definir linha de base para os projetos (com base em históricos anteriores e/ou nas metas desejadas)

9.5 Estruturar protocolo de medição de indicadores

9.5.1 Definir metodologia de medição dos Indicadores

9.5.2 Elencar periodicidade de medição

9.5.3 Elencar responsáveis pela medição

9.6 Determinar a forma de elaboração do projeto

9.6.1 Contratado (Versão A)

9.6.2 Recebido de instituição terceira para acompanhamento e fiscalização (Versão B)

9.6.3 Executado Internamente (Versão C)

Outputs propostos:

- ✓ Definição do projeto (seja “piloto” ou “corriqueiro”), com respectiva divulgação de metas, envolvidos e prazos;
- ✓ Linha de base para cada tipo de projeto, e seus indicadores;
- ✓ Metodologia, responsáveis e periodicidades de indicadores, com o devido planejamento de divulgação e acompanhamento;
- ✓ Definição do tipo de desenvolvimento de projeto (Contratado, interno, ou fiscalização de instituição terceira)

- **10 – Condução do Projeto**

Inputs necessários:

- Conclusão de todos os itens anteriores.
- Compreensão plena da ABNT NBR ISO 19650, partes 1 e 2;
- Definição do tipo de desenvolvimento de projeto - contratado (Versão A); fiscalização de instituição terceira (Versão B) ou desenvolvido internamente (Versão C).

Subitens da Versão A: Projeto Contratado

A-10.1 Levantamento de Necessidades;
A-10.2 Convite à Licitação
A-10.3 Resposta à Licitação
A-10.4 Contratação
A-10.5 Mobilização
A-10.6 Produção Colaborativa de Informação
A-10.7 Entrega do Modelo de Informação
A-10.8 Encerramento do Empreendimento

Esta é a versão original da ABNT NBR ISO 19650-2 (2022).

Subitens da Versão B: Fiscalização de projeto de instituição terceira

B-10.1 Recebimento de Necessidades;
B-10.2 Acompanhamento da Licitação
B-10.3 Acompanhamento da Resposta à Licitação
B-10.4 Acompanhamento da Contratação
B-10.5 Mobilização
B-10.6 Acompanhamento da Produção Colaborativa de Informação
B-10.7 Entrega do Modelo de Informação
B-10.8 Encerramento do Empreendimento

Aqui há uma adaptação da ABNT NBR ISO 19650-2 (2022). Para a fiscalização de projeto desenvolvido por outra instituição pública, se percebeu que o fluxo é o mesmo da Versão A, apenas com a sutil variação de que a instituição fiscalizadora não é responsável pelas ações de definição, apenas de acompanhamento. Já recebendo as definições da instituição terceira. Por isto, foi desenvolvido um fluxo com as mesmas

etapas, porém com mudanças sutis de nomenclatura e ações. O sub detalhamento de cada item assim como os conceitos podem ser considerado o mesmo da versão original da ABNT NBR ISO 19650-2 (2022)

Subitens da Versão C: Projetos desenvolvidos internamente

C-10.1 Levantamento de Necessidades;
C-10.2 Produção Colaborativa de Informação
C-10.7 Entrega do Modelo de Informação
C-10.8 Encerramento do Empreendimento

Nesta versão há uma adaptação maior da ABNT NBR ISO 19650-2 (2022). Se tornando um fluxo bem mais enxuto, fazendo apenas a supressão das etapas de licitação, contratação e mobilização. Nesta versão algumas simplificações podem ser feitas, como a junção do BEP pré-contrato e BEP pós-contrato em um BEP único.

Cada um dos itens tratados aqui (nas três versões supracitadas) possui ainda, subitens, que podem ser facilmente recuperados na norma ABNT NBR ISO 19650-2 (2022). E que estão detalhados em forma de fluxograma no APÊNDICE C, e em forma de tabela no APÊNDICE E.

Outputs propostos:

- ✓ Modelos de informações produzidos (projetos propriamente ditos e documentos afins);
- ✓ Lições aprendidas, com a respectiva documentação e divulgação;
- ✓ Retroalimentação de indicadores e linha de base;

4.5.5 Representação do Guia em formato tabular

Uma vez apresentado em formato de fluxograma, e detalhados os seus subprocessos, percebeu-se que o guia poderia ser ainda transformado em uma ferramenta ainda mais prática para potencial aplicação em variados ambientes empresariais públicos. Utilizando como base de inspiração o formato tabular do “Guia BIM para funcionários públicos da América Latina” (SOTO; MANRÍQUEZ, 2023), foi então proposto um formato de tabela para o guia de implementação BIM desta dissertação.

O formato tabular permite uma representação textual do fluxo, além indicar potenciais referências que possam ser verificadas a fim de aprofundar o conhecimento sobre cada conceito no qual o Guia foi fundamentado. Este formato permite ainda que o Guia possa ser compartilhado em formato digital, facilmente adaptado ou melhorado em estudos ou aplicações futuras.

Esta representação tabular encontra-se por completa no APÊNDICE E – Guia de Implementação BIM em formato tabular. Porém uma versão macro, sintetizada, pode ser identificada no Quadro 17. Neste quadro é possível notar que há a inclusão de explicações textuais sobre objetivo e importância de cada tópico, assim como referências externas para aprofundamento. Há ainda a capacidade de expansão e criação de colunas novas de acordo com a necessidade.

Ainda no Quadro 17, é possível notar (à esquerda) que foi mantida a mesma hierarquia de cores quanto ao nível de implementação BIM, assim como, a hierarquia dos níveis de gestão empresarial.

O Quadro 17 apresenta uma versão resumida do formato tabular do guia de implementação, sendo importante verificar a versão estendida, contendo cada subitem, que está apresentada no APÊNDICE E – Guia de Implementação BIM em formato tabular.

Quadro 17 - Guia de Implementação BIM, na fase de projetos da Administração Pública, baseado na ABNT NBR ISO 19650 – formato de tabela, resumido

Gestão	Imp.	ITEM	Descrição	Objetivo e Importância	Referências externas
ESTRATÉGICO	MERCADO	**1**	**Legislação e Mercado**	Compreender a legislação existente afim de determinar as ferramentas jurídicas que poderão ser utilizadas na justificativa de uma Implementação BIM. É importante contar com apoio jurídico e alta Gestão	(BRASIL, 1993); (BRASIL, 2011); (BRASIL, 2016); (BRASIL, 2020); (BRASIL, 2021); (BONATTO, 2022)
	ORGANIZAÇÃO	**2**	**Características Estratégicos**	Determinar o envolvimento e comprometimento da alta gestão quanto ao que se espera da implementação BIM	(SOTO; MANRÍQUEZ, 2023); (BRITO, 2019); (MARTINS, 2003); (AMORIM, 2023); (ABDI, 2017); (ASBEA, 2013, 2015); (CBIC, 2016)
TÁTICO		**3**	**Diagnóstico BIM**	Identificar a Situação da Instituição quanto aos três campos BIM: Processos, Tecnologias e Políticas	(LIMA, 2019); (SUCCAR, 2010); (ASBEA, 2013, 2015); (SOTO; MANRÍQUEZ; GODOY, 2019) (SOTO; MANRÍQUEZ, 2023); (CONSTRUA BRASIL, 2020)
		4	**Processos**	Propor alterações nos processos de projetos das instituições	(SUCCAR, 2019, 2010); (MESSNER et al., 2021); (ABDI, 2017); (SACKS et al., 2021); (SOTO; MANRÍQUEZ, 2023);
		5	**Tecnologias**	Propor alterações na infraestrutura tecnológica de suporte aos projetos das instituições.	(SUCCAR, 2009; 2010); (ABDI, 2017); (SACKS *et al.*, 2021) (SOTO; MANRÍQUEZ, 2023);.
		6	**Políticas (Pessoas)**	Propor programas de aperfeiçoamento de pessoas, voltado às necessidades dos Usos BIM Mapeados	(SUCCAR, 2009, 2010); (SUCCAR et al., 2013); (SACKS et al., 2021).
		7	**Políticas (Regulatório e Contratual)**	Propor políticas regulatórias e contratuais, voltado às necessidades dos Usos BIM Mapeados	(SUCCAR, 2009, 2010); (SACKS *et al.*, 2021); (ABNT NBT ISO 19650, 2022); (AMORIM, 2023); (SOTO; MANRÍQUEZ, 2023).

		8	**Ambiente BIM**	Estruturar o ambiente BIM a fim de promover a cultura da utilização do BIM no desenvolvimento/contratações de projetos	(SACKS *et al.*, 2021); (AMORIM, 2023); (ABNT NBT ISO 19650, 2022); (ABNT PR 1015, 2022)
OPERACIONAL	CONTRATO / PROJETO	**9**	**Definição do Projeto (Piloto ou não)**	Mapear e Identificar os projetos mais viáveis, e com maior visibilidade frente ao BIM. Visando treinar ou aperfeiçoar práticas e Usos BIM.	(AMORIM, 2023); (SOTO; MANRÍQUEZ, 2023).
		10	**Condução do Projeto (ISO 19650-2)**	Padronizar ações (baseadas na ABNT NBR ISO 19650) para a gestão da informação, incluindo troca, registro, versionamento e organização para os envolvidos no processo de trabalho.	(ABNT NBR ISO 19650-1, 2022); (ABNT NBR ISO 19650-2, 2022); (MESSNER et al., 2021); (AMORIM, 2023); (AMORIM *et al.*, 2023).
PERMEÁVEL: ESTRATÉGICO, TÁTICO & OPERACIONAL	ACOMPANHAMENTO PERMEÁVEL: MERCADO; INSTITUIÇÃO E CONTRATOS	**11**	**Acompanhamento da Implementação (Etapa Transversal)**	Acompanhar a implementação BIM com ações que permitam manter o engajamento e a cultura BIM, por meio de documentações; divulgações; medições e pesquisa e desenvolvimento.	(AMORIM, 2023); (SOTO; MANRÍQUEZ, 2023).
		11.a	**Documentação**	Registrar as ações da implementação, a fim de institucionalizar as ações tomadas, visando o ganho de produtividade, facilidade do repasse de conhecimentos e a fim de instituir a maturidade BIM	(AMORIM, 2023); (SOTO; MANRÍQUEZ, 2023).
		11.b	**Divulgação**	Promover visibilidade às ações da Implementação BIM. A fim de conseguir mais adeptos, apoio de diversas áreas, e disseminar sua utilização.	(AMORIM, 2023); (SOTO; MANRÍQUEZ, 2023).
		11.c	**Medição, Pesquisa e Desenvolvimento**	Acompanhar a evolução tecnológica, de processos e pessoas que naturalmente ocorre no setor de projetos e Construção Civil. A fim de promover a melhoria contínua do BIM na instituição	(AMORIM, 2023); (SOTO; MANRÍQUEZ, 2023).

Fonte: O Autor (2023).

NOTA: Adicionalmente, a ferramenta encontra-se disponível online, para visualização, comentários ou download. Um link de acesso ou *QR code* podem ser recuperados no Apêndice E.

Em suma, este capítulo apresenta a proposta teórica do Guia de Implementação BIM na Administração Pública brasileira, na fase de projetos. Descrevendo como houve a construção do conhecimento por meio dos conceitos previamente mapeados.

O Guia em questão foi apresentado de forma descritiva ao longo deste capitulo, mas também foi detalhado em um conjunto de fluxogramas (ver APÊNDICE D – Detalhamento dos subprocessos do Guia proposto) e em um formato tabular (ver APÊNDICE E – Guia de Implementação BIM em formato tabular), com o objetivo de que possam ser facilmente recuperados, utilizados ou reavaliados em pesquisas e aplicações futuras.

Estes dois formatos de apresentação do Guia foram então apresentados para funcionários e empregados públicos com o objetivo de coletar opiniões dos mesmos acerca da proposta teórica desta pesquisa. Esta avaliação, junto com seu delineamento e os resultados obtidos estão apresentados no capitulo a seguir.

5 AVALIAÇÃO DO GUIA

Neste capítulo será apresentada uma avaliação do guia através de pesquisa de opinião púbica. Para o desenvolvimento da avaliação foram selecionadas algumas instituições públicas, das esferas federal, estadual e uma municipal, que estão em processo de implementação BIM e cujos funcionários participaram como avaliadores desta pesquisa de forma anônima.

É importante ressaltar que a avaliação se difere da instanciação, pois enquanto este objetiva aplicar o método, a avaliação aqui pretendida visa apresentar o método a uma equipe interna que avaliará a sua qualidade com base nas suas experiências. Como preconizado na DSR, embora a instanciação do artefato não seja obrigatória (LACERDA *et al.*, 2012), este deve ser avaliado para se verificar os resultados obtidos, assim como realizar ajustes e melhorias no artefato. Esta avaliação pode funcionar de forma iterativa, gerando revisões no método a cada rodada.

Durante o desenvolvimento da dissertação apenas algumas etapas do método foram “instanciadas” em uma das instituições federais. A Etapa 1: Legislação e Mercado, a Etapa 2: Características Estratégicas e a Etapa 3: Diagnóstico BIM, como é possível verificar na publicação de Neri *et al.* (2022). Na época desta instanciação parcial tanto o Guia como as referidas etapas, ainda estavam em desenvolvimento e não tinham estas nomenclaturas, portanto são consideras como instanciações parciais dos constructos, precedendo a articulação completa do Guia e servindo para desenvolvimento e melhoria deste (MARCH; SMITH, 1995).

Após o desenvolvimento completo do Guia, com a estruturação teórica explicada no capítulo 5, sua instanciação integral em uma instituição ainda não foi possível, pois exige um período temporal maior para ser aplicado do que o disponível para a realização de uma dissertação. Contudo, foi realizada uma avaliação em 4 (quatro) instituições públicas, com metodologia de avaliação estabelecida conforme o capítulo 2 – Abordagem Metodológica. A apresentação das instituições selecionadas para a avaliação do Guia, assim como, suas características, organogramas, particularidades e situação frente ao BIM está apresentada no tópico seguinte junto com os resultados da avaliação

5.1 Compreendendo as organizações participantes

A proposição teórica do Guia, conforme estrutura conceitual apresentada no capítulo 4, foi apresentada para alguns órgãos a fim de se verificar a opinião dos servidores quanto ao objeto em questão (Guia de Implementação BIM para Administração Pública).

Para cada instituição houve um momento de compreensão do seu relacionamento frente ao BIM, e do seu Nível de Maturidade BIM (SUCCAR, 2010). Este detalhamento está apresentado nos próximos itens deste capítulo, e tem o objetivo de compreender como o nível de maturidade BIM poderia influenciar na compreensão do Guia e na opinião dos envolvidos na pesquisa.

5.1.1 CBTU - STU/Recife – Gerência de Obras

A escolha desta instituição se deu pelo fácil acesso do pesquisador aos dados, procedimentos e equipes de projeto, uma vez que este faz parte do seu quadro de funcionários. Adicionalmente, a instituição já apresenta histórico de implementação BIM, e é onde o artefato foi testado e desenvolvido ao longo dos anos, através de "instanciações parciais" de alguns dos conceitos (NERI *et al*., 2022). Após a conclusão e estruturação teórica do Guia, a instituição foi convidada para participar como uma das avaliadoras.

A Companhia Brasileira de Trens Urbanos (CBTU) do Recife é uma empresa da Administração Pública Indireta, para serviços de transporte metroferroviário de passageiros, vinculada ao Ministério do Desenvolvimento Regional (CBTU, 2021). A empresa possui atualmente operação em cinco estados, que formam as Superintendências de João Pessoa-PB, Maceió-AL, Natal-RN, Recife-PE e a sede na Administração Central em Brasília. Entre as superintendências, a maior delas é de Recife, seja em números de funcionários ou extensão de linhas férreas. (CBTU, 2018).

A Superintendência de Trens Urbanos do Recife (CBTU - STU/REC), possui uma extensão de 71,5 quilômetros de linhas férreas: LINHA SUL, LINHA CENTRO e LINHA DIESEL. Estas passam por quatro municípios da Região Metropolitana do Recife (RMR): Recife, Jaboatão dos Guararapes, Camaragibe e Cabo de Santo Agostinho, cobrindo uma população de 2.712.901 pessoas (IBGE, 2019), e transportando 335 mil

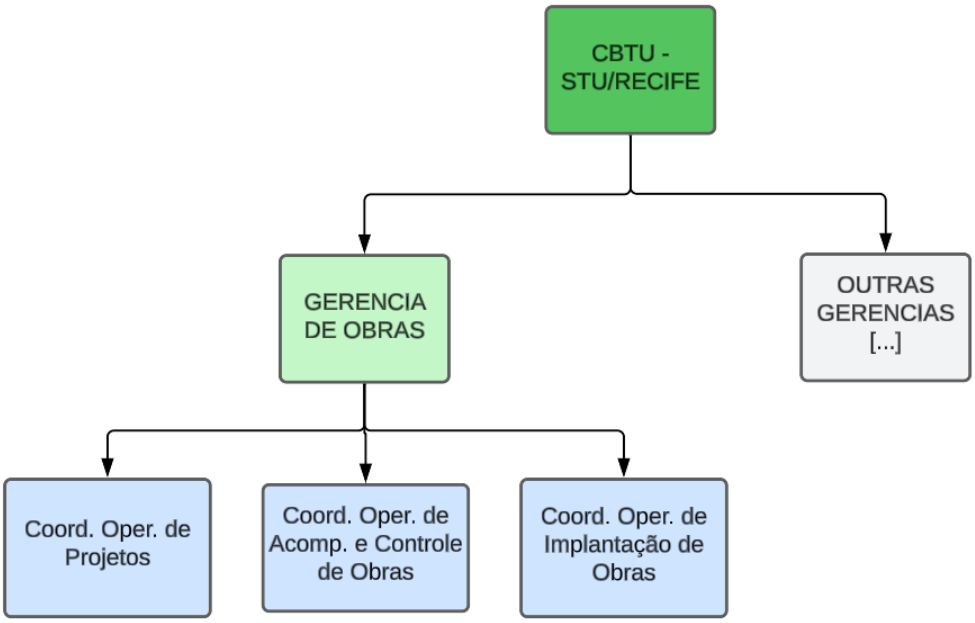
passageiros diários (CBTU, 2018), e integrando com o sistema de ônibus da Grande Recife através de 36 estações metroferroviárias distribuídas entre as linhas citadas.

Quanto à estrutura organizacional a CBTU - STU/REC conta com cerca de 1800 funcionários (CBTU, 2018), distribuídos entre 10 grandes gerências. A empresa atua em todo o ciclo de vida dos seus empreendimentos, desde os estudos e concepção arquitetônica, até a operação e manutenção. Esta estrutura demanda uma eficiente integração, não apenas entre as disciplinas de projetos, mas entre as áreas que serão envolvidas no projeto.

Embora a empresa possua um denso organograma, com dez grandes gerências, a avaliação do Guia se deu na Gerência Regional de Implantação e Obras (GIOBR), onde estão situados os setores de projeto de Engenharia e Arquitetura, que é o interesse desta pesquisa.

Esta gerência em questão se divide em três coordenações: Projetos (COPRO), Acompanhamento de Obras (COACO) e Implantação [fiscalização] de Obras (COIMP) (Ver Figura 27). Com a organização apresentada a empresa trabalha principalmente com o desenvolvimento de projeto feito pela equipe interna, e as contratações de projetos são eventuais.

Figura 27 - Organograma da CBTU Recife: Gerência de Obras



Fonte: O Autor (2020), adaptado de CBTU (2018)

5.1.1.1 O BIM na CBTU STU/REC - GIOBR e seu Nível de Maturidade

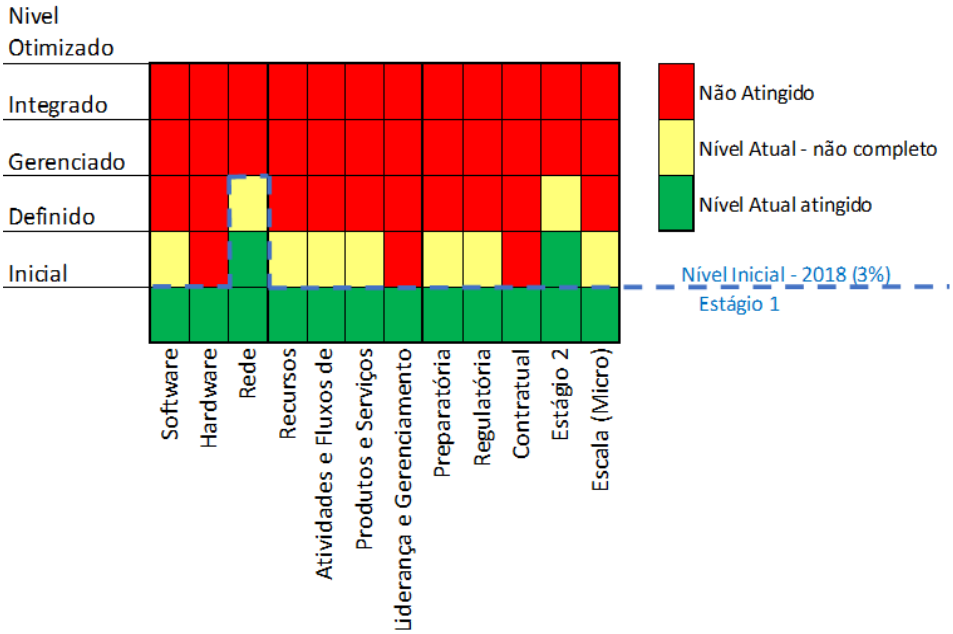
Desde meados de 2018, com a publicação do Decreto Federal Nº 9.377 de 2018, que instituiu a Estratégia Nacional para Disseminação do Building Information Modelling (BIM), a CBTU Recife vem se estruturando visando a utilização do BIM.

Atualmente, há na empresa um Grupo de Trabalho para Planejamento, Implementação e Disseminação do BIM na CBTU - STU/REC, composto por 8 funcionários da Gerência de Obras, que vem desenvolvendo ações para uma implementação BIM no setor. Na mesma gerência há ainda um grupo de projetistas e profissionais já envolvidos com o BIM em níveis de modelagem e fase inicial de integração, chamado de "Núcleo BIM", composto por cerca de 20 empregados. (NERI *et al*. 2022)

O Nível de Maturidade BIM da instituição já foi aferido em dois momentos distintos do tempo, 2018 e 2021 (NERI *et al*., 2022). E serviram como instanciação parcial do constructo de Diagnóstico BIM, quando os métodos BIM Maturity Matrix (BIM³) (SUCCAR, 2010) e BIM Organizational Assessment (CIC, 2013) foram testados na CBTU Recife (NERI *et al*., 2022).

Pela análise de maturidade do método BIM³ (SUCCAR, 2010), a empresa ainda se encontrava no nível inicial de maturidade, com índice de maturidade de 14% em 2021(NERI *et al*. 2022). Enquadrada como **"baixa maturidade"** (índice de maturidade entre 0 a 19%), embora tenha multiplicado em quase 5 vezes o Índice de maturidade BIM aferido (de 3% em 2018 para 14% em 2021), avançando para o Estágio 2 de adoção do BIM: "Integração entre equipes". O resultado da análise de maturidade pela BIM³ em 2018 e 2021 pode ser verificado na Figura 28.

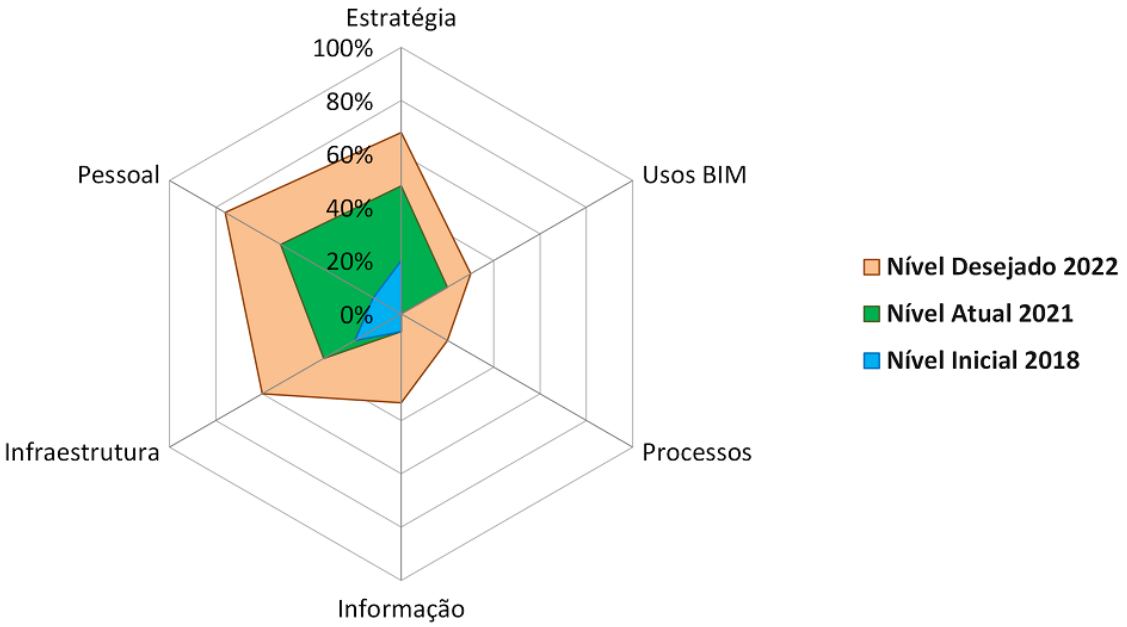
Figura 28 - Nível de Maturidade BIM na CBTU Recife (2018 e 2021), pela BIM³



Fonte: Neri *et al*. (2022).

Já pela análise através do BIM Organizational Assessment (CIC, 2013), verificou-se que a maturidade cresceu mais de 2 vezes (10% em 2018 para 27% em 2021), contudo este crescimento foi desordenado e assimétrico. Algumas áreas como Processos e Informação não progrediram; a área de Pessoal regrediu; e o aumento foi atribuído apenas às áreas de Estratégia e Infraestrutura. (NERI *et al*., 2022). Como neste método é possível traçar metas desejadas, a empresa estabeleceu algumas metas para 2022, contudo não há registro da reanálise do método no referido ano. Os resultados de 2018 e 2021 e as metas para 2022 podem ser verificados em forma de gráfico radar na Figura 29.

Figura 29 - Nível de Maturidade BIM na CBTU Recife (2018 e 2021), pela BIM Organizational Assessment



Fonte: Neri *et al*. (2022).

A análise realizada permitiu concluir que a Implementação BIM "*bottom-up*" (partindo dos níveis hierárquicos mais baixos para os mais altos), baseada em "oportunidades e desafios", como acontecia na instituição, não apresenta resultados eficazes, sendo necessária a adesão da alta gestão e de cada um dos atores envolvidos no processo. Adicionalmente, já foi possível mapear algumas melhorias e mudanças a serem feitas no órgão para atingir o próximo nível de Maturidade BIM (NERI *et al*., 2022).

Esta instanciação parcial na instituição, permitiu testar a aplicação de níveis de maturidade, verificar a infraestrutura tecnológica, de pessoas de processos e propor algumas sugestões para a instituição. Esta experiência ajudou a desenvolver parte da proposta do Guia de implementação, que foi posteriormente confirmado e desenvolvido com uma melhor estruturação teórica.

Após análise dos métodos de medição de Nível de Maturidade, foi possível verificar que o método de Succar (2009) é mais rápido de ser aplicado em um ambiente empresarial. Por este motivo, o método foi escolhido para fazer parte da avaliação da pesquisa. E foi aplicado nas outras instituições no momento das respectivas avaliações.

Já em 2023, no momento da avaliação, o nível de maturidade da CBTU Recife foi reanalisado. O resultado obtido é que a instituição ainda se encontra em **"baixa maturidade"**, com índice de maturidade de 18,65%, conforme Figura 30 a seguir.

Figura 30 - Nível de Maturidade BIM na CBTU Recife (2023), pela BIM³

QUADRO RESUMO - MATRIZ DE MATURIDADE BIM - CBTU - GIOBR

			Pré-BIM	Inicial	Definido	Integrado	Otimizado	Pont.	OBS
Política Compreende todas as iniciativas, ações e visões institucionais acerca do BIM	Pol 1	Preparatória						10	
	Pol 2	Regulatória						8	
	Pol 3	Contratual						0	
Processo baseadas no conjunto de capacidades v5.0	Pro 1	Recursos						8	
	Pro 2	Atividades & Fluxo de trabalho						15	
	Pro 3	Produtos & Serviços						5	
	Pro 4	Liderança & Gerenciamento						10	
Tecnologia baseadas no conjunto de capacidades v5.0	Tec 1	Software						5	
	Tec 2	Hardware						0	
	Tec 3	Rede						15	
ESCALA	MICRO	Organizações						5	
	MESO	Equipes de projeto (múltiplas						6	
ESTÁGIO	Estg 2	Colaboração baseada em						10	
							Pontuação total	97	Baixa maturidade
							Grau de Maturidade	7,46	
							Índice de Maturidade	18,65%	

Fonte: O Autor (2023).

Analisando as Figuras 28 e 30 é possível notar como a maturidade do órgão praticamente não avançou nos últimos anos, com índice de maturidade passando de 14% em 2021 para menos de 19% em 2023 (representando um aumento percentual de aproximadamente 30%). Segundo relatos dos empregados participantes como avaliadores, pouco se mudou neste intervalo de tempo quanto à forma como o BIM é conduzido na instituição, ainda com baixa adesão da alta gestão, e com tentativas de implementação partindo dos técnicos, no formato "*bottom-up*".

5.1.2 UFPE Campus Recife – Superintendência de Projetos e Obras

A Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) possui como órgão máximo executivo sua Reitoria, que é responsável pela administração geral, supervisão e controle da execução das atividades da Universidade. A estrutura organizacional da Reitoria da UFPE é composta por: Comitês de Governança e de Gestão; Gabinete do Reitor; Pró-Reitorias; Unidades Estratégicas; Órgãos Suplementares; Superintendências; Comissões Permanentes; Ouvidoria Geral; Conselho de Administração; e Procuradoria Federal. (UFPE, 2022)

Especificamente sobre às Superintendências, a UFPE conta com: Superintendência de Segurança Institucional; Superintendência de Projetos e Obras; Superintendência de Infraestrutura; Superintendência de Comunicação; e Superintendência de Tecnologia da Informação.

Como essa pesquisa é voltada para a fase de projetos, a Superintendência de Projetos e Obras (SPO) foi a área escolhida para participar como avaliadora da pesquisa.

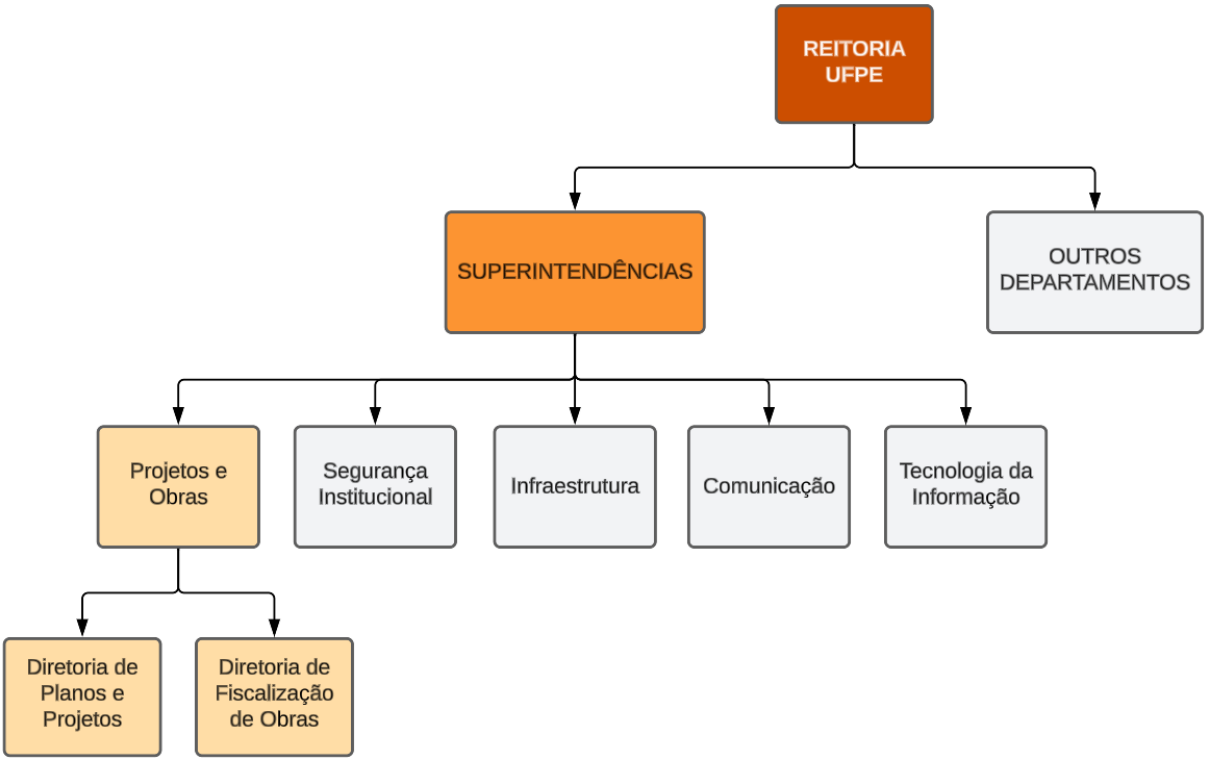
A SPO tem por finalidade coordenar, fiscalizar, sancionar e executar as ações de planejamento dos espaços físicos da Universidade. E tem por competências:

> "I - elaborar, fiscalizar e administrar a execução dos projetos de obras, paisagismo e urbanismo da Universidade;
>
> II - planejar o uso dos espaços físicos e a expansão da infraestrutura urbana e predial da Universidade, alinhado à preservação dos recursos naturais, promovendo ações estratégicas que assegurem a acessibilidade física e a sustentabilidade nos **campi**;
>
> III - elaborar o cadastro dos bens imóveis da Universidade, mantendo atualizados os registros de controle e os documentos das edificações da Instituição;
>
> IV - elaborar e atualizar o Plano Diretor da UFPE;
>
> V - planejar as adequações de infraestrutura, visando à melhoria da mobilidade e acessibilidade dos usuários aos diversos setores da Universidade; e
>
> VI - desempenhar outras atividades de sua área de competência" (UFPE, 2022, p. 42, grifo do autor).

Na sua estrutura organizacional da SPO possui uma Diretoria de Planos e Projetos; e uma Diretoria de Fiscalização de Obras.

Este organograma está sintetizado na Figura 31 a seguir.

Figura 31 - Organograma da UFPE: Superintendência de Projetos e Obras



Fonte: O Autor (2023).

5.1.2.1 O BIM na UFPE – SPO e seu Nível de Maturidade

A SPO da UFPE conta com várias ações pontuais no sentido de utilização do BIM. Principalmente pesquisas e ações desenvolvidas por outros pesquisadores de mestrado e graduação, cujo estudos de caso envolvem o BIM na SPO (antes, nomeada como SINFRA) (SANTOS, 2019; DA SILVA, 2020a; MALTA, 2020; NASCIMENTO, 2022).

Durante a avaliação do guia desta dissertação na SPO, o Nível de Maturidade BIM foi aferido junto à equipe, conforme método de Succar (2010). A Figura 32 apresenta o nível de maturidade da instituição, e é possível perceber que a instituição se enquadra como "**Baixa maturidade**". Em concordância com os relatos apresentados pela equipe.

Figura 32 - Nível de Maturidade BIM na SPO (UFPE), pela BIM³

QUADRO RESUMO - MATRIZ DE MATURIDADE BIM - UFPE

			Pré-BIM	Inicial	Definido	Integrado	Otimizado	Pont.	OBS
Política Compreende todas as iniciativas, ações e visões institucionais acerca do BIM	Pol 1	Preparatória						5	
	Pol 2	Regulatória						2	
	Pol 3	Contratual						0	
Processo baseadas no conjunto de capacidades v5.0	Pro 1	Recursos						5	
	Pro 2	Atividades & Fluxo de trabalho						12	
	Pro 3	Produtos & Serviços						0	
	Pro 4	Liderança & Gerenciamento						10	
Tecnologia baseadas no conjunto de capacidades v5.0	Tec 1	Software						5	
	Tec 2	Hardware						15	
	Tec 3	Rede						20	
ESCALA	MICRO	Organizações						0	
	MESO	Equipes de projeto (múltiplas						0	
ESTÁGIO	Estg 1	Modelagem baseada em objetos						5	
							Pontuação total	79	
							Grau de Maturidade	6,08	Baixa maturidade
							Índice de Maturidade	15,19%	

Fonte: O Autor (2023).

5.1.3 SEINFRA - Prefeitura Municipal de Ipojuca

A escolha deste órgão para a avaliação da pesquisa se dá pelo fato principal deste ser da esfera municipal. E por apresentar interesse, publicamente apresentado, em desenvolver uma Implementação BIM em seus processos internos.

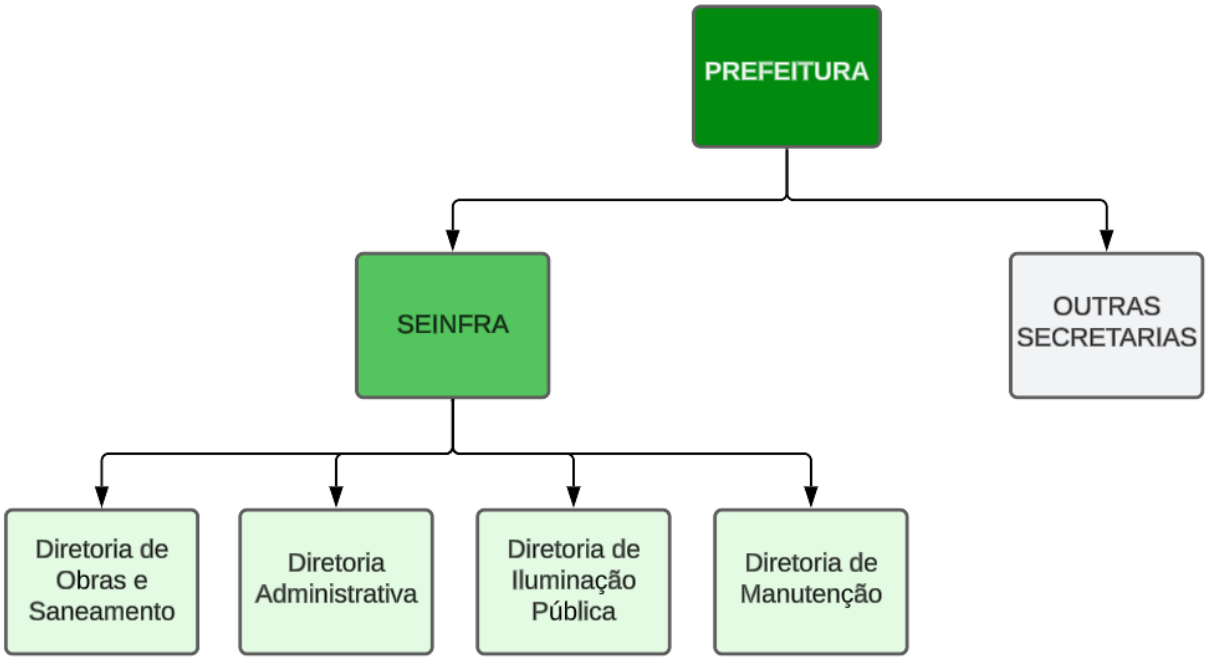
A prefeitura municipal de Ipojuca é responsável por gerir a área territorial de 521.801km² do município de Ipojuca, que fica no litoral do estado de Pernambuco, com aproximadamente 98.932 habitantes (IBGE, 2022). Trata-se de um município conhecido na região por sua atividade econômica baseada principalmente em turismo

e atividades litorâneas, a exemplo da praia de Porto de Galinhas. Sendo o município com maior PIB per capta do Estado de Pernambuco (IBGE, 2022).

A prefeitura de Ipojuca é composta por 7 Órgãos e 23 Secretarias (ver Figura 33). Dentre estas últimas, a Secretaria de Infraestrutura e Serviços Municipais (SEINFRA) será aqui detalhada, pois é nela onde se desenvolvem as ações acerca do BIM da prefeitura (PREFEITURA DE IPOJUCA, 2021).

A SEINFRA é responsável por as ações relativas aos programas estratégicos para melhoria da infraestrutura e dos serviços públicos: saneamento, iluminação pública, pavimentação, drenagens das vias municipais, ampliação e manutenção das vias e equipamentos públicos, administrativos e institucionais da rede pública municipal; coleta, varrição e limpeza municipal e manutenção do aterro sanitário, bem como, a conservação de prédios públicos. E conta com três diretorias: Diretoria de Obras e Saneamento, Diretoria Administrativa, Diretoria de Iluminação Pública e Diretoria de Manutenção. Conforme organograma da Figura 34 (SEINFRA, 2022)

Figura 33 - Organograma da Prefeitura Municipal de Ipojuca: Secretaria de Infraestrutura e Serviços



Fonte: Adaptado de SEINFRA (2022).

Segundo documentos fornecidos quando da visita para a realização da avaliação, a SEINFRA recebe as solicitações e desenvolve os projetos de infraestrutura urbana, desenho urbano, arquitetura e edificações e paisagismo correlatos, tanto nos aspectos arquitetônicos, quanto nos complementares (elétrica, hidráulica, etc.), salvo quando o projeto possui formato governamental padrão (SEINFRA, 2022).

Além do desenvolvimento interno dos projetos, a equipe realiza a orçamentação de quantitativos necessários. Após processo licitatório, e início da obra a SEINFRA atua ainda como principal responsável pela fiscalização da contratada (SEINFRA, 2022).

A SEINFRA atua, portanto, desde o início até a entrega do projeto desenvolvido, em constante contato com atores do setor público (projetistas, fiscais de obra, advogados), políticos e agentes privados (empresas contratadas), até a manutenção dos edifícios para garantir um ciclo de vida de qualidade ao empreendimento. (SEINFRA, 2022).

5.1.3.1 O BIM na Prefeitura de Ipojuca – SEINFRA e seu Nível de Maturidade

Conforme documento interno da instituição, a mesma já havia iniciado algumas ações e estudos no sentido de uma implementação BIM antes desta pesquisa (SEINFRA, 2022).

No momento da avaliação do guia, a maturidade BIM da organização foi verificada a partir do método proposto por Succar (2010). A SEINFRA alcançou o índice de maturidade de 13,46%, o que indica a **"Baixa maturidade"** BIM (0% a 19%) (SEINFRA, 2022). Este índice pode ser verificado na Figura 34 a seguir.

Figura 34 - Nível de Maturidade BIM na SEINFRA (Ipojuca), pela BIM[3]

QUADRO RESUMO - MATRIZ DE MATURIDADE BIM - Prefeitura de Ipojuca - SEINFRA

			Pré-BIM	Inicial	Definido	Integrado	Otimizado	Pont.	OBS
Política Compreende todas as iniciativas, ações e visões institucionais acerca do BIM	Pol 1	Preparatória						10	
	Pol 2	Regulatória						0	
	Pol 3	Contratual						0	
Processo baseadas no conjunto de capacidades v5.0	Pro 1	Recursos						10	
	Pro 2	Atividades & Fluxo de trabalho						10	
	Pro 3	Produtos & Serviços						0	
	Pro 4	Liderança & Gerenciamento						0	
Tecnologia baseadas no conjunto de capacidades v5.0	Tec 1	Software						0	
	Tec 2	Hardware						0	
	Tec 3	Rede						10	
ESCALA	MICRO	Organizações						10	
	MESO	Equipes de projeto (múltiplas						10	
ESTÁGIO	Estg 2	Colaboração baseada em						10	
							Pontuação total	70	
							Grau de Maturidade	5,38	Baixa maturidade
							Índice de Maturidade	13,46%	

Fonte: Adaptado de SEINFRA (2022).

5.1.4 COMPESA - Gerência de Projetos de Engenharia

A Companhia Pernambucana de Saneamento – COMPESA foi escolhida para representar uma instituição estadual na avaliação, e que apresenta interesse na implementação BIM.

De maneira geral, a missão da COMPESA é prestar serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, de forma sustentável, e que atenda às necessidades dos clientes. (COMPESA, 2022)

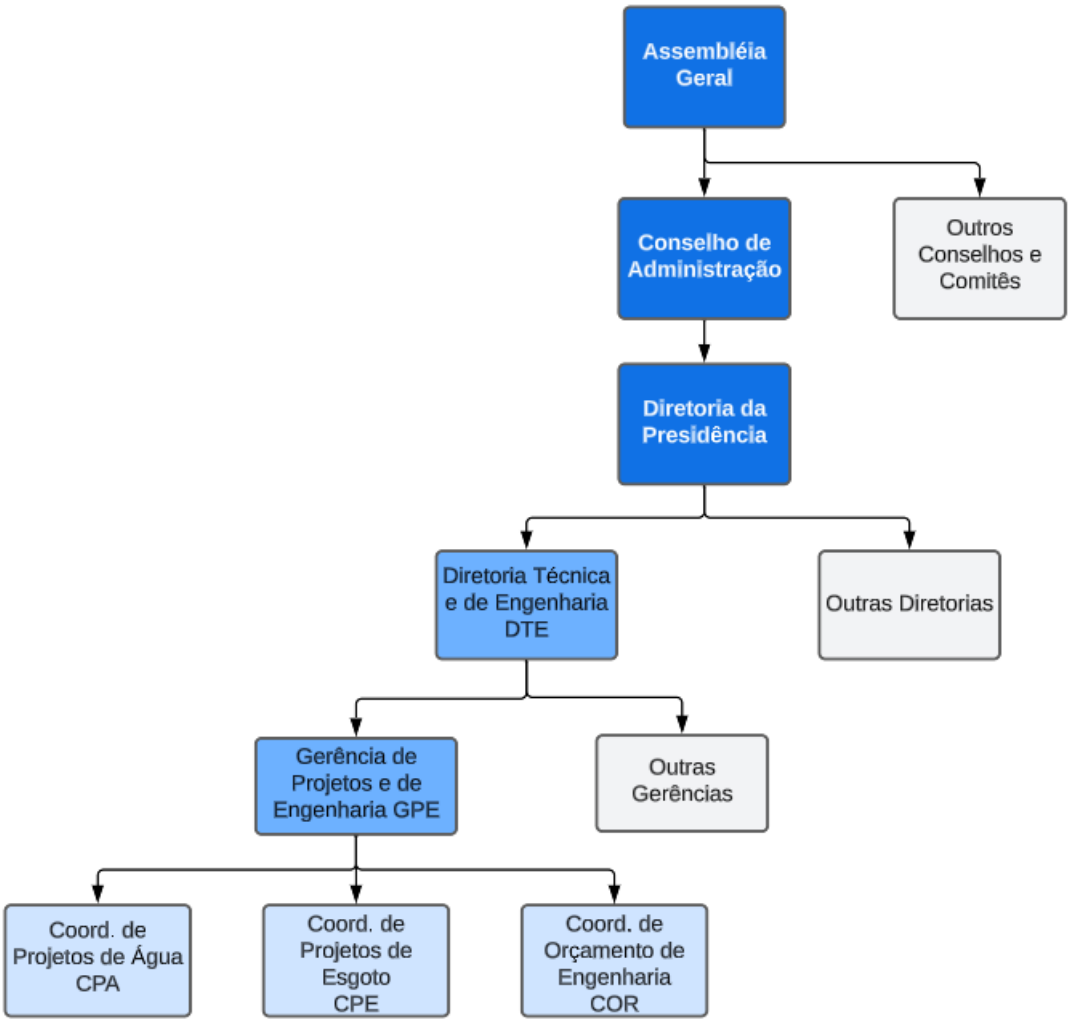
A COMPESA possui a concessão de 172 dos 186 municípios do estado, e tem como principal cliente direto a “população”, embora haja ainda serviços em menor escala para órgãos públicos e empresas privadas. A instituição atua principalmente no setor de Saneamento, mais especificamente nos subsetores de abastecimento de água e na coleta e tratamento dos esgotos sanitários.

O setor envolvido com o desenvolvimento de projetos na instituição é a Gerência de Projetos de Engenharia (GPE), conforme organograma da Figura 35. A GPE é responsável por três coordenações: Coordenação de Projetos de Água; Coordenação de Projetos de Esgoto e Coordenação de Orçamento de engenharia.

As atividades desenvolvidas pela Gerência de Projetos de Engenharia envolvem a análise e elaboração de projetos e orçamentos. Mais especificamente envolvem projetos desenvolvidos pela equipe interna nas disciplinas de hidromecânica, estrutural, elétrica. E atividades de orçamento relacionadas à levantamentos de quantitativos de projeto; elaboração e atualização de orçamentos, e realização de pesquisa de preços;

Além de projetos internos e COMPESA atua ainda com a contratação de projetos, dos mais diversos tipos, inclusive gestão dos contratos e análise dos produtos. E análise de projetos de empreendimentos que por ventura queiram se ligar aos sistemas da COMPESA (COMPESA, 2022).

Figura 35 - Organograma da COMPESA: Gerência de Projetos e de Engenharia



Fonte: Adaptado de COMPESA (2022).

5.1.4.1 O BIM na COMPESA – GPE e seu Nível de Maturidade

Conforme documento interno da instituição, a mesma já havia iniciado algumas ações e estudos no sentido de uma implementação BIM antes desta pesquisa (COMPESA, 2022).

Quando da avaliação do guia, a maturidade BIM da organização também foi verificada a partir do método proposto por Succar (2010). A GPE atingiu o índice de maturidade de 5,71%, o que indica a **“Baixa maturidade”** BIM (0% a 19%). Conforme Figura 36.

Figura 36 - Nível de Maturidade BIM na GPE (COMPESA), pela BIM³

QUADRO RESUMO - MATRIZ DE MATURIDADE BIM - COMPESA - GPE			Pré-BIM	Inicial	Definido	Integrado	Otimizado	Pont.	OBS
Política Compreende todas as iniciativas, ações e visões institucionais acerca do BIM	Pol 1	Preparatória						0	
	Pol 2	Regulatória						0	
	Pol 3	Contratual						0	
Processo baseadas no conjunto de capacidades v5.0	Pro 1	Recursos						2	
	Pro 2	Atividades & Fluxo de trabalho						4	
	Pro 3	Produtos & Serviços						0	
	Pro 4	Liderança & Gerenciamento						5	
Tecnologia baseadas no conjunto de capacidades v5.0	Tec 1	Software						3	
	Tec 2	Hardware						8	
	Tec 3	Rede						5	
ESCALA	MICRO	Organizações						0	
	MESO	Equipes de projeto (múltiplas						2	
ESTÁGIO	Estg 1	Modelagem baseada em objetos						0	
							Pontuação total	29	Baixa maturidade
							Grau de Maturidade	2,23	
							Índice de Maturidade	5,58%	

Fonte: Adaptado de COMPESA (2022).

5.2 Avaliação dos guias e discussões

Neste tópico será apresentado o resultado da avaliação que ocorreu nas instituições citadas anteriormente.

As visitas aos órgãos (em que ocorreram as avaliações) aconteceram separadamente, contudo, para apresentação e avaliação dos resultados as respostas foram sintetizadas como um banco de dados único e anônimo, contendo as opiniões de 21 (vinte e um) funcionários das 4 (quatro) instituições, e está apresentada em forma gráfica nos tópicos que seguem, em conjunto com as respectivas análises observadas.

A organização dos itens apresentados acontece na mesma ordem como foram apresentados aos participantes no momento da avaliação: inicialmente será mostrado o resultado do questionário fechado quanto à viabilidade do Guia de Implementação BIM na Administração Pública proposto nesta dissertação, em seguida são apresentados os resultados quanto à sua versatilidade.

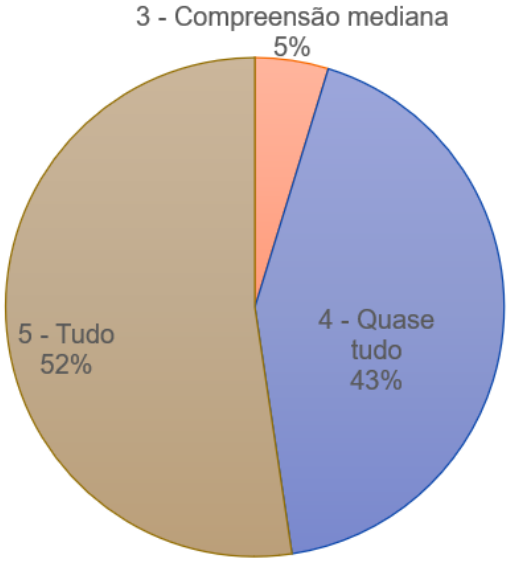
As opiniões expostas abertamente pelos respondentes estão apresentadas juntamente com os gráficos a fim de justificar ou estabelecer algumas escolhas pontuadas.

5.2.1 Resultados da avaliação quanto à viabilidade

Inicialmente foi perguntado aos avaliadores se os mesmos haviam compreendido a estrutura conceitual do Guia de Implementação BIM na Administração Pública, por meio da pergunta: “Quanto você compreendeu da estrutura conceitual do Guia de implementação BIM?”.

Conforme Figura 37, 52% responderam que entenderam tudo e 43% responderam ter entendido quase tudo. 5% afirmaram média compreensão e não houve nenhuma resposta sobre não ter compreendido. Este resultado é importante para situar os respondentes, e poder certificar que as demais perguntas e conceitos foram realmente compreendidos.

Figura 37 - Avaliação do guia: compreensão geral



Fonte: O Autor (2023)

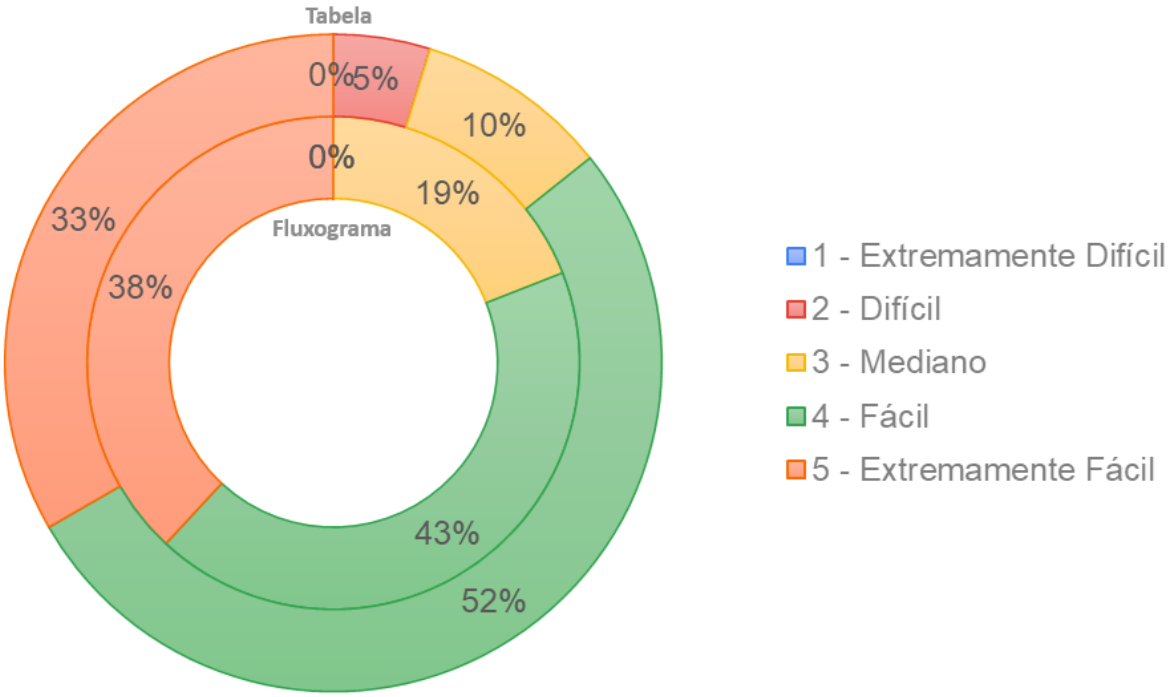
O próximo questionamento trata sobre a facilidade do Guia, seja em formato de tabela ou fluxograma, por meio do questionamento: “Quão fácil você julgar ser o Guia de Implementação BIM? a) considerando o formato de fluxograma b) considerando o formato de tabela”.

Na Figura 38 é possível notar que embora o formato de tabela tenha obtido a maior pontuação de votos em “fácil”, foi o formato de fluxograma que somou mais votos em “fácil” e “extremamente fácil”. Ainda na Figura 38 é possível notar que o formato de tabela (círculo externo do gráfico) do guia obteve 5% de votos com “difícil”, enquanto o formato de fluxograma (círculo interno do gráfico) não obteve nenhum voto em “difícil”.

Além das opções de votação fechada, alguns participantes pontuaram de forma aberta sobre o formato do Guia, expressando que o formato de fluxograma é mais sintetizado e ajuda a compreender, porém a tabela deve ser utilizada em conjunto por contar mais detalhes, como pode ser verificado no seguinte registro de um dos avaliadores: *“A nota menor para o formato de tabela se deu porque achei a utilização menos intuitiva que o fluxograma, acho que a tabela serve mais para apresentar as etapas e a importância delas do que para guiar a utilização em si”.*

Outro retorno obtido na avaliação é que o entendimento de um fluxo de implementação em BIM é algo relativamente complexo para ser expresso em um simples fluxograma, e o guia proposto seria apenas uma versão inicial que pode ser futuramente detalhada ou ajustada para cada necessidade. Um exemplo desta opinião pode ser verificado na frase a seguir registada por um dos envolvidos: *"o formato de fluxograma precisa de melhorias, mas de fato é algo bastante desafiador quando se trata de BIM pela interconexão de suas atividades.*”

Figura 38 - Avaliação do guia: formatos de fluxograma e tabela



Fonte: O Autor (2023)

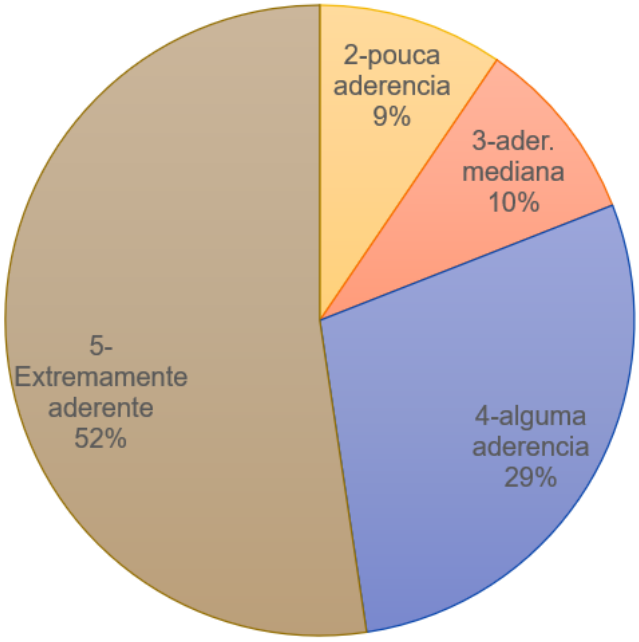
Posteriormente foi investigado sobre a aderência do Guia em vista da legislação brasileira de licitações públicas, e do setor de projetos como um todo. Que correspondem a pontos importantes da pesquisa. Para tanto foi feita a seguinte

pergunta: “Quão aderente é o guia de implementação BIM à legislação brasileira de administração pública?”

Na Figura 39 é possível notar que 52% dos respondentes afirmaram que o Guia seria extremamente aderente à legislação, 29% votaram em “alguma aderência” e 10% afirmaram uma aderência mediana, enquanto que apenas 9% votaram em pouca aderência e nenhum voto foi computado em “nenhuma aderência”.

Quanto à opinião aberta, alguns avaliadores pontuaram que a parte de legislação do Guia só reflete o cenário atual, e que a legislação pode, e deve, sofrer alterações ao longo dos anos, o que culminaria na necessidade de revisão do Guia. O registro a seguir exemplifica esta opinião: *“a legislação brasileira acaba sendo alterada/revisada caso os órgãos achem que não conseguem atender a algo”.*

Figura 39 - Avaliação do guia: aderência à legislação



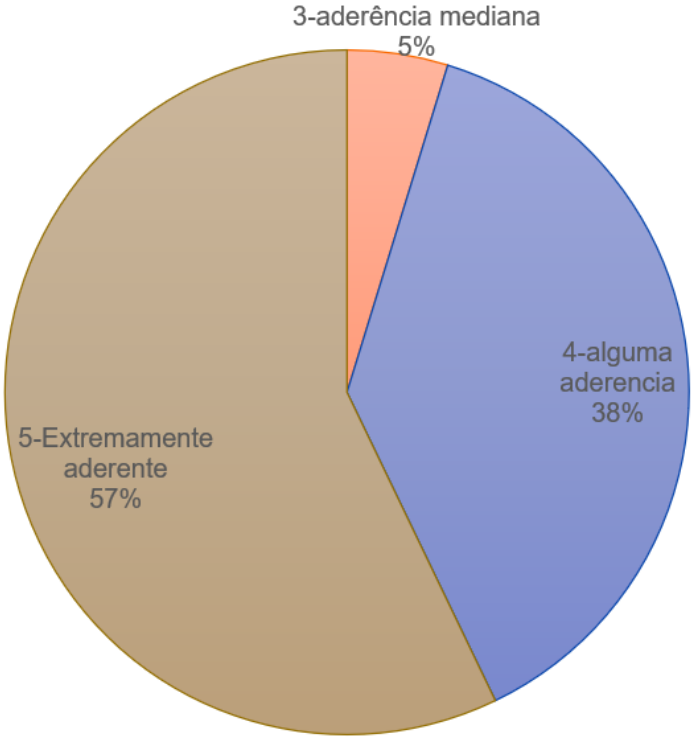
Fonte: O Autor (2023).

O próximo questionamento realizado foi em relação a área de projetos: “Quão aderente é o Guia de Implementação BIM à área de projetos?”. A Figura 40 apresenta o resultado observado para esta pergunta. 57% afirmaram que o guia é aderente à área de projetos, 38% votaram em “alguma aderência” e 5% opinaram haver uma aderência mediana. Não houveram votos computados para “pouca aderência” ou “nenhuma aderência”.

Quanto às opiniões expressas de forma aberta, houve ainda comentários sobre o fato de que o desenvolvimento de projetos é um processo contínuo, sujeito a melhorias,

como pode ser observado no registro a seguir: *"o guia de implementação apesar de ser didático e versátil, não é suficiente para a otimização do desenvolvimento de projetos. Esta é uma meta contínua e requer muito treinamento e tempo para domínio da ferramenta e de interoperabilidade."*

Figura 40 - Avaliação do guia: aderência à área de projetos



Fonte: O Autor (2023).

As próximas Figuras, 41 e 42, trazem o resultado de questionamentos mais pessoais para o grupo respondente: "Quão útil seria o Guia de Implementação BIM para a instituição onde trabalha?" e "Caso você fosse utilizar o Guia de Implementação BIM, quão independente seria utilização?".

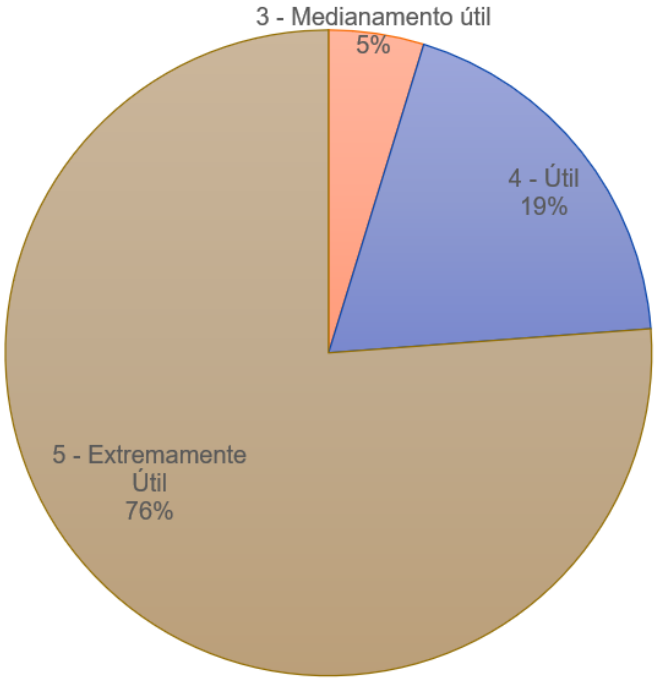
Sobre a primeira pergunta, na Figura 41 é possível verificar que 76% dos respondentes afirmaram que o Guia seria extremamente útil no contexto de suas instituições. 19% responderem ser "útil", e 5% afirmaram ser medianamente "útil". Nenhum voto foi computado para as opções "extremamente inútil" ou "inútil".

De forma geral os avaliadores opinaram que o guia seria sim útil e aplicável em suas respectivas instituições, conforme registros adicionais nas opiniões abertas colocadas: *"o guia será muito útil para a nossa instituição"*; *"Entendo como viável e sendo o 1º passo para implementação do BIM"; "Acho perfeitamente viável. Ao ver a apresentação temos uma visão perfeita de todo o processo"; "[...] trabalho que será*

de uma utilidade singular para a administração pública"; "O guia parece ser importante para a sistematização e implantação da tecnologia BIM".

Adicionalmente, alguns avaliadores pontuaram que apenas após a aplicação do guia de forma prática (instanciação completa) é que seria possível definir sua adesão ao órgão. Como pode ser verificado no registro a seguir: *"acredito que a maior falta será o teste do guia na prática, pois talvez somente assim será possível identificar possíveis lacunas no fluxo."*

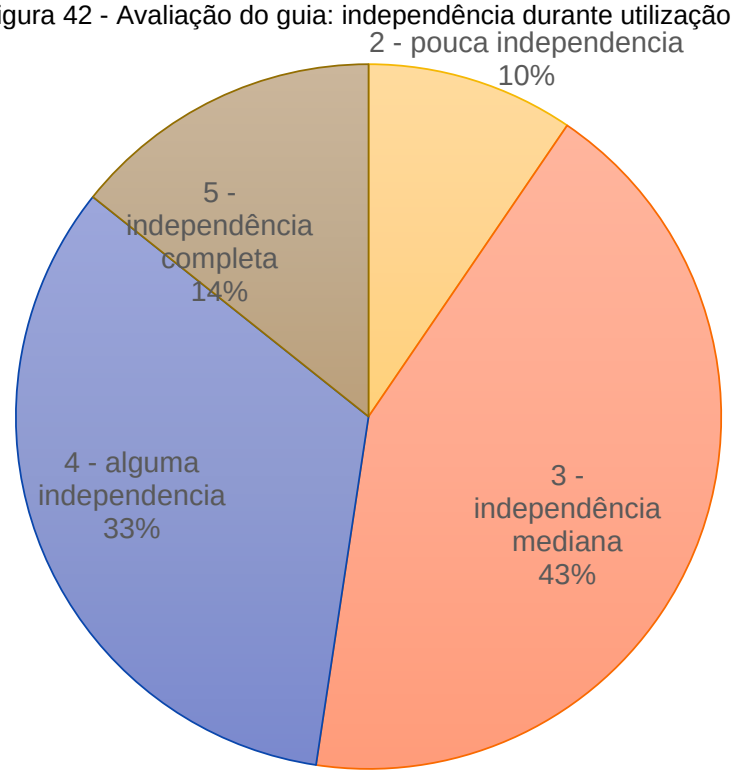
Figura 41 - Avaliação do guia: utilidade



Fonte: O Autor (2023).

Enquanto que na Figura 42 os avaliadores responderam sobre sua independência numa suposta utilização do Guia, 43% afirmaram uma "independência mediana", 33% optaram pela opção de "alguma independência" e apenas 14% votaram em "independência completa". Houve ainda 10% que votaram em "pouca independência" e nenhum voto foi computado para "nenhuma independência."

Figura 42 - Avaliação do guia: independência durante utilização



Fonte: O Autor (2023).

Ainda sobre a Figura 42, a opinião dos avaliadores demonstra que a utilização do Guia não exclui a possibilidade de uma consultoria especializada. Inclusive, a opinião majoritária é que para a utilização do Guia na administração pública seria necessário já um treinamento prévio da equipe envolvida. Este entendimento está alinhado com as seguintes opiniões expressas durante as avaliações:

- *"Acredito que seja ideal o auxílio especializado adicional ao Guia de Implementação de BIM";*
- *"Pelo nível de maturidade BIM da instituição, mesmo com um Guia de Implementação BIM, entendo que seria necessário auxílio especializado com profissional dedicado a essa atividade, em virtude da falta de conhecimento/especialização dos servidores, bem como falta de disponibilidade e altas demandas do corpo técnico".*
- *Falta de conhecimento em BIM de forma ampla. Dessa forma um Consultor ou BIM Manager seria muito importante;*
- *"Todo o processo de implantação de novos procedimentos requer a participação de especialistas na área para que em conjunto com a empresa adequem a melhor forma de implementação"*

- *“Como se trata de algo novo a ser implantado, se faz necessário um acompanhamento, mesmo que o guia sendo bastante intuitivo para profissionais da área”*
- *“Um dos grandes desafios a serem superados ao meu ver, será na capacitação dos indivíduos das organizações para a correta utilização do Guia tendo em vista as diferentes interfaces apresentadas pelo pesquisador.”*
- “Sugiro que o pesquisador ao menos, possa contemplar em suas recomendações para trabalho futuros, capacitações direcionadas para os profissionais que estarão fazendo uso deste guia.”
- “Achei o guia muito bom e de fácil compreensão, mas meu conhecimento na plataforma é superficial”.

Como as instituições apresentam nível de maturidade similar, não foi possível verificar se esse nível afetaria a forma como os indivíduos enxergam o Guia proposto. Entretanto, a opinião pessoal dos mesmos quanto a treinamento é um indicador de que quanto menor o nível de maturidade BIM, menor a compreensão do Guia. Este é um motivo adicional que reflete a necessidade de treinamentos ou consultoria especializada.

Adicionalmente, foi ainda permitido que alguns dos participantes na avaliação pontuassem críticas, sugestões ou observações (sempre de forma anônima). Estas contribuições adicionais para a pesquisa estão aqui e apresentadas, e, de forma geral, relacionam-se com as barreiras mapeadas na literatura e com os Fatores Críticos de Sucesso para a implantação BIM (BRITO, 2019). Conforme pode ser verificado nos registros a seguir:

- *“no tocante de algumas definições (a exemplo de: funções bim, projeto piloto), acho que seria interesse a determinação de quem seria(m) o(s) responsável(is). Quem faria certas definições?"*
- *“burocracia para efetuar mudanças no setor público;*
- *“tendo em vista as dificuldades que temos em implementá-lo - mesmo com capacitação e suporte técnico qualificado - considero que o guia será difícil de ser implementado nas empresas privadas e públicas que estiverem baixo orçamento e capital humano, uma vez que sua implementação demanda softwares, capacitação dos agentes e intercâmbio de conhecimento entre os membros da mesma instituição”*

5.2.2 Resultados da avaliação quanto à versatilidade

No que tange à versatilidade do Guia para as três propostas de forma de desenvolvimento de projeto (projetos contratados; desenvolvidos internamente; ou recebidos de órgãos terceiros para acompanhamento) e para as três esferas administrativas (federal, estadual e municipal) os resultados obtidos estão apresentados a seguir.

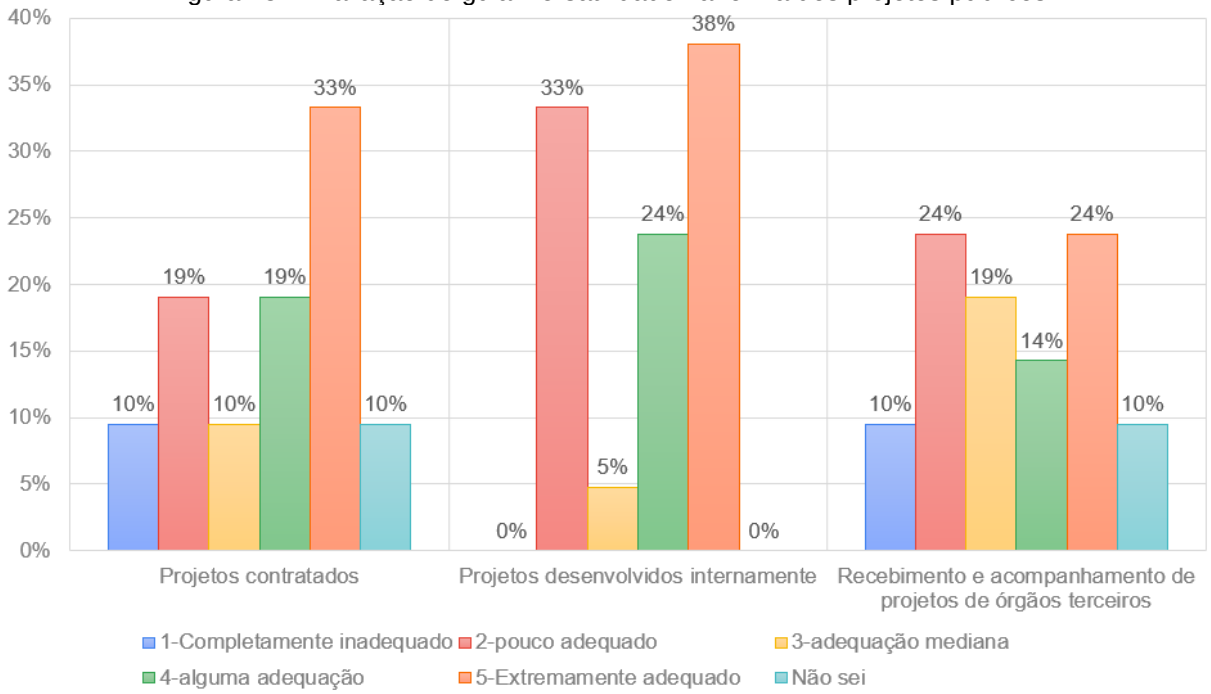
O primeiro questionamento realizado foi: “Considerando sua experiência atual ou anterior, quão adequado você acredita que o Guia de Implementação BIM é, considerando cada forma de desenvolvimento de projeto apresentado? a) projetos contratados; b) projetos desenvolvidos internamente c) recebimento e acompanhamento de projetos de órgãos terceiros”.

Na Figura 43 é possível verificar que quanto à projetos contratados, 33% das respostas foram que o Guia seria “extremamente adequado” e 19% opinaram por “alguma adequação”, enquanto que outros 19% opinaram como “pouco adequado” e 10% como “completamente inadequado”. Ainda houve 10% que votaram como “adequação imediata” e outros 10% que “não sabiam” opinar.

Quanto à adequação do Guia aos projetos desenvolvidos internamente, percebeu-se uma melhor avaliação, segundo opinião dos participantes. 38% optaram que o Guia seria “extremamente adequado”, 24% votaram em “alguma adequação” e 5% opinaram como “adequação mediana”. Contudo, 33% ainda opinaram que o Guia é “pouco adequado” à projetos desenvolvidos internamente.

E quanto à adequação em processos de projetos que são recebidos de órgãos terceiros para acompanhamento ou fiscalização, as opiniões foram bastante divididas. 38% optaram como “alguma adequação” ou “extremamente adequado” e 34% optaram por “pouco adequado” ou “completamente inadequado”, sendo que outros 19% ainda opinaram como “adequação mediana” e 10% “não souberam” opinar.

Figura 43 - Avaliação do guia: versatilidade na forma dos projetos públicos

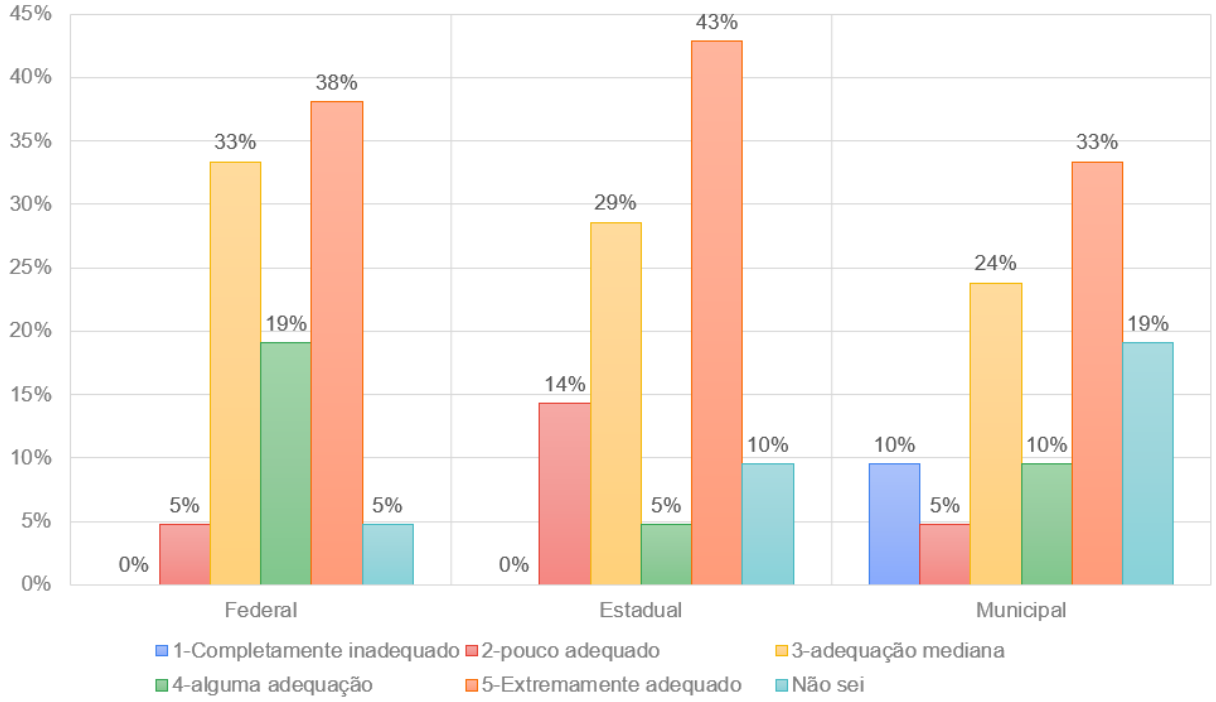


Fonte: O Autor (2023).

Já em relação à percepção da adequação nas três esferas administrativas, foi feito o seguinte questionamento: “Considerando sua experiência atual ou anterior, quão adequado você acredita que o Guia de Implementação BIM é? Considere cada esfera administrativa: a) federal; b) estadual c) municipal”.

O resultado está apresentado na Figura 44, na qual é possível notar que as esferas estadual e municipal receberam aproximadamente 15% de seus votos em “completamente inadequado” ou “pouco adequado”. E que, somando as votações de “extremamente adequado” ou “alguma adequação”, a esfera federal possui 57%, enquanto que a esfera estadual possui 48% e a municipal 43%. Ainda sobre a quantidade de avaliações como “não sei” foi possível verificar que o percentual é maior na esfera municipal.

Figura 44 - Avaliação do guia: versatilidade em esferas administrativas



Fonte: O Autor (2023).

Adicionalmente, houve ainda espaço para os envolvidos na avaliação pontuarem de forma aberta suas percepções do Guia quanto à versatilidade proposta. E, embora alguns tenham considerado uma adequação uniforme entre as três esferas, foi possível verificar que a percepção de menor adesão na esfera municipal reside no fato da menor disponibilidade de recurso (seja financeiro, legislativo ou humanos) nesta esfera em detrimento da estadual ou federal. Isto pode ser percebido nos exemplos das frases a seguir:

- *"a estrutura proposta apresenta ter potencial para se adequar a diferentes cenários"; "ele [o Guia] tem uma versatilidade excelente para quaisquer entes: federativo, estadual, municipal uma vez que se baseia na legislação atual e com idealização atualizada".*
- *o" guia BIM é adequado para todas esferas, mas carece haver a legislação quanto a obrigatoriedade do BIM. Ademais, instituições federais e estaduais geralmente tem capacidades maiores para implementação, seja de infraestrutura ou pessoa, acredito.";*
- *A Esfera Municipal é mais deficitária em termos de recursos humanos principalmente;*
- *Funcionários da esfera municipal detém uma estrutura mais enxuta de recursos e de capital humano.*

É importante ressaltar que os resultados aqui obtidos representam apenas a opinião dos participantes da avaliação do Guia (adesão de 21 funcionários de 4 instituições selecionadas). E não há aqui o objetivo, nem quantidade suficiente para descrever um universo estatístico confiável para toda a administração pública brasileira. Contudo, a análise do questionário permitiu verificar a percepção dos profissionais envolvidos na avaliação, servindo de critério de melhoria e pontuando algumas observações importantes a respeito da proposta do Guia de Implementação BIM desta pesquisa.

Em suma, neste capítulo foi possível verificar como ocorreu a avaliação do Guia proposto nesta dissertação, observando os resultados obtidos para as devidas reflexões.

Foi possível notar que o Guia foi bem compreendido e aceito nas instituições avaliadoras, contudo, ainda que haja um detalhamento tanto em formato tabular como fluxograma, e rastreio de referências onde os utilizadores podem se aprofundar em cada etapa proposta, um dos principais problemas levantados é a necessidade de qualificação para compreensão detalhada e utilização do mesmo de forma prática em cada instituição.

Adicionalmente é possível identificar que entre as esferas federal, estadual e municipal, a última foi considerada pelos avaliadores como a mais frágil em relação à absorção do Guia, uma vez que seria a esfera com menor disponibilidade de recursos financeiros, de pessoas e apoio governamental.

As reflexões sobre os resultados, assim como considerações gerais sobre a pesquisa podem ser observadas no próximo capítulo.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta pesquisa, foi investigada a implementação do Building Information Modeling (BIM) na etapa de desenvolvimento de projetos para a administração pública. O método usado na pesquisa foi o Design Science Research. Na etapa de conscientização se aplicou uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL). A aplicação da RSL permitiu a classificação, categorização e seleção das referências necessárias, através da sistematização das informações, possibilitando também posterior reprodutibilidade e análise, enquanto que o Design Science Research permitiu estruturar a pesquisa de acordo com as etapas do método: Conscientizar, Sugerir, Desenvolver, Avaliar e Concluir. Cada uma dessas etapas desempenhou um papel fundamental na criação do Guia de Implementação do BIM na administração pública brasileira.

Após o desenvolvimento da Revisão da Literatura em âmbito Internacional e Nacional foi possível verificar a quantidade de informações acerca do tema, assim como padrões, leis, normas e práticas recomendadas para desenvolvimento e implementação do *Building Information Modeling* no setor público, a exemplo da ABNT NBR ISO 19650, que trata sobre gestão da informação BIM e foi utilizada como base no desenvolvimento da proposição da pesquisa.

Com a aplicação da Revisão Sistemática da Literatura (RSL) foi possível classificar, categorizar e selecionar as referências necessárias, através da sistematização das informações, permitindo também posterior reprodutibilidade e análise. A verificação subjetiva qualitativa dessa literatura também permitiu o levantamento de alguns conceitos que foram aplicados ao longo da pesquisa.

Como produto final, desenvolveu-se um “Guia de Implementação BIM para a etapa de desenvolvimento de projetos na administração pública, baseado na ABNT NBR ISO 19650”, que foi apresentado no formato de fluxograma e tabela.

O desenvolvimento do Guia uniu conceitos teóricos e experiências do autor ao longo de alguns testes de “instanciações parciais”, que serviram para avaliação parcial e retroalimentação do artefato. Após proposta finalizada, o Guia de Implementação BIM desta pesquisa foi avaliado em quatro empresas da administração pública, o que

permitiu um balizamento e uma visão de profissionais do setor sobre a aceitabilidade do formato, viabilidade e versatilidade proposta no método.

Quanto à aceitabilidade conclui-se que o Guia foi bem recebido pelos profissionais, e que é altamente recomendado utilizar os formatos de tabela e fluxograma em conjunto, uma vez que cada um fornece informações complementares e contribui para uma compreensão mais abrangente do processo de implementação do BIM. O fluxograma ilustra a sequência de atividades e os relacionamentos entre estas, enquanto a tabela detalha as etapas, os recursos necessários e sugestões de referências bibliográficas para aprofundamento em cada tarefa.

É importante ressaltar que o Guia de Implementação não tem como objetivo mitigar todas as barreiras encontradas no processo de adoção do BIM na administração pública. Em vez disso, serve como um instrumento auxiliar, ajudando os profissionais a visualizarem essas barreiras de forma mais clara e a tomarem decisões informadas para superá-las.

Outra contribuição da avaliação com os profissionais é que a implementação do BIM requer conhecimento especializado e, portanto, o Guia não substitui a necessidade de consultoria especializada, que pode fornecer suporte adicional e adaptado às necessidades específicas de cada organização.

Além disso, destaca-se a importância de incluir treinamentos para capacitar as pessoas envolvidas no processo de implementação do BIM, mesmo antes da utilização do Guia, pois a conscientização e o conhecimento adequado sobre o uso e os benefícios do BIM são fundamentais para garantir o sucesso da sua implementação.

Quanto à versatilidade observou-se ainda que a esfera municipal apresenta um maior déficit de recursos, o que torna a implantação do BIM mais desafiadora nesse contexto em detrimento de instituições da esfera estadual ou federal.

Sobre a versatilidade entre as formas de projeto (desenvolvido internamente; contratado ou recebido de órgão terceiro) se percebeu que o Guia se mostrou mais adequado para projetos desenvolvidos por equipes internas, e, posteriormente, para projetos contratados. Aqui, é importante pontuar que nenhum órgão de fiscalização, que recebe projetos de outros órgãos, participou da avaliação para que seus funcionários pudessem pontuar melhor suas perspectivas.

Em suma conclui-se que a implementação do BIM na administração pública é um processo complexo, que requer uma abordagem estruturada e a utilização de ferramentas como o Guia de Implementação BIM desenvolvido neste estudo.

Contudo, é recomendado que a aplicação do Guia seja realizada em conjunto com um acompanhamento especializado, a exemplo de uma consultoria que detenha conhecimento suficiente a respeito do BIM. E, ainda, é necessário um apoio fundamental da alta gestão das instituições onde se deseja realizar a implementação.

A integração do fluxograma e da tabela, juntamente com treinamentos adequados e suporte especializado, pode contribuir para o sucesso da adoção do BIM, permitindo uma gestão mais eficiente e um melhor desempenho dos projetos na administração pública.

Como contribuição adicional, esta dissertação apresenta o referido fluxograma e tabela de forma destacável, através de Apêndices: o APÊNDICE D – Detalhamento dos subprocessos do Guia proposto e o APÊNDICE E – Guia de Implementação BIM em formato tabular, respectivamente. Adicionalmente, por utilizar e citar a ABNT NBR ISSO 19650-2 (2022), o fluxograma existente nesta norma foi organizado de forma visual para facilitar sua consulta, encontrando-se também em um apêndice ao final desta dissertação: APÊNDICE C – Detalhamento de Subprocessos - ABNT NBR ISO 19650-2.

Por fim, verifica-se que os objetivos gerais e específicos desejados foram alcançados. Enquanto objetivo geral foi possível realizar a proposição do Guia para implementação BIM na administração pública brasileira, baseado na adoção da ABNT NBR ISO 19650 e tendo como foco a etapa de desenvolvimento de projetos.

E enquanto objetivos específicos foi possível: Identificar e estruturar as principais características da implementação do BIM no setor público, conforme capítulo 3 REVISÃO DA LITERATURA; Identificar o relacionamento entre os conceitos mapeados, os fatores críticos de sucesso para uma implementação e as especificações da norma ABNT NBR ISO 19650, conforme capítulo 4 PROPOSIÇÃO E ESTRUTURAÇÃO TEÓRICA DO GUIA; Propor um fluxo de implementação, com prescrição de passos, através da utilização dos conceitos identificados, do modelo gerenciamento da ABNT NBR ISO 19650, também conforme capítulo 4

PROPOSIÇÃO E ESTRUTURAÇÃO TEÓRICA DO GUIA e Apêndices supracitados, e; Avaliar a estrutura teórica do guia, conforme capítulo 5 AVALIAÇÃO DO GUIA.

6.1 Limitações de pesquisa

Como limitação da pesquisa, pode-se citar a restrição de aplicação apenas na área de projetos, que implicou na análise concentrada nos estágios iniciais do ciclo de vida do empreendimento. Não tratando aqui de outras áreas da engenharia e arquitetura como operação, manutenção e afins.

Além disso, os resultados das avaliações desenvolvidas durante a pesquisa refletem apenas um pequeno cenário de funcionários de 4 empresas da administração pública, não refletindo o completo cenário brasileiro, mas servindo apenas de balizamento e direcionamento.

Outra limitação identificada é que a pesquisa trata de uma proposta teórica, desde seu desenvolvimento até a avaliação, sendo importante uma aplicação prática e uma instanciação completa do objeto da pesquisa.

Adicionalmente, é importante refletir que a proposta do Guia de Implementação BIM em questão possui uma validade temporal, pois tanto a legislação levantada, assim como as normas e as próprias definições utilizadas devem passar por revisões ou sofrer alterações, sendo importante serem sempre verificadas quando da utilização do Guia.

6.2 Propostas de trabalhos futuros

Como proposta de trabalhos futuros é importante refletir sobre as limitações expressas no tópico anterior, assim como propor melhorias já identificadas nesta mesma pesquisa. Assim, as principais propostas para pesquisas futuras que surgem desta pesquisa são:

- Acompanhar as mudanças na legislação e normas acerca do BIM e de licitações públicas, a fim de criar revisões ou novas versões do Guia proposto, com o intuito de melhoria contínua;
- Desenvolver uma avaliação, com um universo mais representativo de empresas da administração pública, a fim de coletar informações com maior precisão estatística;

- Realizar uma instanciação prática do Guia, com avaliação do seu comportamento e mapeamento de eventuais lacunas no fluxo;
- Ampliar o Guia para outras fases da indústria da engenharia e arquitetura, como por exemplo as fases de construção, manutenção e operação;
- Desenvolver programas de treinamentos e desenvolvimento de pessoas que sejam capazes de instruí-las de forma significativa sobre as necessidades de uma implementação BIM, a fim de tornar a compreensão do Guia, assim como sua utilização um pouco mais independente para os funcionários e empregados públicos que pensem em utilizá-lo.

REFERÊNCIAS

ABANDA, F. H. *et al.* **A critical analysis of Building Information Modelling systems used in construction projects**. Department of Real Estate and Construction. Oxford Brookes University. Oxford, United Kingdom: Advances in Engineering Software, 2015. v. 90, p. 183–201. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1016/j.advengsoft.2015.08.009. Acesso em: 25 ago. 2022.

ABAURRE, M. W. **Modelos de contrato colaborativo e projeto integrado para Modelagem da Informação da Construção**. [São Paulo]: Universidade de São Paulo, 2014.

ABDI - AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **Processo de Projeto BIM: Coletânea GUIAS BIM ABDI-MDIC**. Brasília, DF: ABDI, 2017. v. 1 a 6.

ABNT NBR ISO 19650-1: Organização da informação acerca de trabalhos da construção — Gestão da informação usando a modelagem da informação da construção. Parte 1: Conceitos e princípios. Rio de Janeiro: ABNT, 2022.

ABNT NBR ISO 19650-2: Organização da informação acerca de trabalhos da construção — Gestão da informação usando a modelagem da informação da construção. Parte 2: Fase de entrega de ativos. Rio de Janeiro: ABNT, 2022.

ABNT PR 1015: Ambiente Comum de Dados (CDE). Rio de Janeiro: ABNT, 2022.

ADOÇÃO BIM. *In:* BIM Dictionary. BIMe Initiative. Disponível em: https://bimdictionary.com/pt/bim-adoption/1. Acesso em: 20 mai. 2023.

ADOTAR. *In*: DICIO, Dicionário Online de Português. Porto: 7Graus, 2022. Disponível em: http://www.dicio.com.br/adotar/. Acesso em: 20 ago. 2022.

AKDAG, S. G.; MAQSOOD, U. **A roadmap for BIM adoption and implementation in developing countries**: the Pakistan case. Bahcesehir Univ, Fac Architecture & Design. Istanbul, England: archnet-ijar international journal of architectural Research, 2020. v. 14, n. 1, p. 112–132.

ALEMAYEHU, S. *et al.* **A multivariate regression approach toward prioritizing BIM adoption barriers in the Ethiopian construction industry.** Jimma Institute of Technology. Jimma, United States: Engineering, Construction and Architectural Management, 2021. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1108/ECAM-02-2021-0165. Acesso em: 25 ago. 2022.

ALHUSBAN, Mohammad. Understanding BIM information management processes through international BIM standards. *In*: HOSSEINI, M. Reza. *et al.* **BIM Teaching and Learning Handbook: Implementation for Students and Educators.** Routledge, 2021. 1 ed.

ALMUNTASER, T.; SANNI-ANIBIRE, M. O.; HASSANAIN, M. A. **Adoption and implementation of BIM:** case study of a Saudi Arabian AEC firm. King Fahd Univ Petr

& Minerals, Architectural Engn Dept, Dhahran, Saudi Arabia: International Journal of Managing Projects In Business, 2018. v. 11, n. 3, p. 608–624.

AMORIM, S. R. L. *et al.* **Guias de contratação BIM: conceitos básicos e requisitos para contratação BIM.** São Paulo: Bim Fórum Brasil - BFB e Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial – ABDI. 2023. vol. 1.

AMORIM, S. R. L. **Gerenciamento e coordenação de projetos BIM:** um guia de ferramentas e boas práticas para o sucesso de empreendimentos. Rio de Janeiro: LTC, 2023. 2. ed.

ANDRADE, M. L. V. X.; RUSCHEL, R. C. Building Information Modeling (BIM). *In*: KOWALTOWSKI, D. C. C. K. *et al*. **O processo de Projeto em arquitetura:** da teoria à tecnologia. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. cap. 21, p. 421-441.

ARNAL, I. P. Why don't we start at the beginning? The Basics of a Project: Lean Planning and Pre-Construction. *In*: **BIMCommunity.** [S.l.]: 2018. Disponível em: https://www.bimcommunity.com/news/load/490/why-don-t-we-start-at-the-beginning Acesso em: 25 ago. 2022.

ASBEA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA. **Guia ASBEA Boas Práticas em BIM**. São Paulo: ASBEA, 2013. n. 1.

ASBEA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA. **Guia ASBEA Boas Práticas em BIM**. [São Paulo]: ASBEA, 2015. n. 2.

AYRES FILHO, C.; SCHEER, Sérgio. Metacompilação de classes para acesso a modelos ifc e sugestões para criação de classes para acesso em alto nível. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, 2009. v. 4, n. 2, p. 112–138.

AZEVEDO, S.; ANASTASIA, F. **Governança, "Accountability" e Responsividade.** São Paulo: Revista de Economia Política, jan./mar. 2002. v. 22, n. 1.

AZZOUZ, A. *et al.* **Using the Arup BIM maturity measure to demonstrate bim implementation in practice.** Department of Architecture and Civil Engineering, University of Bath. United Kingdom: Association of Researchers in Construction Management, 2016. p. 25-34.

BANCO MUNDIAL. **Governance and Development**. Washington, D.C., Estados Unidos, 1992. Disponível em: https://documents.worldbank.org/pt/publication/documents-reports/documentdetail/604951468739447676/governance-and-development. Acesso em 29 ago. 2022.

BANCO MUNDIAL. **Governance: the World Bank's experience.** Washington, D.C., Estados Unidos, 1994.

BANCO MUNDIAL. **Sub-Saharan Africa: From Crisis to Sustainable Growth**, Washington, D.C., Estados Unidos, 1989.

BARBOSA, F. *et al*. **Reinventing Construction**: a route to higher productivity. Mckinsey global institute. Fev. 2017. Disponível em

https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/reinventing-construction-through-a-productivity-revolution. Acesso em: 02 ago. 2022.

BARUTÇU, B. E.; SUCCAR, B. (2020). 726in.F3 Software Selection Strategy (1.1). Zenodo. https://doi.org/10.5281/zenodo.3971229

BEAN, T. K.; MUSTAPA, M.; MUSTAPA, F. D. A preliminary review on transaction cost components within the bim adopted procurements. Malaysia: I**nternational journal of built environment and sustainability**, 2019. v. 6, n. 1–2, p. 161–167.

BERNSTEIN, H. M. *et al.* **The Business Value of BIM for Construction in Major Global Markets**. Bedford: McGraw Hill Construction, 2014.

BILLER, R. R. Do N. *et al.* Classificação de plataformas computacionais quanto aos usos do BIM. **Simpósio Brasileiro De Tecnologia Da Informação E Comunicação Na Construção**, 2021. v. 3, p. 1–9.

BONATTO, H. A Implantação do BIM na Administração Pública e seus Aspectos Jurídicos. *In*: Seminário Nacional de BIM para Administração Pública, 3., 2022, [Curitiba] **Apostila de palestra online.** 2022.

BOUGUERRA, K.; YAIK-WAH, L.; ALI, K. N. A Preliminary Implementation Framework of Building Information Modelling (BIM) in the Algerian AEC Industry. Universiti Teknologi Malaysia (UTM); Ministry of Higher Education, Malaysia (MOHE) through the International Industry Incentive Grant. *In:* **INTERNATIONAL JOURNAL OF BUILT ENVIRONMENT AND SUSTAINABILITY**, 2020. v. 7, n. 3, p. 59–68.

BRANDSTETTER, M. C. G. O.; RIBEIRO, H. R. O. Causas de custos adicionais e impacto financeiro em obras públicas sob a perspectiva da gestão de risco. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 20, n. 1, p. 41-63, jan./mar. 2020.

BRASIL. Decreto de 5 de junho de 2017. Institui o Comitê Estratégico de Implementação do Building Information Modelling. Brasília. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 5 jun. 2017a.

BRASIL. Decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020. Estabelece a utilização do Building Information Modelling na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, no âmbito da Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling - Estratégia BIM BR, instituída pelo Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, p. 5, 3 abr. 2020.

BRASIL. Decreto nº 9.203, de 22 de novembro de 2017. Dispõe sobre a política de governança da administração pública federal direta, autárquica e fundacional. Brasília. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, p. 3. (Publicação Original). 23 nov. 2017b

BRASIL. Decreto nº 9.377 de 17 de maio de 2018. Institui Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, p. 3, 18 mai. 2018.

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, 23 ago. 2019.

BRASIL. Lei nº 12.462, de 04 de agosto de 2011. Institui o Regime Diferenciado de Contratações Públicas – RDC (...). **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 2011. 05 ago. 2011.

BRASIL. Lei nº 13.303, de 30 de junho de 2016. Dispõe sobre o estatuto jurídico da empresa pública, da sociedade de economia mista e de suas subsidiárias, no âmbito da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios. Lei de Responsabilidade das Estatais. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 2016, ano 153, n. 125, p. 1, col. 2, 01 jul. 2016.

BRASIL. Lei nº 14.133, de 1º de abril de 2021. Lei de licitações e contratos administrativos. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 2021.

BRASIL. Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993. Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 1993.

BRASIL. **Referencial para Avaliação de Governança em Políticas Públicas**. Brasília: [s.n.], 2014.

BRITISH STANDARDS INSTITUTION. UK BIM Framework. Standards. 2022. disponível em https://www.ukbimframework.org/. Acesso em: 14/08/2022

BRITO, D. M. De. **Fatores críticos de sucesso para implantação de Building Information Modelling (BIM) por organizações públicas.** Dissertação de Mestrado. Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal da Bahia. Escola Politécnica. Salvador, 2019.

BRITO, D. M. De; FERREIRA, E. De A. M.; COSTA, D. B. Ações potenciais para implementação de BIM por organizações públicas contratantes. **Simpósio Brasileiro De Tecnologia Da Informação E Comunicação Na Construção**, 2021. v. 3, p. 1–10.

BRITO, D. M. De; FERREIRA, E. De A. M.; COSTA, D. B. Avaliação de papéis e mecanismos governamentais para disseminação do BIM no setor AECO. **Simpósio Brasileiro De Tecnologia Da Informação E Comunicação Na Construção**, 2019. v. 2, p. 1–9.

BRITTO, S. A. Dos S. *et al.* O uso do VDC scorecard na validação de métodos para análise de desempenho da gestão do processo de projeto no cenário brasileiro. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, 2015. v. 10, n. 2, p. 71–86.

BROADBENT, G. **Design in architecture:** architecture and the human sciences. London: John Wiley & Sons, 1973.

BUILDINGSMART. **About.** Website**.** Disponível em: https://www.buildingsmart.org/. Acessado em: 29 de Ago. 2022.

CBIC - CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadores.** Vol 1 a 5. Brasília, jun. 2016.

CBTU - COMPANHIA BRASILEIRA DE TRENS URBANOS. **CBTU**. Website. 2021. Disponível em: <https://www.cbtu.gov.br/>. Acesso: 25 ago. 2022.

CBTU - COMPANHIA BRASILEIRA DE TRENS URBANOS. **Livro CBTU**. 2018. Disponível em: <https://livro.cbtu.gov.br/>. Acesso: 31 ago. 2022.

CEP UFPE - COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA ENVOLVENDO SERES HUMANOS DA UFPE. **Manual do Pesquisador.** Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, campus Recife. 2021.

CHEW, A.; RILEY, M. What is going on with BIM. On the Way to 6D. 2013. Dispomível em: https://www.i-law.com/ilaw/doc/view.htm?id=324633. Acesso em: 25 ago. 2022.

CHIAVENATO, Idalberto. **Administração: teoria, processo e prática.** Editora Manole. 2014. 5 ed.

CIC - COMPUTER INTEGRATED CONSTRUCTION RESEARCH PROGRAM. **BIM Planning Guide for Facility Owners**. University Park, PA, USA: The Pennsylvania State University. 2013. v 2.0. Disponível em http://bim.psu.edu. Acesso em 30 ago. 2022.

CNS - CONSELHO NACIONAL DE SAÚDE. **Resolução Nº 510, de 07 de abril de 2016.** Disponível em: https://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2016/Reso510.pdf Acessada em: 25 mar. 2023.

COMPESA – COMPANHIA PERNAMBUCANA DE SANEAMENTO. **Plano de Implantação BIM: Diretrizes gerais para implementação BIM.** Programa de Extensão Tecnológica - Governo (PET-GOV). Documento Interno. Recife: COMPESA. 2022.

CONSTRUA BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. **Planilha de Diagnóstico BIM para o Setor Público e Privado.** DIAGNÓSTICO BIM: Avaliação de conformidade com processos da ISO 19650-2. Planilha Eletrônica. 2020. Disponível em: https://www.gov.br/produtividade-e-comercio-exterior/pt-br/ambiente-de-negocios/competitividade-industrial/construa-brasil/. Acesso em 05 mai. 2023

CORRÊA, F. R.; SANTOS, E. T. Ontologias na construção civil: Uma alternativa para o problema de interoperabilidade com o uso do IFC. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, 2014. v. 9, n. 2, p. 7–22.

COSTA, A. P. *et al.* Panorama internacional e status de adoção da ISO 19650. **Simpósio Brasileiro De Tecnologia Da Informação E Comunicação Na Construção**, 2021. v. 3, p. 1–12.

DA SILVA, F. D.; SALGADO, M. S. The use of FTA to evaluate the potential of BIM platform in building rehabilitation. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, 2017. v. 8, n. 1, p. 3–19.

DA SILVA, I. R. O. Plano de Execução BIM para o setor de projetos da SINFRA. 2020. 128p. TCC (Graduação) – Universidade Federal de Pernambuco. Graduação em Arquitetura e Urbanismo. Recife. 2020a.

DA SILVA, N. T.; BRANDSTETTER, M. C. G. O.; DIAS, L. J. F. Análise dos fatores de desvios de custo em orçamentos de um empreendimento imobiliário. **XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, Joinville, 10/13 out. 2017.

DA SILVA, R. F. T. **Democratizando o BIM.** Apostila Conceituação Básica em BIM. 2020b. Curso EAD. Disponível em: <https://eadbim.abdi.com.br/>. Acesso: 15 dez. 2020.

DA SILVA, R. F. T. *et al.* Recomendações para a implementação da interoperabilidade entre SINAPI e normas da série NBR 15965. **Ambiente Construído**, 2022. v. 22, n. 3, p. 213–233.

DINIZ, Eli. **Globalização, reforma do estado e teoria democrática contemporânea.** São Paulo: São Paulo em Perspectiva,15(4), 2001.

DURAN, R. Avaliação dos Objetivos BIM nas licitações públicas brasileiras. **ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO**, 2020. v. 18, n. 1, p. 8.

EADIE, R.; BROWNE, M.; ODEYINKA, H.; MCKEOWN, C.; MCNIFF, S. **A survey of current status of and perceived changes required for BIM adoption in the UK**. Built Environment Project and Asset Management, 5(1): 4-21. 2015

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON K. **BIM handbook:** a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors, John Wiley & Sons, Inc., New York. 2011. 2 ed.

EDIRISINGHE, R. *et al.* An actor–network approach to developing a life cycle bim maturity model (Lcbmm). School of Property, Construction and Project Management, RMIT University, Melbourne, 3000, Australia: **Sustainability (Switzerland)**, 2021. v. 13, n. 23. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85120846257&doi=10.3390%2Fsu132313273&partnerID=40&md5=b4e95be7dcb4915c57f045cae571b4f2>. Acesso em: 15/08/2022.

EDIRISINGHE, R.; LONDON, K. **Comparative analysis of international and national level BIM standardization efforts and BIM adoption.** Paper presented at the Proceedings of the 32nd CIB W78 Conference, Eindhoven, The Netherlands. 2015.

EYNON. **Construction Manager's BIM Handbook.** Wiley, New York, 2016.

FARIA, D. R. D. G. de. **Ferramenta informatizada de apoio à criação de documentos de diretrizes para contratação de empreendimentos em BIM**. [S.l.]: Universidade de São Paulo, 2018. ISBN 0305-750X. Disponível em: http://www.fao.org/3/I8739EN/i8739en.pdf%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.adolescenc

e.2017.01.003%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.childyouth.2011.10.007%0Ahttps://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/23288604.2016.1224023%0Ahttp://pjx.sagepub.com/lookup/doi/10. Acesso em 20 ago. 2022.

FERNANDES, A. B. P. *et al.* Uso do BIM para a gestão de riscos em empreendimentos de infraestrutura no Brasil. **Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção**, 2021. v. 3, p. 1–15.

FIRDAUS RAZALI, M. *et al.* **A Review: Application of Building Information Modelling (BIM) over Building Life Cycles**. Department of Civil Engineering. Faculty of Engineering. Universiti Putra Malaysia. Malaysia Department of Management of Technology. Malaysia-Japan International Institute of Technology. Universiti Teknologi Malaysia, Jalan Su: IOP Publishing Ltd, 2019. v. 357. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/357/1/012028. Acesso em 20 ago. 2022.

FREITAS, R.; MELHADO, S.; CARDOSO, F. Os desafios e os esforços da cadeia produtiva da construção civil para a adoção do BIM. **Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, 2018. v. 17, n. November, p. 1899–1911. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/329427210. Acesso em 20 ago. 2022.

GANAH, A. A.; JOHN, G. A**. Achieving level 2 BIM by 2016 in the UK**. Grenfell-Baines School of Architecture, Construction and Environment, University of Central Lancashire, Preston, United Kingdom: American Society of Civil Engineers (ASCE), 2014. p. 143–150. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1061/9780784413616.019>.

HEVNER, A. et al, **Design Science in Information Systems Research**, MIS Quartely. 2004. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/201168946. Acessado em: 25/08/2022.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Ipojuca: panorama**. 2022. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/ipojuca/panorama. Acesso: 05 jun. 2023.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pernambuco: panorama**. 2019. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/panorama>. Acesso: 05 ago. 2020.

IBRAHIM, M. Y.; AL-KAZZAZ, D. A. **A comparative analysis of BIM standards and guidelines between UK and USA.** Organizado por: O. A. J. *et al*. Dept. of Architecture. Coll. of Engineering. University of Mosul, Iraq: IOP Publishing Ltd, 2021.

IBRAOP - INSTITUTO BRASILEIRO DE AUDITORIA DE OBRAS PÚBLICAS. FISCOBRAS. **Superfaturamento, projeto básico ineficiente e falhas orçamentárias são as maiores irregularidades em obras.** 2018. Disponível em: http://site.ibraop.org.br/fiscobras-superfaturamento-projeto-basico-ineficiente-e-falhas-orcamentarias-sao-as-maiores-irregularidades-em-obras/noticias/janacaju/. Acesso em: 20 dez. 2020.

IMPLANTAR. *In*: DICIO, Dicionário Online de Português. Porto: 7Graus, 2022. Disponível em: http://www.dicio.com.br/implantar/. Acesso em: 20 ago. 2022.

IMPLEMENTAÇÃO BIM. *In:* BIM Dictionary. BIMe Initiative. Disponível em: https://bimdictionary.com/pt/bim-implementation/1. Acesso em: 20 mai. 2023.

IMPLEMENTAR. *In*: DICIO, Dicionário Online de Português. Porto: 7Graus, 2022. Disponível em: http://www.dicio.com.br/implementar/. Acesso em: 20 ago. 2022.

IPHAN - INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL. **Rede Ferroviária Federal.** 2014. Disponível em:<http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/611/>. Acesso: 13 ago. 2020.

JANSSENS. BIM Implementation – An owner's guide to getting started (2010).

KALINICHUK, S. **Building Information Modeling Comprehensive Overview**. Journal of Systems Integration, 2015. v.6(3), p.25-34.

KANETA, T.; FURUSAKA, S.; TAMURA, A.; DENG, N. **Overview of BIM Implementation in Singapore and Japan**. Journal of Civil Engineering and Architecture. 2016.

KHOSROWSHAHI, F.; ARAYICI, Y**. Roadmap for implementation of BIM in the UK construction industry**. Engineering, Construction and Architectural Management, 19(6): 610- 635. 2012.

KOUTAMANIS, A. **Briefing and Building Information Modelling**: Potential for integration. International Journal of Architectural Computing. 2017. Vol.15(2), pp.119-133.

LACERDA, D. P. et al. **Design Science Research:** A Research method to production engineering. 2012. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/260764214. Acesso em 20 ago. 2022.

LEE, S., YU, J.; JEONG, D. BIM Acceptance Model in Construction Organizations. *In:* **Journal of Management in Engineering**, 2015. Vol.31(3).

LIMA, L. de O. **Análise de modelos de maturidade para medição da implementação do building information Modeling**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Curitiba, 2019.

LIMA, L. De O.; CATAI, R. E.; SCHEER, Sergio. Análise de modelos de maturidade para medição da implementação do Building Information Modeling (BIM). **Gestão & Tecnologia de Projetos**, 2021. v. 16, n. 2, p. 133–147.

LIMA, M. J. M. F.; DOS REIS, M. M. C**. Análise da utilização da metodologia BIM nas licitações de obras públicas.** 2019. 105p. TCC (Graduação) – Universidade Federal de Pernambuco. Programa de Graduação em Engenharia Civil e Ambiental. Recife. 2019.

LIU, Z. W.; LU, Y. J.; PEH, L. C. A Review and Scientometric Analysis of Global Building Information Modeling (BIM) Research in the Architecture, Engineering and Construction (AEC) Industry. Bldg & Construct Author, BERII, Digitalizat Dept. Singapore: **BUILDINGS**, 2019. v. 9, n. 10.

LU, W. *et al.* Demystifying construction project time-effort distribution curves: BIM and Non-BIM comparison. Dept. of Real Estate and Construction, Faculty of Architecture, Univ. of Hong Kong, Pokfulam. Hong Kong School of Urban-Rural Planning and Management. *In*: **Journal of Management in Engineering**, 2015. v. 31, n. 6. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000356>. Acesso em: 20/08/2022.

MACLEAMY, P. **Collaboration, integrated information and the project lifecycle in building design, construction and operation**. 2004. Disponível em: http://code bim.com/wp-content/uploads/2013/06/CurtCollaboration.pdf. Acesso em: 20/08/2022.

MAGALHÃES, C. R. Panorama BIM: visões e reflexões da adoção pela indústria da construção civil brasileira. **Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção**, 2019. v. 2, p. 1–6.

MALTA, J. V. O. de A. **Diagnóstico para implementação BIM usando o método de desenvolvimento e análise de alternativas estratégicas.** 2020. 95 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2020.

MANENTI, E. M.; MARCHIORI, F. F.; CORRÊA, L. De A. Plano de execução BIM: proposta de diretrizes para contratantes e fornecedores de projeto. **Ambiente Construído**, 2019. v. 20, n. 1, p. 65–85. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212020000100065&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 28 ago. 2022.

MARCH, S. T.; SMITH, G. F. Design and natural science research in Information Technology. **Decision Suport Systems.**1995. v.15, p. 251-266.

MARINI, C.; MARTINS, H. F. Uma metodologia de avaliação de políticas de gestão pública. XI Congreso Internacional del CLAD sobre la Reforma del Estado y de la Administración Pública, Ciudad de Guatemala. Nov. 2006.

MARSHALL, C.; BRERETON, P.; KITCHENHAM, B**.** Tools to Support Systematic Reviews in Softwar Engineering: A Feature Analysis. London, UK: 18th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering, 2014. Disponível em:https://www.researchgate.net/publication/266202949_Tools_to_Support_System atic_Reviews_in_Software_Engineering_A_Feature_Analysis/stats. Acesso em: 20 ago. 2022.

MARTINS, A. L. G.; SANTOS, E. T.; CARDOSO, F. F. A digitalização das empresas de projetos com a adoção do BIM: oportunidades e barreiras. **Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção**, 2021. v. 2, p. 1–17.

MARTINS, H. **Uma teoria da fragmentação de políticas públicas: desenvolvimento e aplicação na análise de três casos de políticas de gestão pública.** Tese de doutorado. Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas. Brasil, 2003.

MCAULEY, B.; HORE, A.; WEST, R. **BICP Global BIM Study-Lessons for Ireland's BIM Programme.** Construction IT Alliance (CitA) Limited. DOI: 10D7M049. 2017.

MDIC - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR. **ESTRATÉGIA BIM BR: Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling - BIM.** 2018. Livreto Online. Disponível em https://www.gov.br/produtividade-e-comercio-exterior/pt-br/images/REPOSITORIO/sdci/CGMO/26-11-2018-estrategia-BIM-BR-2.pdf. Acessado em 25/08/2022.

MESSNER, J., ANUMBA, C., DUBLER, C., GOODMAN, S., KASPRZAK, C., KREIDER, R., LEICHT, R., SALUJA, C. & ZIKIC, N. 2020. **Building Information Modeling (BIM) Project Execution Planning Guide**. Computer Integrated Construction (CIC) Research Group. University Park, PA, USA: The Pennsylvania State University, 2021. v 3. Disponível em: https://bim.psu.edu/. Acesso em 01 jun. 2023.

MICELI JUNIOR, G.; PELLANDA, P. C.; REIS, M. de M. Considerações sobre fluxos de trabalho BIM para desenvolvimento de projetos de obras em organizações públicas. **Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção**, 2019. v. 2. Disponível em: <https://www.antaceventos.net.br/index.php/sbtic/sbtic2019/paper/view/136>.

MOAZZAMI, M. *et al*. **Adoption and Implementation of BIM in Canadian Construction Projects: Benefits, Challenges, and Limitations.** Univ. Calgary, Dept Civil Engn, Calgary, AB, Canada. Construction Research Congress 2020. New York, NY, USA: 2020. p. 1- 10

MORAIS, M. De; GRANJA, A. D.; RUSCHEL, R. C. Restrições orçamentárias e entrega de valor: sinergias entre BIM e custeio-meta. **Gestão e Tecnologia de Projetos**, 2015. v. 10, n. 1, p. 7–27.

MOURA, W. F. Dos S. *et al.* Diretrizes de contratação BIM para órgãos públicos: um estudo de caso. **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO**, 2021. v. 12, n. 1, p. 1–8.

NASCIMENTO, C. R. S. de M. S. **Modelo para priorização de projetos em instituições públicas federais associado à implementação do BIM: uma aplicação na Universidade Federal de Pernambuco.** 2022. 78p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Recife, 2022.

NERI, E.; ANDRADE, M.; SANTOS, I.; PEREIRA, R.; MONTEIRO, L.; SANTOS, H. Implantação BIM em processos de projeto: O caso da companhia brasileira de trens urbanos, superintendência do Recife. *In*: CONGRESSO PORTUGUÊS DE BUILDING INFORMATION MODELLING - PTBIM, 4., 2022. Braga. **Coleção Atas**, v. 2. Braga: UMinho Editora, 2022. Disponível em https://doi.org/10.21814/uminho.ed.77.28. Acesso em 20 ago. 2022.

NERIS, A. **O que esperar da obrigatoriedade do BIM em obras públicas a partir de 2021?.** Website. 2021. Disponível em: Paranashop: https://paranashop.com.br/2021/01/o-que-esperar-da-obrigatoriedade-do-bim-em-obras-publicas-a-partir-de-2021/. Acesso em: 02. fev. 2022.

OLIVEIRA, E. V. De. **IMPLEMENTAÇÃO DA MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO (BIM) EM PROJETOS:** pesquisa e proposta de melhoria no contexto da governança, risco e conformidade (GRC). [S.l.]: Instituto de Educação Tecnológica, 2019.

PAGE, J. **Review of papers presented at the conference.** In: JONES, J.; THORNLEY, D. (Ed.) Conference on design methods. Oxford: Pergamon Press, 1963.

PEINADO, H. S.; PRATES, J. S.; RUSCHEL, R. C. Alinhamento das diretrizes de Plano de Execução BIM em guias brasileiros com a ISO 19650-2:2018. **Simpósio Brasileiro De Tecnologia Da Informação E Comunicação Na Construção**, 2021. v. 2, p. 1–9.

PEREIRA, S. M. S. De A.; CORREIA, M. C. Implementação da abordagem e tecnologia BIM no processo de gestão na FIOCRUZ. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, 2019. v. 10.

PITA, J. V. Da C.; TRAMONTANO, M. C. **BIM and public administration the brazilian case.** International conference on computer-aided architectural design research in asia (caadria 2017): protocols, flows and glitches. 2017

PLANBIM. **Roles BIM y Matriz de Roles BIM.** Comité de Transformación Digital. Santiago, Chile: Corfo, 2019. Disponível em https://planbim.cl/documentos/matriz-roles/. Acesso em: 29 jun. 2023.

PORWAL, A.; HEWAGE, K. N. **Building Information Modeling (BIM) partnering framework for public construction projects.** Civil Engineering, University of British Columbia-Okanagan, Canada: Automation in Construction, 2013. v. 31, p. 204–214. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2012.12.004. Acesso em: 11 ago. 2022.

PREFEITURA DE IPOJUCA. **Prefeitura de Ipojuca: cuidando do futuro de todos.** Website. 2021. Disponível em: https://www.ipojuca.pe.gov.br/. Acesso em: 05 mai. 2023.

PRISMA. PRISMA Flow Diagram. In: PRISMA Statement. **PRISMA: Transparent Reporting of Systematic Reviews and Meta-analyses.** 2021. Disponível em: https://prisma-statement.org/PRISMAStatement/FlowDiagram. Acesso em: 20 jul. 2022.

PROCOPIUCK, M. **Políticas Públicas e fundamentos da administração pública: análise e avaliação, governança e rede de políticas públicas, administração judiciária.** São Paulo: Atlas, 2013.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2013. Novo Hamburgo: Feevale, 2013. 2 ed.

RASMUSSEN, A. F. **Gestão de Obras Públicas: Um diagnóstico sobre aditivos de contratos.** Dissertação de Mestrado. Instituto de Arquitetura e Urbanismo. Universidade de São Paulo. 2013

RODRIGUES, D.; MICHEL, P.; SILVA, J. L. BIM e contratos na construção civil: um estudo das relações contratuais para a gestão do projeto remoto. **Encontro nacional de tecnologia do ambiente construído**, 2020. v. 18, p. 8.

SACKS, R.; EASTMAN, C.; LEE, G; TEICHOLZ, P. **Manual de BIM:** um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores. Tradução: Alexandre Salvaterra, Francisco Araújo Costa. Revisão técnica: Eduardo Toledo Santor, Sergio Scheer. Porto Alegre: Bookman, 2021. 3ed.

SAKA, A. B.; CHAN, D. W. M. **A Scientometric Review and Metasynthesis of Building Information Modelling (BIM) Research in Africa.** Hong Kong Polytech Univ, Dept Bldg & Real Estate, Hung Hom, Kowloon, Hong Kong, Peoples R China FU - Department of Building and Real Estate, The Hong Kong Polytechnic University, Hong KongHong Kong Polytechnic University FX - This research study was ful: BUILDINGS. v. 9, n. 4. 2019.

SALGADO, M. S. *et al.* A gestão de projetos e as tecnologias digitais: estratégia bim-br e tendências pós-pandemia. **Encontro Nacional De Tecnologia Do Ambiente Construído**, 2020. v. 18, p. 8. Disponível em: <http://siaiap32.univali.br/seer/index.php/rtva/article/view/1135>. Acesso em: 28 ago. 2022.

SANTOS, A. M. **Análise do uso da metodologia BIM em licitações de obras públicas.** 2019. 72p. TCC (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Recife. 2019.

SEINFRA - SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E SERVIÇOS. **Plano de Implantação BIM: Diretrizes gerais para implementação BIM.** Programa de Extensão Tecnológica - Governo (PET-GOV). Documento Interno. Ipojuca: Prefeitura de Ipojuca. 2022.

SIMEONE; S.; KALAY *et al*. **Adding users' dimension to BIM.** In: EAEA Conference, 11., 2013.

SINDUSCON-SP - Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo. **Brasil assina convênio de cooperação com o Reino Unido para ampliar uso do BIM.** Website. 2016. Disponível em: https://sindusconsp.com.br/brasil-assina-convenio-de-cooperacao-com-o-reino-unido-para-ampliar-uso-do-bim/. Acesso em: 05 out. 2022.

SINGH, V.; GU, N.; WANG, X. A theoretical framework of a BIM-based multi-disciplinary collaboration platform. Deakin University, Australia University of Newcastle. Australia Faculty of Architecture, Design and Planning. University of Sydney. Australia Department of Housing and Interior Design. *In:* **Automation in Construction**, 2011. v. 20, n. 2, p. 134–144. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2010.09.011. Acesso em: 28 ago. 2022.

SMITH, D. K.; TARDIF, M. **Building Information Modeling**: A Strategic Implementation Guide for Architects, Engineers, Constructors, and Real Estate Asset Managers. John Wiley & Sons. Hoboken, NJ. 2009.

SOTO, C.; e MANRÍQUEZ, S. **Guía básica BIM para funcionarios públicos**: estratégia para el fomento de la metodologia Building Information Modelling (BIM) em América Latina y e Caribe. Banco de Desarrollo de América Latina. 2023. Disponível em: https://scioteca.caf.com/handle/123456789/2020. Acesso em 20/05/2023.

SOTO, C.; MANRÍQUEZ, S.; GODOY, P. **NORMA BIM PARA PROJETOS PÚBLICOS: Troca de Informação entre Solicitante e Fornecedores.** Planbim. Santiago, Chile: Corfo, 2019.

SREELAKSHMI, S. et al. **A study on the barriers to the implementation of building information modeling.** Construction Engineering and Management, SRM University, KTR Campus, India: International Journal of Civil Engineering and Technology, 2017. v. 8, n. 5, p. 42–50. Disponível em: https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85020125504&partnerID=40&md5=7475042d3938ad9abd38e4e048a506d3. Acesso em: 28 ago. 2022.

SUCCAR, B. **351in Model Use Templates Guide (1.0)**. Zenodo. Disponível em: https://doi.org/10.5281/zenodo.3706421. 2020. Acesso em: 05 ago. 2020.

SUCCAR, B. **Building Information Modelling framework:** a research and delivery foundation for industry stakeholders. Automation in Construction. 2009. Disponível em: http://bit.ly/BIMPaperA2. Acesso em: 05 ago. 2020.

SUCCAR, B. **Building Information Modelling maturity matrix**. *In*: J. Underwood & U. Isikdag (Eds.), Handbook of research on Building Information Modelling and construction informatics: concepts and technologies (pp. 65-103): Information Science Reference, IGI Publishing. 2010. Disponível em: http://bit.ly/BIMPaperA3. Acesso em: 01 ago. 2020.

SUCCAR, B. **Model Uses Table (V 1.26).** Disponível em: https://bimexcellence.org/wp-content/uploads/211in-Model-Uses-Table.pdf. 2019. Acesso em: 05 jun. 2023.

SUCCAR, B., Sher, W., & Williams, A. **An integrated approach to BIM competency assessment, acquisition and application.** Automation in Construction, 35: 174-189. 2013.

SUCCAR, B; KASSEM, M**. Macro-BIM adoption:** Conceptual structures. Automation in Construction, 57: 64-79. 2015.

TCU - TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. **ACÓRDÃO Nº 2461/2018 – TCU – Plenário**. 2018. Disponível em: https://www.camara.leg.br/internet/comissao/index/mista/orca/orcamento/OR2019/fiscobras2018/Acordao24612018-TCU-Plenario.pdf. Acessado em 10/07/2021.

TRELDAL, N. **Integrated Data and Process Control During BIM Design:** Focused on Integrated Design of Energy and Indoor Climate Conditions. 2008. Tese (Mestrado) - Department of Civil Engineering (BYG-DTU). Technical University of Denmark. 2008.

UFPE – Universidade Federal de Pernambuco. Conselho de Administração. **RESOLUÇÃO N° 08/2022:** Aprova o Regimento da Reitoria da Universidade Federal de Pernambuco, que com ela é publicado. Recife: UFPE-CONSAD. 2022.

VIANA, V. L. B.; CARVALHO, M. T. M. A influência do BIM - Building Information Modelling na gestão de riscos: Mapeamento Sistemático da Literatura. SBTIC, 2019.

VINUTO, J. **A amostragem em bola de neve na pesquisa qualitativa:** um debate em aberto. Campinas: Temáticas, 2014. v. 22, p. 203-220.

WILDENAUER, Adrian August. Critical Assessment of the Existing Definitions of BIM Dimensions on the Example of Switzerland. **International Journal of Civil Engineering and Technology.** Volume 11, Issue 4, April 2020, pp. 134-151. 2020.

WONG, A. K.; WONG. F. K.; NADEEM, A. Attributes of building information modelling implementations in various countries. **Architectural Engineering and Design Management.** 2010.

ZHOU, Y.; DING, L.; RAO, Y.; LUO, H.; MEDJDOUB, B.; ZHONG, H. Formulating project-level building information modeling evaluation framework from the perspectives of organizations: A review. **Automation in Construction.** Sep. 2017. Vol. 81, p. 44.

APÊNDICE A - Revisão Sistemática da Literatura (RSL) Internacional

Buscando conhecer o estado da arte sobre pesquisas voltadas para implementação BIM no setor público no mundo foi desenvolvida uma RSL em bases de dados internacionais. Os critérios da pesquisa ocorreram conforme a seguir:

a) Definição da base dados

As bases de dados foram SCOPUS; Web of Science; Engineering Village e CUMINCAD. As bases SCOPUS e Web of Science foram selecionadas por serem multidisciplinares, assim como pela robustez de agregamento de informações e pela tradicionalidade e constância verificada em outras revisões da literatura (LIU; LU; PEH, 2019; FIRDAUS RAZALI *et al.*, 2019). Já as bases de dados Engineering Village e CUMINCAD foram selecionadas pela relevância nas áreas de Engenharia e Arquitetura, respectivamente.

b) Definição de String de busca

Os termos pesquisados foram separados em 3 Grupos:

- Grupo 1: Variações do Termo da Modelagem da Informação da Construção;

  (A sigla BIM foi suprimida devido à variedade de acrônimos BIM na literatura internacional, sendo preterida por formas escritas por extenso).

- Grupo 2: Variações de termos relacionados ao Setor Público;
- Grupo 3: Termos relacionados à adoção ou Implementação;

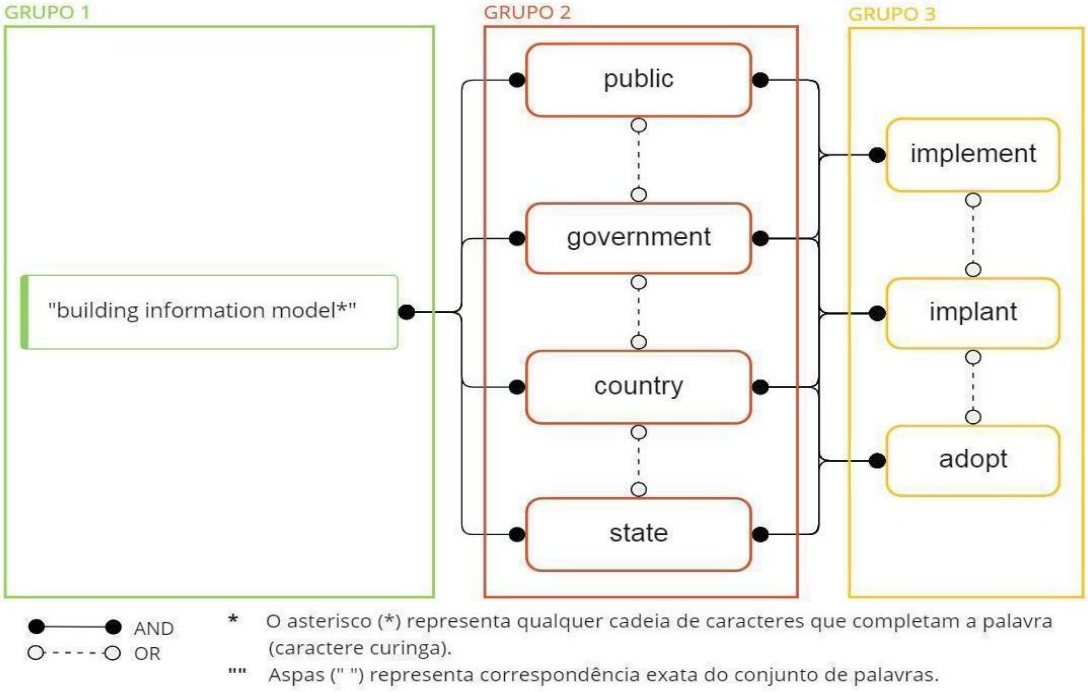
Quadro 18 - Grupos de palavras para RSL Internacional

GRUPO 1 (O BIM)	GRUPO 2 (O SETOR PÚBLICO)	GRUPO 3 (IMPLEMENTAÇÃO)
building information model	public	implement
building information modeling	government	implant
building information modelling	state	adopt
	country	

Fonte: O autor (2022).

Para a formação da string de busca os termos foram então combinados através de conectores AND / OR. A combinação semântica pode ser verificada no diagrama da Figura 45 a seguir:

Figura 45 - Combinação semântica da String de busca



Fonte: O autor (2022).

Embora a semântica utilizada seja a mesma para todas as bases de dados, a sintaxe de busca varia conforme a base, assim sendo a string de busca final foi ajustada para corresponder à sintaxe das bases. O ajuste foi realizado após exaustivos testes nas referidas bases de dados, assim como estudo da sintaxe de pesquisa fornecida por cada base. O resultado das strings de busca encontra-se no Quadro 19 a seguir:

Quadro 19 - String de busca, RSL Internacional

BASE DE DADOS	STRING PESQUISADA
CUMINCAD[1]	+"building information model*" public govern* state country implement implant adopt
Engeneering Village[2]	((((((((("building information" AND model) WN KY) AND ((public OR govern* OR state OR country) WN KY)) AND ((adopt OR implement OR implant) WN KY)))))))
SCOPUS	(TITLE-ABS-KEY ("building information model*") AND TITLE-ABS-KEY (public OR govern* OR state OR country) AND TITLE-ABS-KEY (adopt OR implement OR implant))
Web of Science	"building information model*" and public OR govern* OR state OR country and adopt OR implement OR implant
[1] Na base de dados CUMINCAD, devido às restrições de sintaxe da base, todos os relacionamentos dos grupos foram de "OR". Este critério foi aceito pois é ampliado em relação às outras bases (Todo resultado de uma busca AND está contido em uma busca OR), não havendo restrição em relação às demais. [2] Na base de dados Engeneering Village a pesquisa procura quaisquer palavras com o mesmo conjunto de caracteres adicionados. Assim sendo, o "caractere curinga" (asterisco) é implícito. Este critério foi aceito pois é ampliado em relação às outras bases, não havendo restrição em relação às demais.	

Fonte: O autor (2022).

c) Critérios para extração e síntese de Dados

Após o protocolo de busca sintetizado na Quadro 3, do capítulo 2, a RSL internacional resultou em 324 pesquisas elegíveis.

Para transformar os dados extraídos em informação foi realizada uma análise quantitativa estatística, denominada aqui de Análise Bibliométrica e outra qualitativa subjetiva, denominada aqui de Análise Descritiva.

Na Análise Bibliométrica foram adotados alguns critérios para sintetização e verificação, tais quais: distribuição temporal; distribuição geográfica; frequência e redes de autoria; frequência e redes de palavras-chaves.

Já, na Análise Descritiva foram mapeadas as contribuições das principais pesquisas e autores acerca do tema, de forma subjetiva, procurando sintetizar conexões entre cada tópico abordado e o tema desta pesquisa. Neste ponto, foi realizada uma técnica de “Bola de Neve” (Snowballing), técnica de pesquisa livre e não probabilística nem sistemática, que utiliza cadeias de referências, através da qual busca-se as principais referências dos artigos encontrados na RSL, e, com isso, aprofundar na pesquisa dos principais autores ou principais contribuições encontradas. com esta técnica é possível encontrar novos autores e novas contribuições que porventura não foram mapeadas na Revisão Sistemática em questão, encontrando pesquisas mais difíceis de serem acessadas ou estudadas (VINUTO, 2014). Esta análise descritiva qualitativa encontra-se no tópico 2.4 e 2.5.

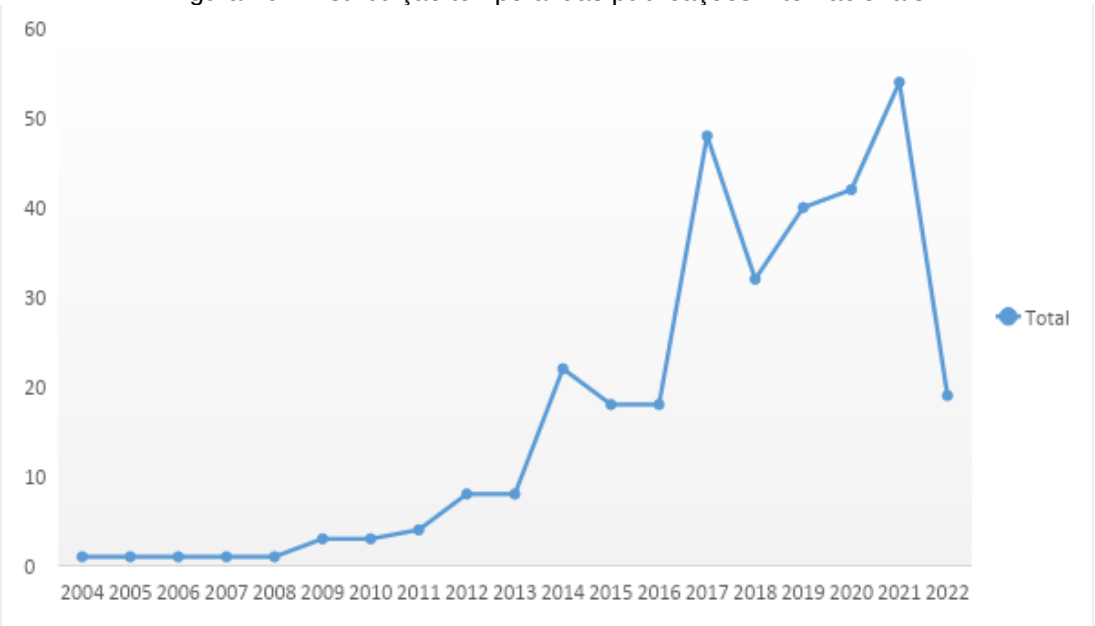
d) Resultados Bibliométricos Internacionais

A seguir, estão apresentados os resultados bibliométricos estatísticos com base no protocolo explicado e nos critérios de extração supracitados.

i. Quanto à distribuição temporal

A fim de verificar a tendência mundial acerca do tema, foi realizada uma distribuição temporal das pesquisas. Conforme é possível notar na Figura 46, as publicações sobre implementação BIM possuem uma crescente tendência ao longo dos anos, com taxa de crescimento maior evidenciada entre os anos de 2014 a 2017, e redução discreta da taxa de crescimento entre 2018 a 2021. O declínio do gráfico no ano de 2022 dá-se pelo fato de que as publicações foram pesquisadas no mês de maio deste ano, não indicando a totalidade de publicações de 2022.

Figura 46 - Distribuição temporal das publicações Internacionais



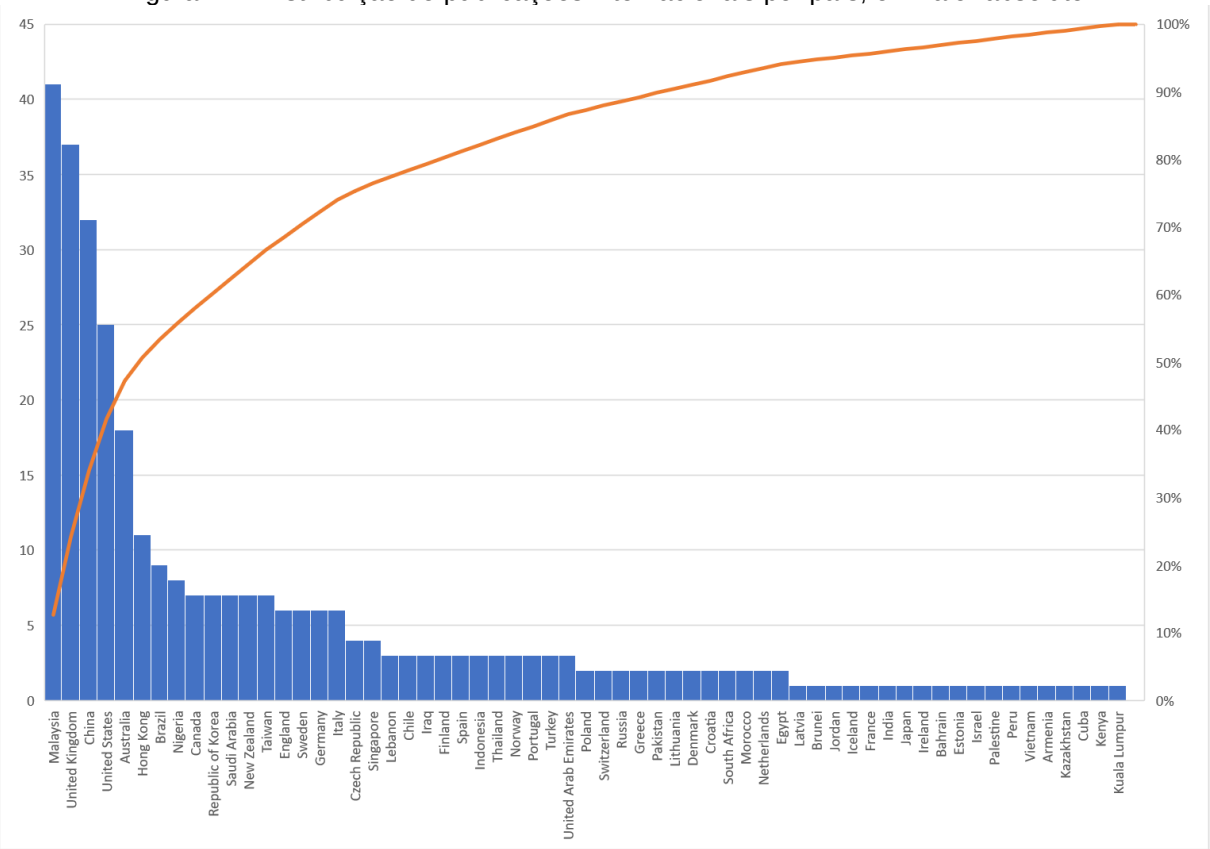
Fonte: O autor (2022).

ii. Quanto à distribuição geográfica

A fim de verificar a tendência mundial sobre qual país e região possui maior frequência de publicação sobre o assunto; este critério analisou as pesquisas em valor absoluto de quantidade de publicações e em valor relativo à densidade populacional.

Considerando a quantidade absoluta de publicações por países, conforme Figura 47, os países Malásia, Reino Unido, Estados Unidos e Austrália, correspondem a 50% das publicações. É possível notar também que o Brasil aparece em 7º no ranking, acumulando, junto aos 6 primeiros colocados, 55% do total de publicações.

Figura 47 - Distribuição de publicações internacionais por país, em valor absoluto

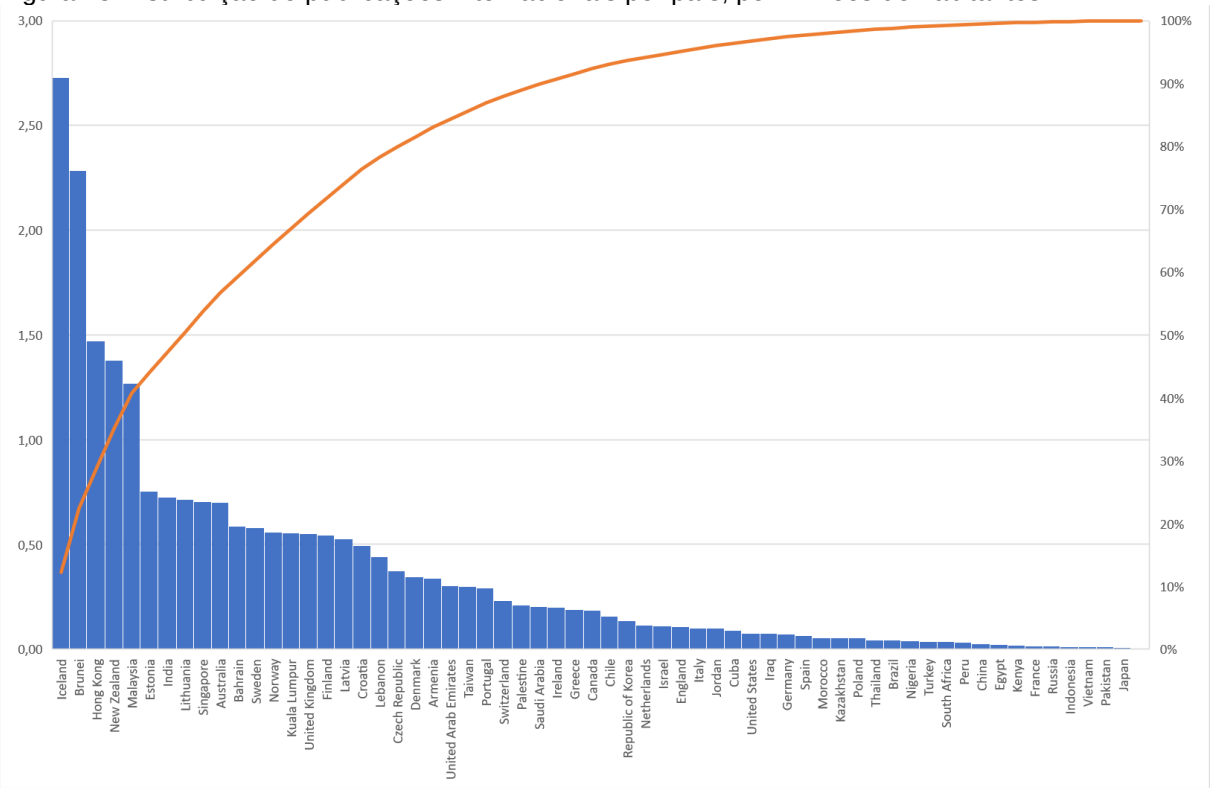


Fonte: O autor (2022).

Quando se considera a quantidade relativa à densidade demográfica dos países, a Figura 48 mostra um gráfico de distribuição em publicações/milhões de habitantes, assim sendo, países menores como Islândia, Brunei, Estônia e Lituânia entram nos países que correspondem a 50% do total. Nestas condições, o Brasil caiu quase 40 posições no ranking, devido a sua densidade demográfica. Ficando dentro do grupo de 3% dos países menos frequentes em publicações por milhares de habitantes.

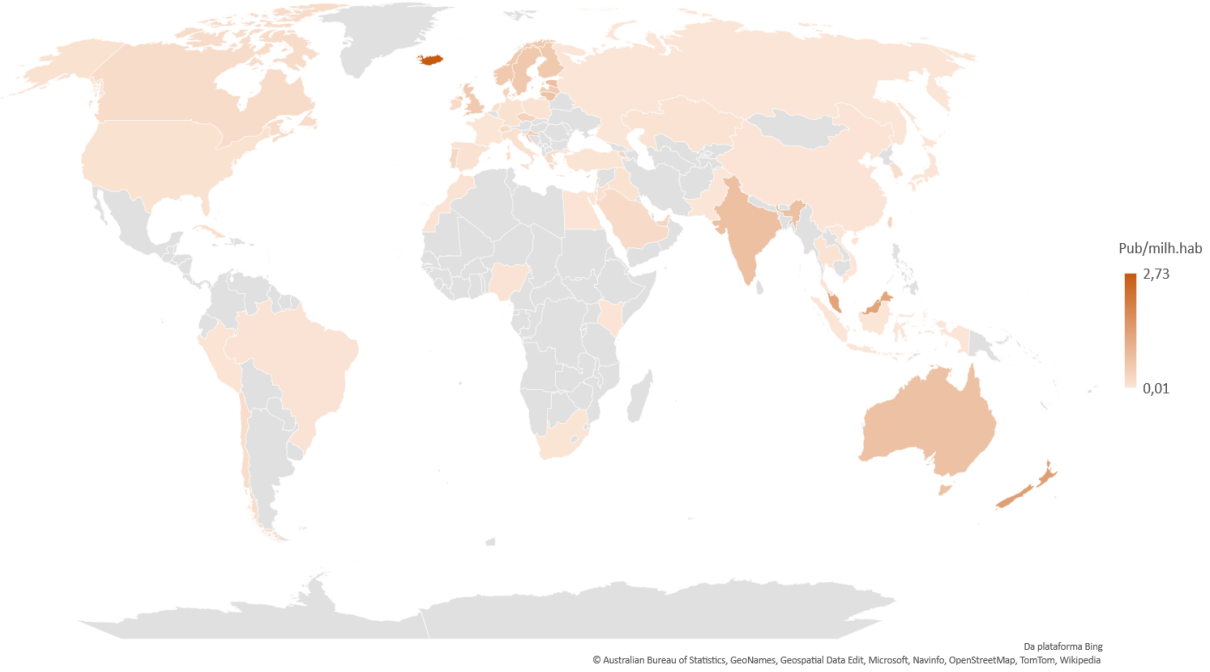
Esta mesma informação demográfica é também mostrada na Figura 49, onde é possível verificar espacialmente a distribuição de publicações por milhões de habitantes; notando que os países da Europa, Ásia e Oceania, encabeçam a frequência de publicações sobre implementação BIM na administração pública, seguidos da América do Norte e só depois a América do Sul.

Figura 48-Distribuição de publicações internacionais por país, por milhões de habitantes



Fonte: O autor (2022).

Figura 49 - Distribuição geográfica de publicações internacionais, por milhões de habitantes



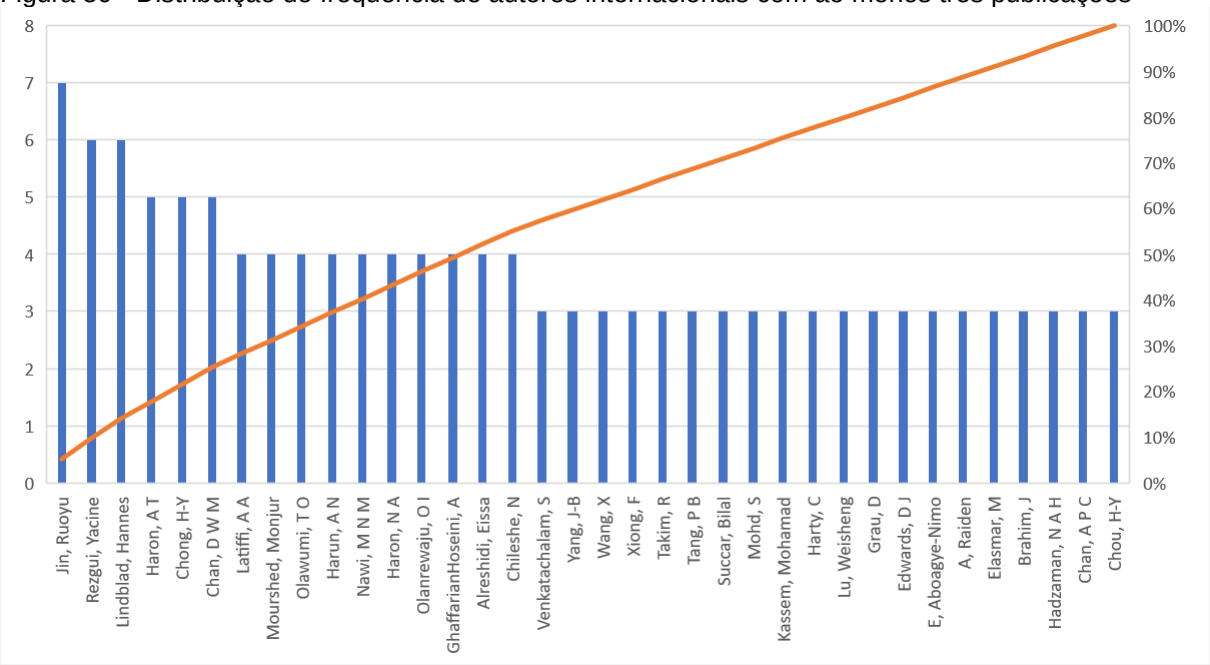
Fonte: O autor (2022).

iii. Quanto aos autores

A fim de verificar quais os autores que mais publicaram acerca do tema em nível mundial, foi realizado um levantamento da frequência de autoria, no universo das pesquisas encontradas. Nesta etapa foram também mapeadas redes de coautoria e influência de tais autores através de Ego-Graphs de Coautoria;

A Figura 50 a seguir mostra o ranking de autores com maior frequência de publicações, para geração do gráfico, apenas foram considerados os autores com ao menos 3 publicações, a fim de verificar uma tendência de pesquisadores com constância de publicações.

Figura 50 - Distribuição de frequência de autores internacionais com ao menos três publicações



Fonte: O autor (2022).

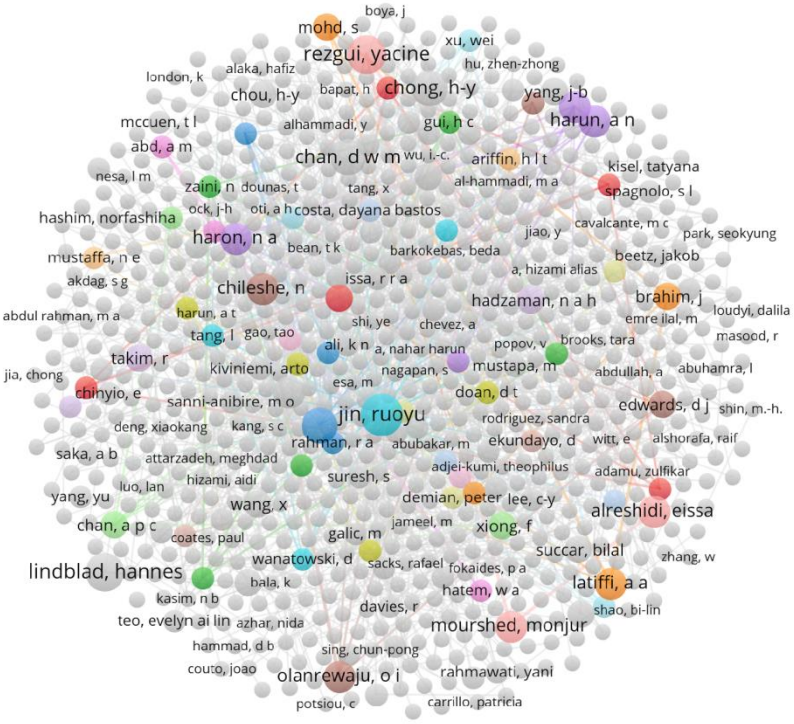
- Ego-Graphs de coautoria

Para análise de relação de coautoria entre autores supracitados, foi realizado um estudo bibliométrico através de softwares de gestão e visualização bibliográficas. Como as publicações foram obtidos de várias bases de dados diferentes, com estruturação de dados diferentes, foi necessário fazer uma reorganização dos dados, com auxílio do software de gestão bibliográfica Mendeley, e posteriormente a análise, criação e visualização de clusters de coautoria no software VOSViewer.

A Figura 51 mostra o universo de 847 pesquisadores mapeados, representados através de círculos, quanto maior o círculo maior a quantidade de coautoria que o

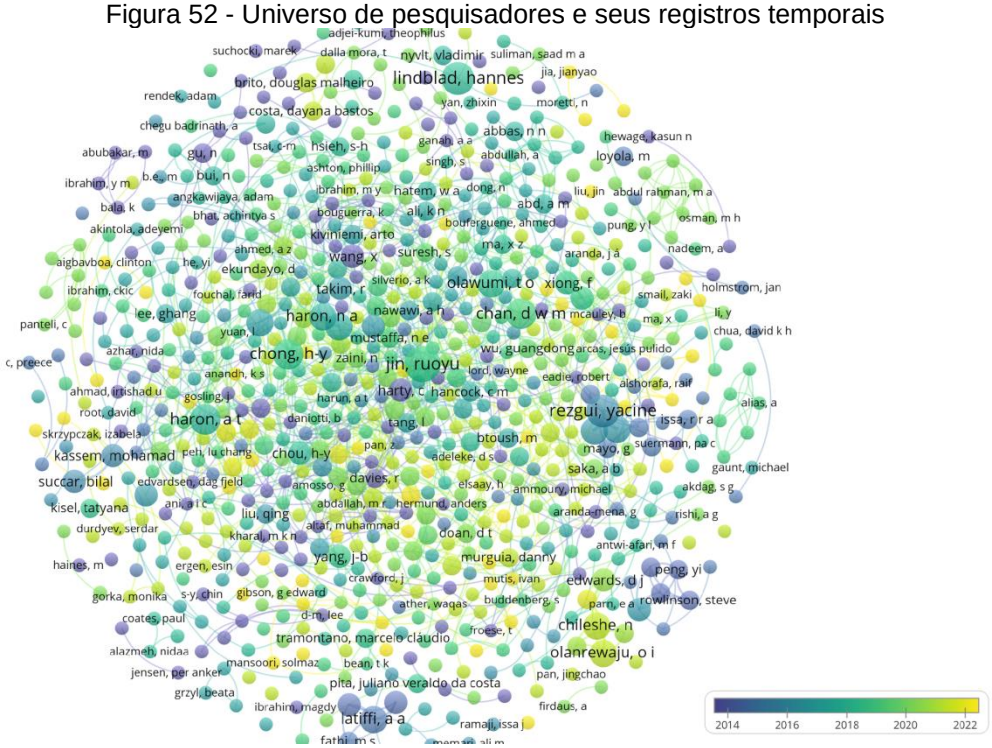
autor participa. Devido ao volume de informação apenas os principais autores (maiores círculos) são visíveis na imagem. Já na Figura 52 é possível verificar o registro histórico dos autores, em escala de cores, sendo os círculos mais azuis, autores com publicações mais antigas, e os círculos mais amarelos, publicações mais recentes.

Figura 51 - Universo de Pesquisadores da RSL Internacional



Fonte: O autor, software VOSViewer (2022).

Figura 52 - Universo de pesquisadores e seus registros temporais

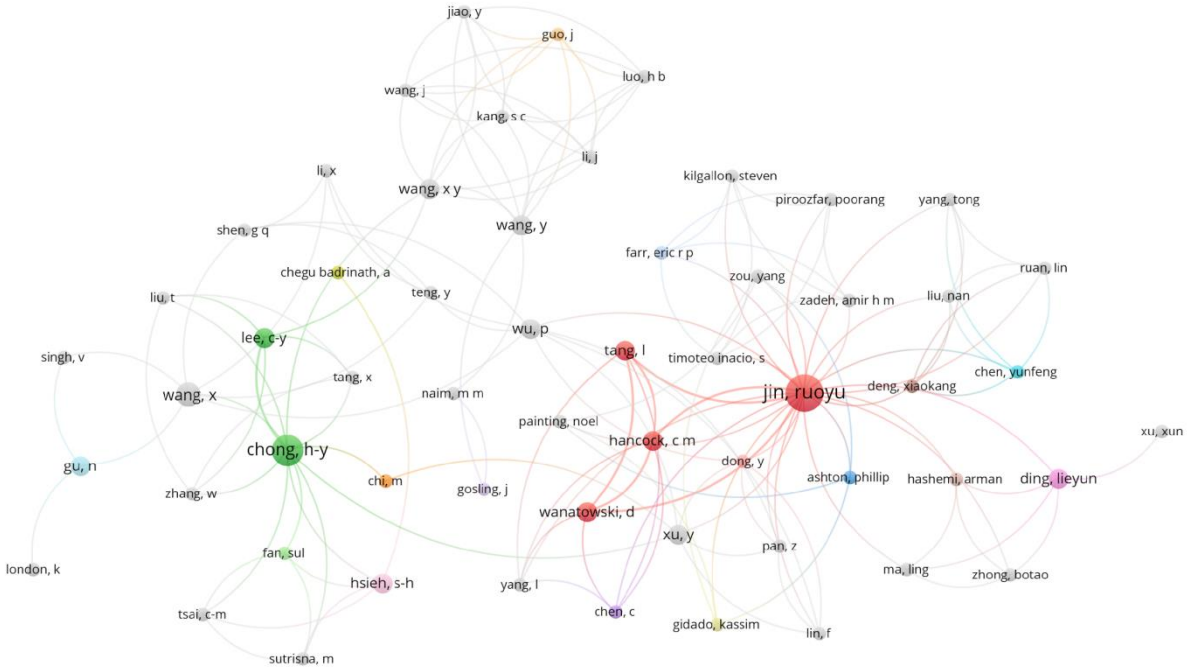


Fonte: O autor, software VOSViewer (2022).

Para melhor análise da rede de coautoria, algumas inferências foram realizadas no universo pesquisado, através de filtros de controle, resultando em redes visualmente mais claras, e na identificação de autores principais. Alguns filtros realizados nesta pesquisa são a quantidade mínima de publicações por autor, e a interconexão de coautorias.

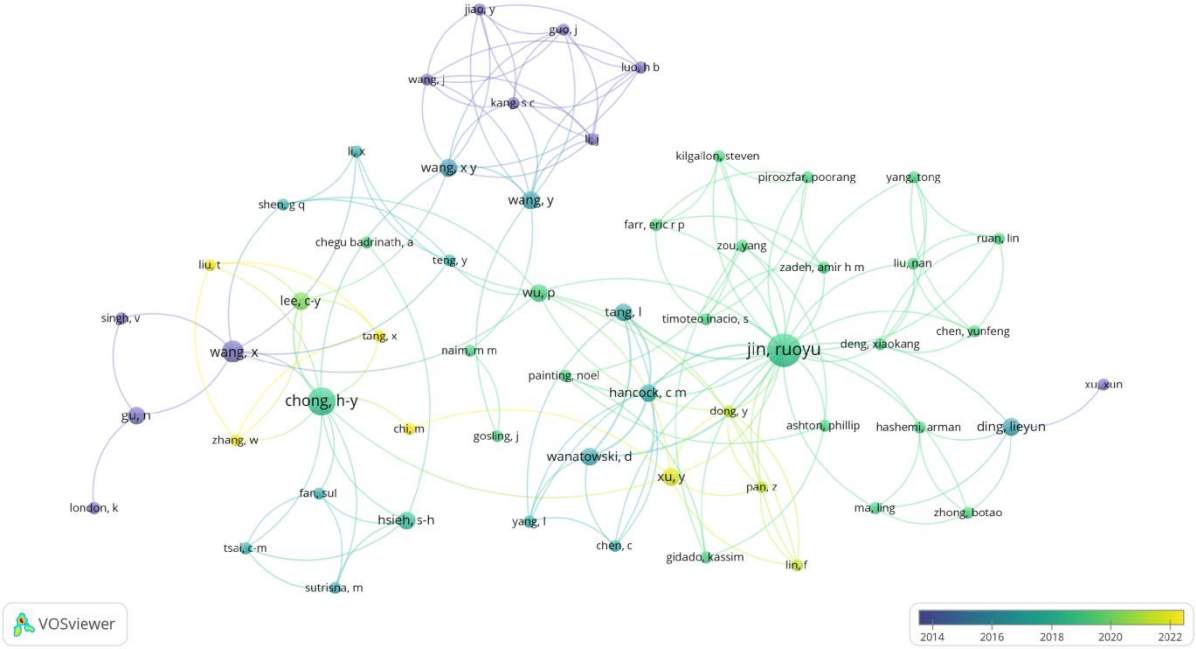
A Figura 53 representa um filtro no universo inicial, e mostra a maior rede interconectada de coautoria, contendo 58 autores que publicaram ao menos 1 vez no universo pesquisado. A variação de cores indica o agrupamento em “clusters”, conjunto de coautores conectados entre si, geralmente contendo um mesmo autor principal (círculo maior) responsável pela interconexão. Já a Figura 54 representa o registro temporal desses autores, conforme escala de cor já apresentada.

Figura 53 - Maior rede de autores da RSL Internacional que possuem ligações de coautoria entre si



Fonte: O autor, software VOSViewer (2022).

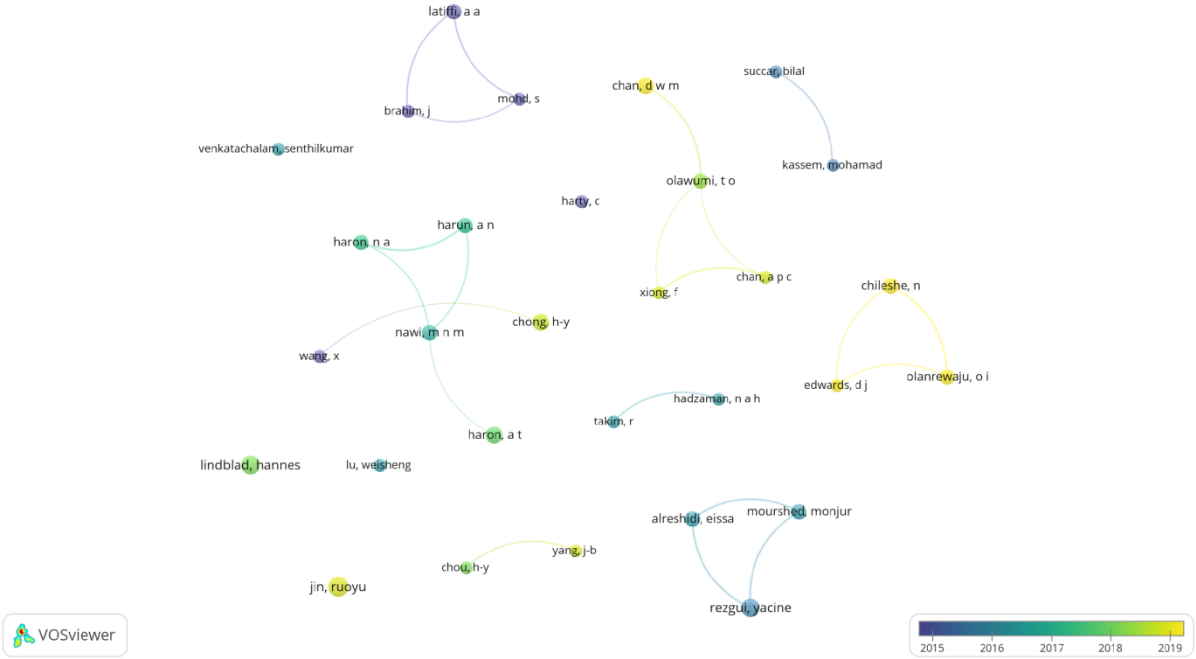
Figura 54 - Visualização temporal maior rede de coautoria, RSL Internacional



Fonte: O autor, software VOSViewer (2022).

Um outro filtro aplicado ao universo inicial foi a limitação de, no mínimo, 3 publicações por autor, a fim de se verificar os autores com maiores constâncias de publicações acerca do tema. Esse filtro resultou no mapeamento de 30 autores e pode ser verificado na Figura 55. Além das ligações de coautoria é possível verificar também na figura o registro temporal dos autores, em escala de cor.

Figura 55 - Rede de coautoria da RSL Internacional, autores que possuem ao menos 3 publicações



Fonte: O autor, software VOSViewer (2022).

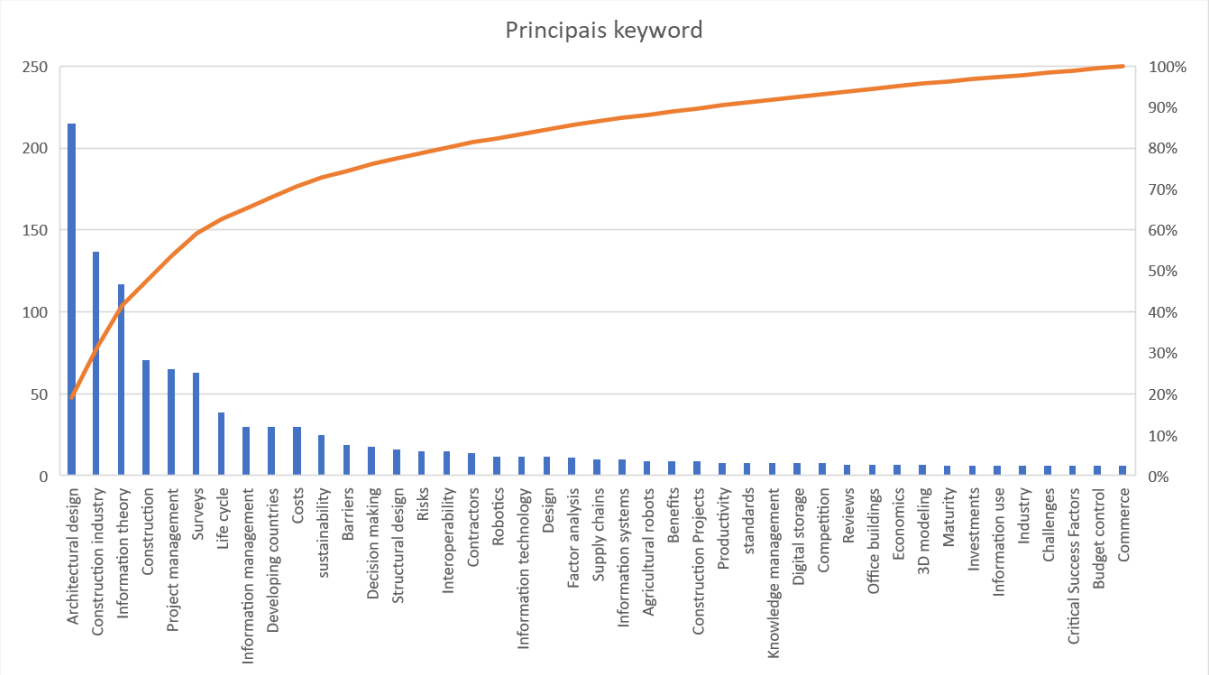
iv. Quanto às palavras-chaves

A fim de verificar quais as áreas de estudo que se relacionam com o tema, foi realizado um levantamento da frequência de palavras chaves. Nesta etapa foram também mapeadas as redes de coocorrência de palavras-chaves através de Ego-Graph.

Realizando a exclusão das próprias strings que foram utilizadas nas buscas das publicações (Quadro 19); considerando apenas palavras com recorrência maior que 5 aparições; e aglutinando os termos semelhantes em termo único, foi possível verificar as áreas de pesquisa que mais relacionam-se com implementação BIM na administração pública na situação mundial.

Na Figura 56 é possível notar que as cinco primeiras palavras mapeadas no ranking correspondem a 50% do total de palavras, são elas: Projeto Arquitetônico, Indústria da Construção, Teoria da Informação, Construção e Gerenciamento de Projetos.

Figura 56 - Distribuição de frequência das Palavras-chave



Fonte: O autor (2022).

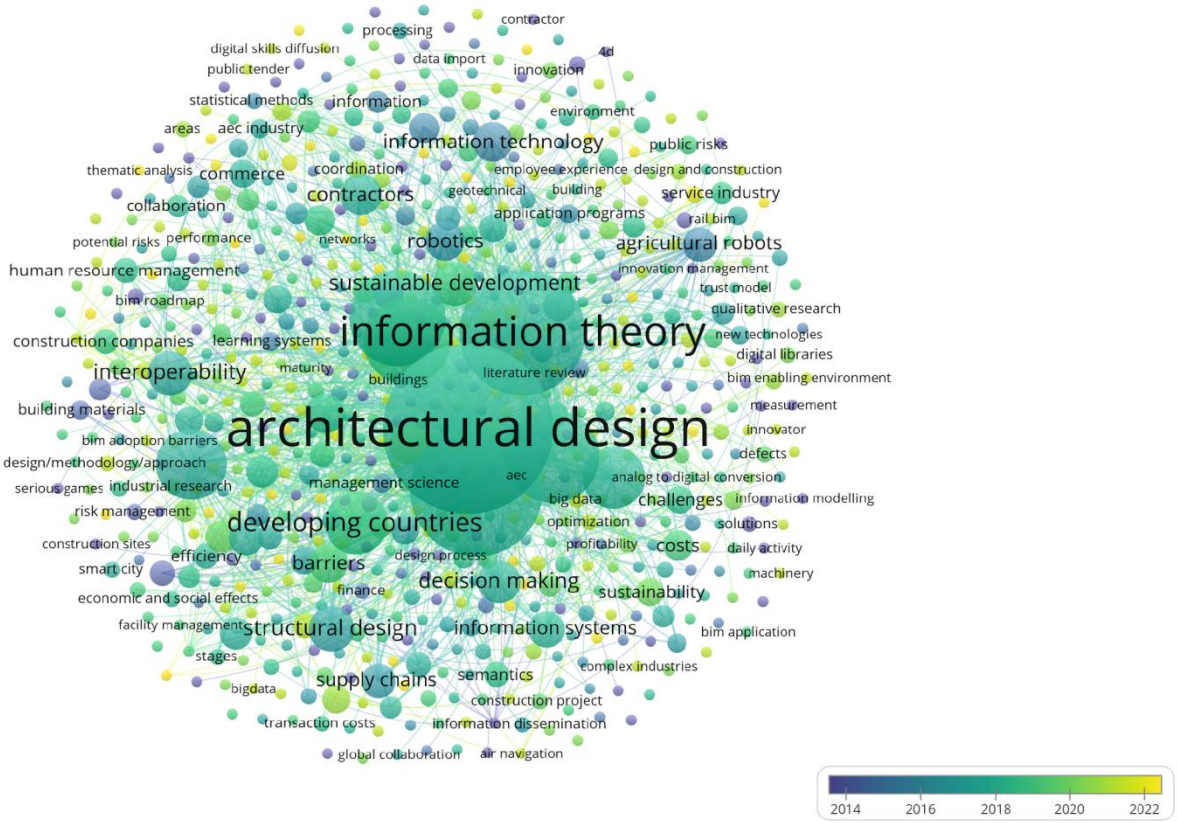
- Ego-Graphs de coocorrência de palavras-chaves

A Figura 57 mostra o universo de 752 palavras-chaves mapeadas, já excetuando-se os próprios termos pesquisados (Quadro 19). As palavras são representadas através de círculos, quanto maior o círculo maior a quantidade de coautoria que o autor participa. Ainda na Figura 57 é possível verificar o registro histórico dos autores, em

escala de cores, sendo os círculos mais azuis, autores com publicações mais antigas, e os círculos mais amarelos, publicações mais recentes.

Para melhor visualização da rede de coocorrência alguns filtros foram realizados no universo inicial quanto à quantidade mínima de ocorrências de cada palavra-chave, e a interconexão entre elas.

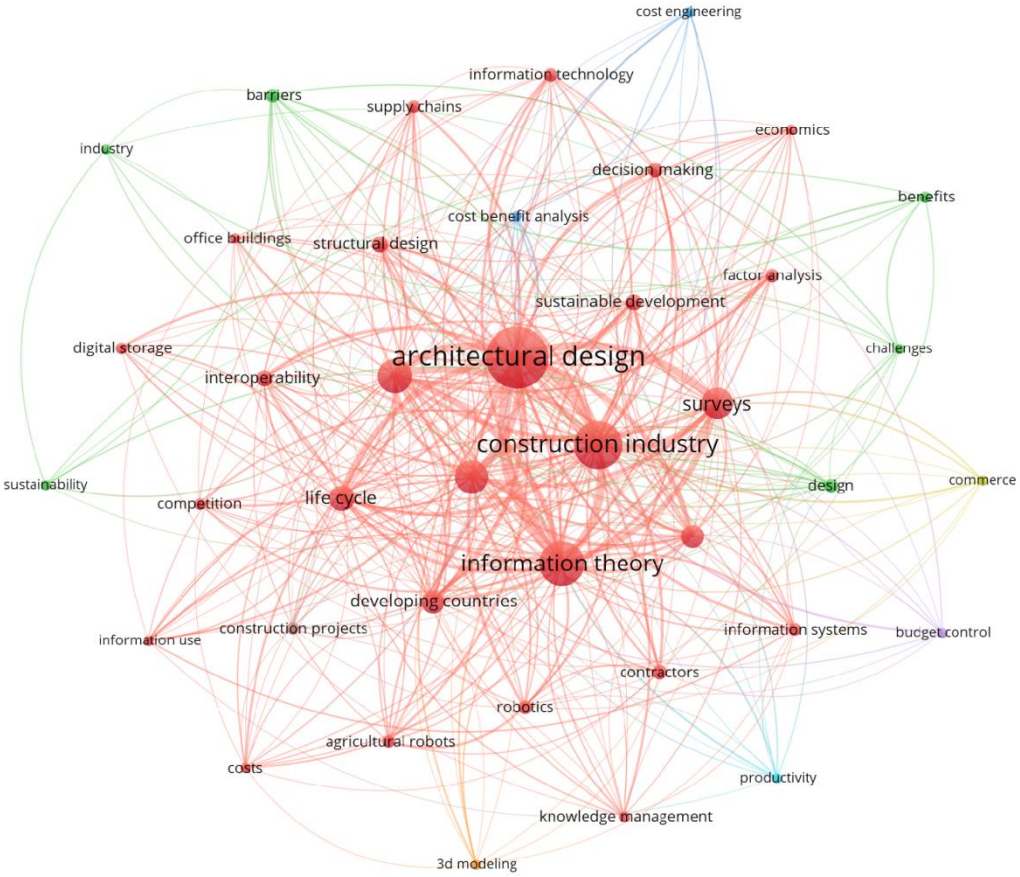
Figura 57 - Universo de palavras-chaves das RSL Internacional, contendo 752 elementos



Fonte: O autor, software VOSViewer (2022).

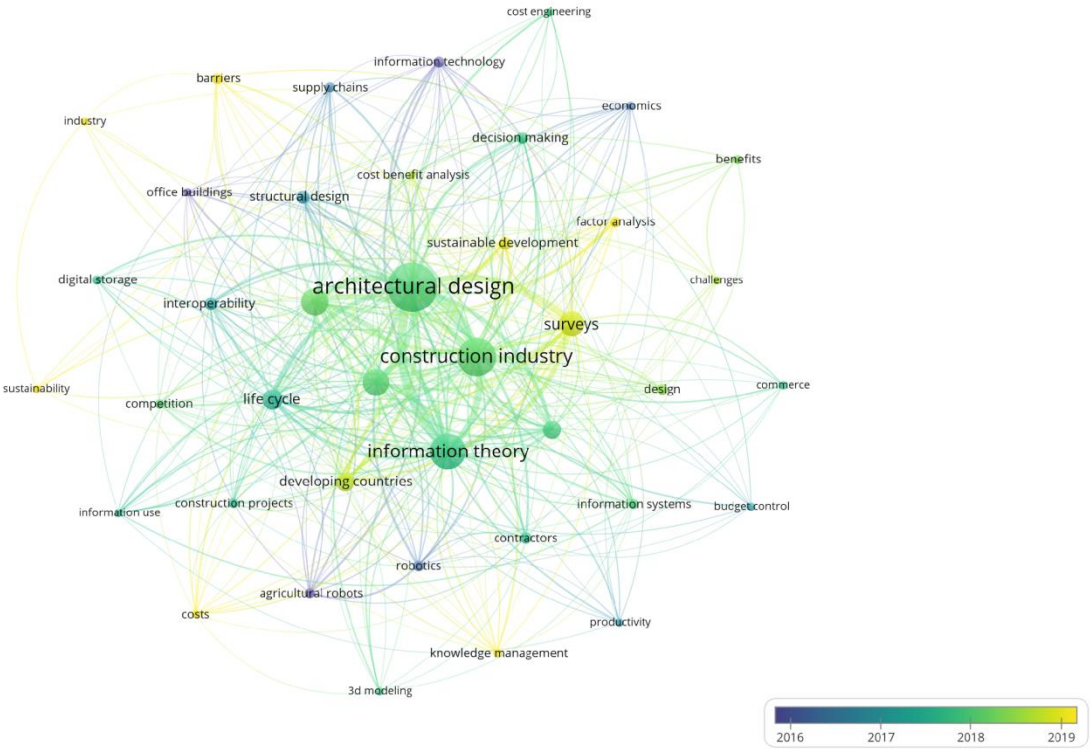
A Figura 58 representa um filtro no universo inicial, e mostra a rede interconectada de coocorrência de palavras-chaves, contendo 40 palavras, agrupadas em 8 clusters. A variação de cores indica o agrupamento em “clusters”, conjunto de coautores conectados entre si, geralmente contendo uma mesma palavra-chave principal (círculo maior) responsável pela interconexão. Já a Figura 59 representa o registro temporal dessas palavras, conforme escala de cor já apresentada.

Figura 58 - Rede interconectada de palavras-chaves, contendo 40 itens



Fonte: O autor, software VOSViewer (2022).

Figura 59 - Rede de coocorrência de palavras-chaves com registro temporal



Fonte: O autor, software VOSViewer (2022).

e) Lista das pesquisas elegíveis na RSL Internacional (324 resultados)

ITEM	TÍTULO	ANO
1	Why Building Information Modelling and why now: Literacy study of BIM implementation in architecture	2020
2	What is the state of digital architectural design ?	2008
3	What is BIM? A Need for A Unique BIM Definition	2019
4	Web services and ontologies for building data	2012
5	Visual and Virtual Production Management System for Proactive Project Controls	2021
6	Virtual Building Permitting Framework for the State of Florida: Data Collection and Analysis	2019
7	Virtual Australia and New Zealand (VANZ): Creating a piece of Digital Earth	2014
8	Value Analysis in Construction Projects with BIM implementation: A Systematic Review	2021
9	Using the Arup BIM maturity measure to demonstrate bim implementation in practice	2016
10	Using a tam-toe model to explore factors of building information modelling (Bim) adoption in the construction industry	2020
11	Uses of building information modelling for overcoming barriers to a circular economy	2021
12	Users-orientated evaluation of building information model in the Chinese construction industry	2014
13	Understanding the science of virtual design and construction: What it takes to go beyond building information modeling	2015
14	Understanding the Effect of BIM Capability Imbalance on Opportunistic Behavior: The Case of the Chinese Construction Market	2022
15	Understanding BIM Adoption in the AEC Industry: The Case of Jordan	2017
16	Understanding and facilitating BIM adoption in the AEC industry	2010
17	Translating building legislation into a computer-executable format for evaluating building permit requirements	2016
18	Translating building information modelling: A study of the BIM implementation process at a large Swedish client organisation	2016
19	Transformation of Malaysian Construction Industry with Building Information Modelling (BIM)	2016
20	TOWARDS EFFECTIVE PROJECT DOCUMENTATION, TRANSPARENCY, and DATA-DRIVEN DECISION-MAKING through BIM-BLOCKCHAIN BASED APPLICATIONS	2021
21	Towards digitizing the construction industry: State of the art of construction 4.0	2019
22	Towards a strategic roadmap for a successful bim implementation in the Egyptian community	2020

23	Toward process-aware building information modeling for dynamic design and management of construction processes	2012
24	To BIM or not to BIM, This is NOT the Question - How to Implement BIM Solutions in Large Design Firm Environments	2006
25	The way forward for Building Information Modelling (BIM) for contractors in Malaysia	2014
26	The State of the Art of Finnish Building Product Modelling Methodology	2005
27	The role of the industry's cultural-cognitive elements on actors' intention to adopt BIM: anempirical study in Peru	2021
28	The role of managing knowledge and information in BIM implementation processes in the Czech Republic	2018
29	The role of interoperability dimensions in building information modelling	2021
30	The potential use of BIM through an electronic submission: A preliminary study	2018
31	The potential of Building Information Modelling (BIM) for improving productivity in Singapore construction	2015
32	The Obstructions that hamper the use of BIM in China and its solutions	2014
33	THE MALAYSIAN GOVERNMENT'S INITIATIVE IN USING BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) IN CONSTRUCTION PROJECTS	2014
34	The level of Building Information Modelling (BIM) Implementation in Malaysia	2021
35	The Issues and Considerations Associated with BIM Integration	2016
36	The implementation of stakeholder management and Building Information Modelling (BIM) in UK construction projects	2018
37	The impact of employee experience in uptake of company collaborative tool	2015
38	The impact of BIM application on construction delays and cost overrun in developing countries	2019
39	The IFC standard - A review of history, development, and standardization	2012
40	The construction workers preference and acceptance of innovations in data provision: A stated choice experiment study in the Netherlands	2021
41	The construction of BIM application value system for residential buildings' design stage in China based on traditional DBB mode	2017
42	The challenges and trends of building information modelling (BIM) for construction and resources sectors	2014
43	The BIM-Based Building Permit Process: Factors Affecting Adoption	2022
44	THE BARRIERS AND STRATEGIES OF IMPLEMENTING BIM IN SAUDI ARABIA	2017
45	The architectural design process: an intuitive modeling in BIM's parametric design	2009
46	The analysis of barriers to bim implementation for industrialized building construction: A China study	2021

47	Testing a Measurement Model of BIM Potential Benefits in Iraqi Construction Projects	2017
48	Systemic BIM Adoption: A Multilevel Perspective	2021
49	System dynamics modelling for BIM adoption in Thai architectural and engineering design industry	2017
50	Surveying BIM in the lebanese construction industry	2013
51	SURVEY OF ACCOMPLISHMENTS IN BIM IMPLEMENTATION IN CROATIA, THE CZECH REPUBLIC, GERMANY, AND SLOVENIA	2017
52	Supplier-led enterprise change management within the AEC sector	2011
53	Successful implementation of design assist on a large California hospital project	2010
54	Subjective benefit evaluation model for immature BIM-enabled stakeholders	2019
55	Study on benefits and barriers of implementing Building Information Modelling (BIM) in Malaysian construction industry	2018
56	Structuring a BIM Service Scoping, Tendering, Executing, and Wrapping-Up (STEW) Guide for Public Owners	2022
57	Strategies of BIM Application with Traditional Project Delivery Method: A Case of Building Construction Industry in Pakistan	2020
58	Status of BIM implementation in the Dominican Republic construction industry an empirical study	2021
59	State of the art of the use of BIM for resolution of claims in construction projects	2019
60	Smart Contracts for Decentralised Building Information Modelling	2020
61	Scientometric analysis of BIM-based research in construction engineering and management	2019
62	Role of an innovation community in supporting bim deployment: The case of buildingsmart norway	2019
63	Review of building information modeling (BIM) application in construction industry	2019
64	Review and Prospect of BIM Policy in China	2017
65	Research on digital collaborative management model of engineering projects based on BIM and IPD	2021
66	Research on application of BIM technology in construction project	2011
67	Requirements for cloud-based BIM governance solutions to facilitate team collaboration in construction projects	2018
68	Relational contracting and its combination with the bim methodology in mitigating asymmetric information problems in construction projects	2021
69	Reflection on BIM Development Practices at the Pre-maturity	2015
70	Reducing non-value-adding bim implementation activities for building projects in singapore: Leading causes	2021

71	Receptiveness for change: The case of a public client	2017
72	Recent developments with the use of the BIM method in Europe	2019
73	Re(de)fining project delivery with life cycle BIM	2017
74	Public clients ability to drive industry change: the case of implementing BIM	2021
75	Project management in office: BIM implementation	2021
76	Productization and product structure enabling BIM implementation in construction	2022
77	Probability of Winning the Tender When Proposing Using BIM Strategy: A Case Study in Saudi Arabia	2021
78	Prioritization of risks related to BIM implementation in brazilian public agencies using fuzzy logic	2021
79	Preliminary study impact of building information modelling use in Malaysia	2014
80	Preliminary contractual framework for BIM-enabled projects	2017
81	Potential improvement of building information modeling (BIM) Implementation in Malaysian construction projects	2016
82	Possibility of applying bim in syrian building projects	2018
83	Perspectives on BIM profession of bim specialists and non-BIM specialists: Case study in Vietnam	2020
84	Pecularities of BIM adoption in Armenia	2019
85	Overview of BIM integration into the Construction Sector in European Member States and European Union Acquis	2020
86	Optimization of the design process in construction projects by the implementation of the A360 collaboration tool	2020
87	Needs and technology adoption: Observation from BIM experience	2015
88	Multiple holistic case study of project-level building information modelling (BIM) adoption in Nigeria	2022
89	Moving from static to dynamic measures of BIM success	2015
90	Modelling the relationship between Building Information Modelling (BIM) implementation barriers, usage and awareness on building project lifecycle	2022
91	Modelling the Impact of Building Information Modelling (BIM) Implementation Drivers and Awareness on Project Lifecycle	2021
92	Mixed approach to government BIM implementation policy: An empirical study of Taiwan	2018

93	Misconception about the use of the standard method of measurement in developing countries: A ghanaian perspective	2007
94	Mining implicit 3D modeling patterns from unstructured temporal BIM log text data	2017
95	Minimizing delays in the Jordanian construction industry by adopting BIM technology	2017
96	Meta-Standard for Collaborative BIM Standards: An Analysis of UK BIM Level 2 Standards	2018
97	Mapping the knowledge domains of Building Information Modeling (BIM): A bibliometric approach	2017
98	Mapping the field of Building Information Modeling(BIM) based on bibliometric analysis	2020
99	Mapping out BIM Contract Conditions by Way of a Comparative Study	2021
100	Management of contractual risks in a BIM-enabled project	2021
101	Management of Collaborative BIM Data by Federating Distributed BIM Models	2017
102	Macro-BIM adoption: Conceptual structures	2015
103	Macro BIM adoption: Comparative market analysis	2017
104	Longitudinal Study of BIM Adoption by Public Construction Clients	2020
105	Levels of BIM compliance for model handover	2018
106	Legal Aspects Connected to the Use of BIM in the Danish Building Sector	2016
107	La implementación de la Metodología Building Information Modeling (BIM) para edificios existentes en Chile	2017
108	Knowledge Extraction and Discovery Based on BIM: A Critical Review and Future Directions	2022
109	Key performance indicator on benefits of BSC-based BIM and validation methods	2013
110	Key Parameters Featuring BIM-LCA Integration in Buildings: A Practical Review of the Current Trends	2020
111	Key constraints to optimal and widespread implementation of bim in the South African construction industry	2017
112	Issue of Building Information Modelling Implementation into the Czech Republic's Legislation using the Level of Development	2017
113	Is BIM adoption advantageous for construction industry of Pakistan?	2014
114	Investment, returns, and risk of building information modeling (BIM) implementation in Indonesia’s construction project	2019
115	Investigation of the current usage of BIM capabilities by large-sized building contractors in Kenya based on theory of innovation diffusion	2022

116	Investigation of individual perceptions towards BIM implementation-a Chongqing case study	2019
117	Investigating the potential of BIM to address project delivery issues	2017
118	Investigating the barriers to building information modeling (BIM) implementation within the Nigerian construction industry	2020
119	Investigating BIM Implementation Barriers and Issues in Pakistan Using ISM Approach	2020
120	Interpreted Information Exchange: Systematic Approach for BIM to Engineering Analysis Information Transformations	2016
121	Interactive learning in UK construction practice: Examining the role of BIM process standards	2014
122	Integration of BIM work culture for improving global project collaboration productivity	2018
123	Integrating BIM with building performance analysis in project life-cycle	2019
124	Integrated project delivery with BIM: A methodical approach within the UK consulting sector	2021
125	Innovation strategy or policy pressure? The motivations of BIM adoption in Chinas AEC enterprises	2022
126	Initial Study on Building Information Modeling Adoption Urgency for Architecture Engineering and Construction Industry in Indonesia	2018
127	Implementing innovation: A stakeholder competency-based approach for BIM	2014
128	Implementing building information modeling in public works projects in Ireland	2012
129	Implementing a bim collaborative workflow in the UK construction market	2018
130	Implementation of Building Information Modelling (BIM) in Malaysia: A Review	2017
131	Implementation of Building Information Modeling on Construction Site: Addressing the Technology Gap	2020
132	Implementation of Building Information Modeling (BIM) in Pakistan Construction Industry	2018
133	Implementation of an interoperable process to optimise design and construction phases of a residential building: A BIM Pilot Project	2016
134	Implementation framework for BIM adoption and project management in public organizations	2019
135	Impact of Contractual Flexibility on BIM-Enabled PPP Project Performance during the Construction Phase	2022
136	Impact of Building Information Modeling Implementation on the Acceptance of Integrated Delivery Systems: Structural Equation Modeling Analysis	2017

137	Impact of BIM-related factors affecting construction project performance	2021
138	Identifying key factors for building information modelling adoption in Singapore	2015
139	Identification of Critical Success Factors (CSFs) of BIM Software Selection: A Combined Approach of FCM and Fuzzy DEMATEL	2021
140	Human-Organization-Technology Fit Model for BIM Adoption in Construction Project Organizations: Impact Factor Analysis Using SNA and Comparative Case Study	2022
141	How to adopt BIM in the building construction sector across greece?	2020
142	Gamification and BIM; Teaching the BIM Method through a Gamified, Collaborative Approach	2020
143	Future proofing PPPs: Life-cycle performance measurement and Building Information Modelling	2015
144	Framework for Building Information Modeling Adoption Based on Critical Success Factors from Brazilian Public Organizations	2021
145	Formulating a Strategic Plan for BIM Diffusion within the AEC Italian Industry: The Application of Diffusion of Innovation Theory	2021
146	Features of the Organization of Construction with the Use of Technologies of Information Modeling	2017
147	Factors influencing integrated project delivery in publicly owned construction projects: An information modelling perspective	2014
148	Factors Influencing BIM Integration with Emerging Technologies: Knowledge Coupling Perspective	2022
149	Factors for effective BIM governance	2017
150	Factors affecting BIM implementation: evidence from countries with different income levels	2022
151	Factors affecting BIM implementation in post-conflict low-income economies: the case of Afghanistan	2021
152	FACTOR ANALYSIS OF BIM ADOPTION IN THE THAI ARCHITECTURAL AND ENGINEERING DESIGN INDUSTRY	2017
153	Facilitators and barriers in applying building information modeling (Bim) for construction industry	2021
154	Facilitating Building Information Modelling (BIM) using Integrated Project Delivery (IPD): A UK perspective	2019
155	Exploring the need for a BIM governance model: UK construction practitioners' perceptions	2014
156	Exploring the Adoption of Building Information Modeling in the Bahraini Construction Industry	2020
157	Exploring the Adoption of BIM in the UAE Construction Industry for AEC Firms	2016

158	Exploring Building Information Modeling (BIM) Awareness in Sarawak Construction Industry	2020
159	Exploring behavioural factors for information sharing in BIM projects in the Malaysian construction industry	2019
160	Exploring barriers in implementing building information modeling: A preliminary study	2017
161	Experiences of Building Information Modelling (BIM) adoption in various countries	2017
162	Existing practices of building information modeling (BIM) implementation in the public sector	2016
163	Examining the quality and management of non-geometric building information modelling data at project hand-over	2019
164	Examining critical perspectives on Building Information Modelling (BIM) adoption in New Zealand	2021
165	Evolutionary game analysis of BIM adoption among stakeholders in PPP projects	2021
166	Evolution in the intellectual structure of BIM research: a bibliometric analysis	2017
167	Evaluation of Industry Foundation Classes for practical Building Information Modeling interoperability	2013
168	Evaluating award-winning BIM projects using the National Building Information Model Standard Capability Maturity Model	2012
169	Establishing the Level of BIM implementation - A Case Study in Melaka, Malaysia	2019
170	Enhancing BIM Performance in EPC Projects through Integrative Trust-Based Functional Contracting Model	2018
171	Empirical Study of BIM Implementation-Based Perceptions among Chinese Practitioners	2017
172	Empirical Approach to Identify Operational Critical Success Factors for BIM Projects	2019
173	Effects of Contractual and Relational Governances on BIM Collaboration and Implementation for Project Performance Improvement	2022
174	Dynamics of the level of BIM application in Russia in 2017-2019	2020
175	Drivers for implementation of building information modeling (BIM) within the Nigerian construction industry	2021
176	Digitalization of legacy building data preparation of printed building plans for the BIM process	2018
177	Development of Building Information Modelling in China: A Review of Policy Trends	2019
178	Development of a benchmarking model for BIM implementation in developing countries	2019
179	Developing a Process Model of Building Information Modelling Localization	2020

180	Developing a building information modeling based performance management system for public private partnerships	2020
181	Developing a BIM-enabled building lifecycle management system for owners: Architecture and case scenario	2021
182	Determining the level of development for BIM implementation in large-scale projects: A multi-case study	2021
183	Desafíos y propuestas para la implementación de Building Information Modeling en Chile	2012
184	Demystifying construction project time-effort distribution curves: BIM and Non-BIM comparison	2015
185	Current use of building information modelling within australian aec industry	2013
186	Cultural orientations and strategic capability for the adoption of building information modeling in construction firms	2021
187	Critical Success Factors of Building Information Modeling Implementation	2017
188	Critical Success Factors for the Implementation of Building Information Modeling (BIM) among Construction Industry Development Board (CIDB) G7 Contractors in the Klang Valley, Malaysia	2020
189	Critical success factors for implementing building information modelling (BIM): A longitudinal review	2018
190	Critical success factors for building information modelling (BIM) implementation in Hong Kong	2019
191	Critical success factors for BIM implementation: a Malaysian case study	2020
192	Critical success factors (CSFs) of BIM implementation for collaboration based on system analysis	2014
193	Critical Strategies for Enhancing BIM Implementation in AEC Projects: Perspectives from Chinese Practitioners	2020
194	Critical review of studies on building information modeling (BIM) in project management	2018
195	Creation of an evolutive conceptual know-how framework for integrative building design	2011
196	Cost-benefit analysis of Building Information Modeling implementation in building projects through demystification of time-effort distribution curves	2014
197	Control, surveillance and the 'dark side' of BIM	2012
198	Contribution to the study of collaborative working in BIM-based projects in the context of public works	2017
199	Contractual issues for Building Information Modelling (BIM)-based construction projects: An exploratory case study	2019
200	Contractual Aspects in the Utilisation of Level Two Building Information Modelling (BIM) within Malaysian Public Construction Projects	2019

201	Contractors perception of the factors affecting building information modelling (BIM) adoption in the Nigerian construction industry	2014
202	Content validity of governing in Building Information Modelling (BIM) implementation assessment instrument	2018
203	Conceptual Framework and Roadmap Approach for Integrating BIM into Lifecycle Project Management	2018
204	Comparative Study of BIM Acceptance between Korea and the United States	2016
205	Comparative analysis of drivers to BIM adoption among AEC firms in developing countries: A case of Nigeria	2020
206	Collaboration in BIM-based construction networks: a qualitative model of influential factors	2022
207	Cloud-based BIM governance platform requirements and specifications: Software engineering approach using BPMN and UML	2016
208	Cloud BIM Governance Framework for Implementation in Construction Firms	2022
209	Clients role in promoting BIM implementation and innovation in construction	2020
210	Characteristics and Dynamics of BIM Adoption in China: Social Network Analysis	2022
211	Changes in the BIM service provision of top BIM companies: A five-year longitudinal study	2017
212	Challenges to the utilization of BIM in the Palestinian construction industry	2017
213	Challenges of migrating from desktop-based BIM in construction	2016
214	Challenges of Building Information Modelling (BIM) from the Malaysian Architect's Perspective	2019
215	Challenges of BIM implementation in GCC construction industry	2022
216	Challenges and barriers of building information modeling adoption in the Saudi Arabian construction industry	2020
217	Building information modelling: Procurement procedure	2021
218	Building Information Modelling in Morocco: Quo Vadis?	2021
219	Building Information Modelling in Indonesia: Knowledge, Implementation and Barriers	2020
220	Building information modelling in Denmark and Iceland	2013
221	Building information modelling demystified: does it make business sense to adopt BIM?	2009
222	Building Information Modelling as an Opportunity and Risk for Stakeholders Involved in Construction Investment Process	2017
223	Building Information Modelling adoption in the European Union: An overview	2019
224	Building information modeling: Why? What? How?	2018
225	Building information modeling: Analyzing noteworthy publications of eight countries using a knowledge content taxonomy	2015
226	Building information modeling: A report from the field	2016

227	Building information modeling to support the management of the built environment	2020
228	Building information modeling in the architectural design phases: And why compulsory BIM can provoke distress among architects	2009
229	Building Information Modeling for Participatory Decisionmaking Processes	2020
230	Building Information Modeling Body of Knowledge. I: Background, Framework, and Initial Development	2018
231	Building information modeling as a tool for prevention of design defects	2021
232	Building Information Modeling and Architectural Practice	2010
233	Building information modeling acceptance and readiness assessment in Taiwanese architectural firms	2017
234	BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) ROLES IN THE MALAYSIAN CONSTRUCTION INDUSTRY	2014
235	Building Information Modeling (BIM) partnering framework for public construction projects	2013
236	Building information modeling (BIM) in Malaysian construction industry: Benefits and future challenges	2018
237	Building information modeling (BIM) in Brazil's architecture, engineering and construction (AEC) industry a review and a bibliometric study	2017
238	Building information modeling (BIM) barriers in Africa versus global challenges	2020
239	Building Information Deduced: State and potentials for Information query in Building Information Modelling	2004
240	Bridging the digital divide gap in BIM technology adoption	2018
241	Black boxing BIM: the public clients strategy in BIM implementation	2019
242	BIMReL: A new BIM object library using Construction Product Regulation attributes (CPR 350/11; ZA annex)	2019
243	BIM: The setback or solution to project cost issues in Malaysia construction industry?	2020
244	BIM use and requirements among building owners	2012
245	Bim standardisation efforts - The case of Sweden	2015
246	Bim roadmap strategic implementation plan: Lesson learnt from Australia, Singapore and Hong Kong	2015
247	Bim requirements in the spanish public tender—analysis of adoption in construction contracts	2021

248	BIM Project Execution Plan for Infrastructure Superintendence (SINFRA) of the Federal University of Pernambuco: presentation of a case study	2020
249	BIM model-based design delivery: Tideway East, England, UK	2017
250	BIM Investment, Returns, and Risks in China's AEC Industries	2017
251	BIM in the Saudi Arabian construction industry: state of the art, benefit and barriers	2021
252	BIM in Europe: Innovation networks in the construction sectors of Sweden, France and the UK	2015
253	BIM Implementation Practices at India's AEC Firms	2014
254	BIM Implementation in Public Sector of Pakistan Construction Industry	2018
255	Bim implementation challenges for latvian construction industry	2020
256	BIM implementation and organisational change: A case study of a large Swedish public client	2015
257	BIM implementation - Global strategies	2014
258	BIM guidelines review for public post-secondary institutions	2018
259	Bim execution process of construction companies for building projects	2017
260	BIM divide: an international comparative analysis of perceived barriers to implementation of BIM in the construction industry	2021
261	BIM business value for asset owners: key issues and challenges	2021
262	BIM as a change driver in public organizations	2017
263	BIM Application in the whole life cycle of construction projects in China	2018
264	BIM AND PUBLIC ADMINISTRATION The Brazilian Case	2017
265	BIM Adoption under Government Subsidy: Technology Diffusion Perspective	2020
266	Benefits of Building Information Modelling in the Project Lifecycle: Construction Projects in Asia	2014
267	Benefit Evaluation of Implementing BIM in Construction Projects	2017
268	Benchmarking BIM levels of training and education amongst construction management practitioners	2016
269	Beginning of Real Wide us of BIM Technology in Czech Republic	2019
270	Based on game model to design of building information modeling application policy	2014
271	Barriers to Implement Building Information Modeling (BIM) in Construction Industry: A Critical Review	2021
272	Barriers to BIM implementation strategies in China	2019
273	Barriers to bim implementation in architecture, construction, and engineering projects: the Polish study	2021
274	Barriers of Adoption Building Information Modeling (BIM) in Construction Projects of Iraq	2018
275	Barriers in bim adoption and the legal considerations in Vietnam	2021
276	Awareness of BIM adoption in Brunei	2017
277	Awareness and challenges of building information modelling (BIM) implementation in the Yemen construction industry	2019

278	Asymmetric Evolutionary Game Analysis of Building Information Modeling (BIM) Technology Diffusion	2021
279	Assessment of Competency Requirements for the Implementation of Building Information Modeling in the Nigerian Construction Industry	2020
280	Assessment of building information modeling uptake in the management of construction projects	2019
281	ASSESSING THE FEASIBILITY OF USING BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM) TO IMPROVE COLLABORATION ON PUBLIC SECTOR PROJECTS IN THE ZAMBIAN CONSTRUCTION INDUSTRY	2017
282	Assessing supplier capabilities to exploit building information modelling	2019
283	Assessing Strategies of Building Information Modeling (BIM) Implementation in Sarawak Construction Industry	2020
284	Applications of building information model (BIM) in Malaysian construction industry	2018
285	Application of Cloud Storage on BIM Life-Cycle Management	2014
286	Analyzing the Driving Factors of BIM Adoption Based on the Perception of the Practitioners in Indian Construction Projects	2022
287	Analyzing BIM protocols and users surveys in Japan: To understand the current Japanese bim environment, through the comparison with different countries	2018
288	Analytic hierarchy process as a tool to explore the success factors of BIM deployment in construction firms	2019
289	Analysis of a Construction Innovative Solution from the Perspective of an Information System Theory	2021
290	Analysing BIM implementation in the Egyptian construction industry	2021
291	An overview of BIM adoption barriers in the Middle East and North Africa developing countries	2021
292	An overview of benefits and challenges of building information modelling (BIM) adoption in UK residential projects	2019
293	An Investigation of Contractual Requirements for BIM Adoption in the Brazilian Public Sector	2021
294	An investigation into BIM uptake among contracting firms: an empirical study in Nigeria	2021
295	An industrial report on the Malaysian building information modelling (BIM) taskforce: Issues and recommendations	2015
296	An exploratory study: Building information modelling execution plan (BEP) procedure in mega construction projects	2016
297	An exploratory study on the building information modeling adoption in United Arab Emirates municipal projects- current status and challenges	2017
298	An evaluation of the macro-scale adoption of Building Information Modeling in Chile: 2013-2016	2018
299	An analysis of the drivers for adopting building information modelling	2013
300	An actor–network approach to developing a life cycle bim maturity model (Lcbmm)	2021

301	Adoption of Building Information Modelling technology (BIM): Perspectives from Malaysian engineering consulting services firms	2015
302	Adoption and implementation of building information modeling (BIM) by the government in the Indonesian construction industry	2020
303	Adoption and Implementation of BIM in Canadian Construction Projects: Benefits, Challenges, and Limitations	2020
304	Adoption and implementation of BIM - case study of a Saudi Arabian AEC firm	2018
305	Achieving level 2 BIM by 2016 in the UK	2014
306	A theoretical framework of a BIM-based multi-disciplinary collaboration platform	2011
307	A Systematic Review of Construction 4.0 in the Context of the BIM 4.0 Premise	2021
308	A study on the barriers to the implementation of building information modeling	2017
309	A Scientometric Review and Metasynthesis of Building Information Modelling (BIM) Research in Africa	2019
310	A roadmap for BIM adoption and implementation in developing countries: the Pakistan case	2020
311	A Review: Application of Building Information Modelling (BIM) over Building Life Cycles	2019
312	A review of Building Information Modelling for construction in developing countries	2016
313	A Review and Scientometric Analysis of Global Building Information Modeling (BIM) Research in the Architecture, Engineering and Construction (AEC) Industry	2019
314	A PRELIMINARY REVIEW ON TRANSACTION COST COMPONENTS WITHIN THE BIM ADOPTED PROCUREMENTS	2019
315	A Preliminary Implementation Framework of Building Information Modelling (BIM) in the Algerian AEC Industry	2020
316	A multivariate regression approach toward prioritizing BIM adoption barriers in the Ethiopian construction industry	2021
317	A Literature Review on BIM Maturity in the AECO Industry	2018
318	A governance approach for BIM management across lifecycle and supply chains using mixed-modes of information delivery	2013
319	A Critical Examination of BIM Policy Mandates: Implications and Responses	2020
320	A critical analysis of Building Information Modelling systems used in construction projects	2015
321	A cost-plus estimating framework for BIM related design and engineering services	2017
322	A Comprehensive Application of BIM Modelling for Semi-underground Public Architecture: A Study for Tiantian Square Complex , Wuhan , China	2017
323	A comparative analysis of BIM standards and guidelines between UK and USA	2021
324	A causal model of BIM adoption in the Thai architectural and engineering design industry	2017

APÊNDICE B - Revisão Sistemática da Literatura (RSL) Nacional

a) Definição da base dados

Buscando conhecer o panorama da implementação BIM na administração pública a nível nacional, foi realizada uma segunda Revisão Sistemática da Literatura em revistas, conferências, teses e dissertações brasileiras.

Para as teses e dissertações foi utilizado o Catálogo de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Para as revistas foi realizada uma escolha por critério de qualidade, conforme a qualificação QUALIS 2013-2016. Para a seleção foram escolhidos *journals* de *qualis* A1, A2, B1 e B2 que correspondem às áreas de avaliação de Arquitetura, Urbanismo e Design; Engenharias I; Engenharias II; Engenharias III e Engenharias IV.

Dentre as bases de dados foram selecionadas aquelas cujos títulos, em Português, continham as palavras: “projeto”, “design”, “arqui*”, “engenharia” e “constru*” (o [*] asterisco indica qualquer cadeia de caracteres que completa a palavra, ex: “construído”, “construção”, etc).

Após a seleção verificou-se que as revistas resultantes eram todas da área de avaliação: Arquitetura, Urbanismo e Design. Os resultados podem ser verificados no Quadro 20 a seguir:

Quadro 20 – Lista de revistas utilizadas como base de dados na RSL Nacional

ISBN	TÍTULO	QUALIS
1678-8621	AMBIENTE CONSTRUÍDO (ONLINE)	A2
1984-5766	ARQ.URB	B2
1808-5741	ARQUITETURA REVISTA (UNISINOS)	B2
1414-5723	ARQUITEXTOS (SÃO PAULO ONLINE)	B1
1809-4120	CADERNOS DE PÓS GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO (MACKENZIE. ONLINE)	B2
1983-196X	ESTUDOS EM DESIGN (ONLINE)	A2
1981-1543	GESTÃO & TECNOLOGIA DE PROJETOS	B1
1980-6809	PARC - PESQUISA EM ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO (FEC-UNICAMP)	B1
2317-2762	PÓS. REVISTA DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO DA FAU USP	B1
2178-1974	REVISTA DESIGN & TECNOLOGIA	A2
1679-3498	RISCO: REVISTA DE PESQUISA EM ARQUITETURA E URBANISMO	B1

Fonte: O autor (2022).

Adicionalmente, foram selecionadas bases de dados em conferências nacionais, da Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ANTAC). Com exceção

do Encontro Nacional sobre o Ensino de BIM (ENEBIM), que possui enfoque na academia, todos os outros demais congressos da ANTAC foram utilizados como base de dados, conforme lista e recorte temporal da Quadro 21 a seguir:

Quadro 21 - Lista de conferências para base de dados na RSL Nacional

SIGLA	TÍTULO	RECORTE TEMPORAL
SBTIC	Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção	(2019, 2021)
ENTAC	Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído	(2018, 2020)
SINGEURB	Simpósio Nacional de Gestão e Engenharia Urbana	(2017, 2019, 2021)
SISPRED	Simpósio Nacional de Sistemas Prediais	(2019, 2021)
SIBRAGEC	Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção	(2019, 2021)
TECSIC	Workshop de Tecnologia de Processos e Sistemas Construtivos	(2019, 2021)

Fonte: O autor (2022).

b) Definição de string de busca

Após a realização de algumas rodadas de simulações e testes com a string de busca da RSL internacional, percebeu-se que as bases de dados nacionais retornavam poucos resultados. Assim, decidiu-se reduzir o nível de restrição da string anterior, visando ampliar a busca. Dessa maneira, os termos do Grupo 2 (Quadro 18) que tratam sobre órgãos públicos, foram retirados, e identificados nos artigos através da leitura, mantendo apenas os Grupos 1 e 3 do Quadro 18 para realizar a buscar, e, dessa vez, foram pesquisados em português. Conforme o Quadro 22 a seguir.

Quadro 22 - String de busca da RSL Nacional

GRUPO 1 (O BIM)		GRUPO 3 (IMPLEMENTAÇÃO)
Modelagem da Informação da Construção	“AND”	implement*
building information model*		implant*
BIM		adoção
STRING DE BUSCA FINAL		
(BIM OR "building information model*" OR "modelagem da informação da construção") AND (implementação OR implantação OR adoção)		
OBS.: O asterisco (*) representa qualquer cadeia de caracteres que completam a palavra (caractere curinga)		

Fonte: O autor (2022).

c) Critérios para extração e síntese de Dados

Após o protocolo de busca sintetizado na Quadro 4, do capítulo 2, a RSL nacional resultou em 81 pesquisas elegíveis.

Para a transformar os dados extraídos em informação foi realizada uma análise quantitativa estatística, denominada aqui de Análise Bibliométrica e outra qualitativa subjetiva, denominada aqui de Análise Descritiva.

Na Análise Bibliométrica foram adotados alguns critérios para sintetização e verificação, tais quais: distribuição temporal; distribuição por base de dados; frequência e rede de autoria; frequência e rede de palavras-chaves.

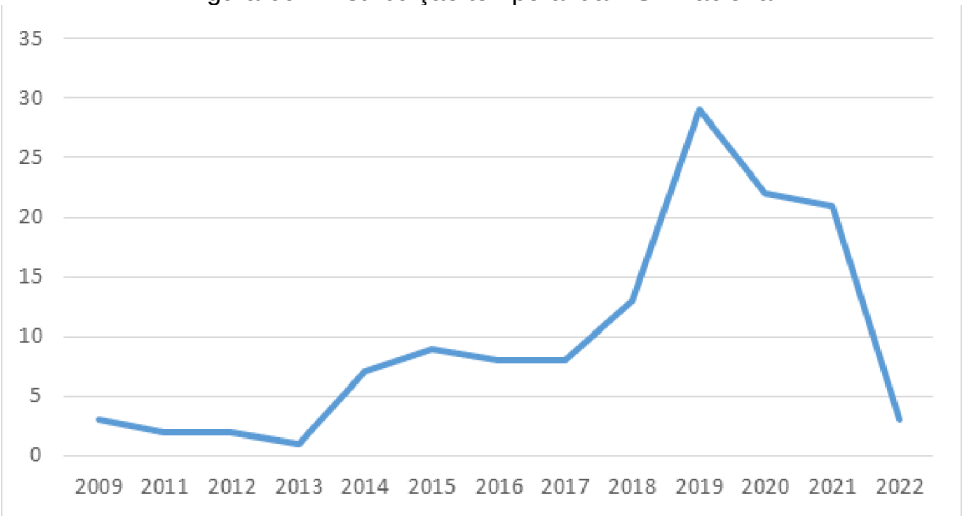
Já, na Análise Descritiva foram mapeadas as contribuições das principais pesquisas e autores acerca do tema, de forma subjetiva, procurando sintetizar conexões entre cada tópico abordado e o tema desta pesquisa. A partir deste ponto, foi realizada a técnica de pesquisa de “Bola de Neve” (Snowballing) (VINUTO, 2014), mapeando assim novos autores e novas contribuições que porventura não foram mapeadas na Revisão Sistemática em questão. Esta análise faz parte das discussões do capítulo 3.

d) Resultados Bibliométricos Nacionais

i. Quanto à distribuição temporal

A fim de verificar a tendência cronológica acerca do tema, foi realizada uma distribuição temporal das pesquisas. Conforme é possível notar na Figura 60, as publicações sobre implementação BIM possuem uma crescente tendência ao longo dos anos, com taxa de crescimento maior evidenciada entre os anos de 2017 e 2019, e redução discreta da taxa de crescimento entre 2019 e 2021. O declínio do gráfico no ano de 2022 dá-se pelo fato de que as publicações foram pesquisadas no mês de maio deste ano, não indicando a totalidade de publicações de 2022.

Figura 60 - Distribuição temporal da RSL Nacional



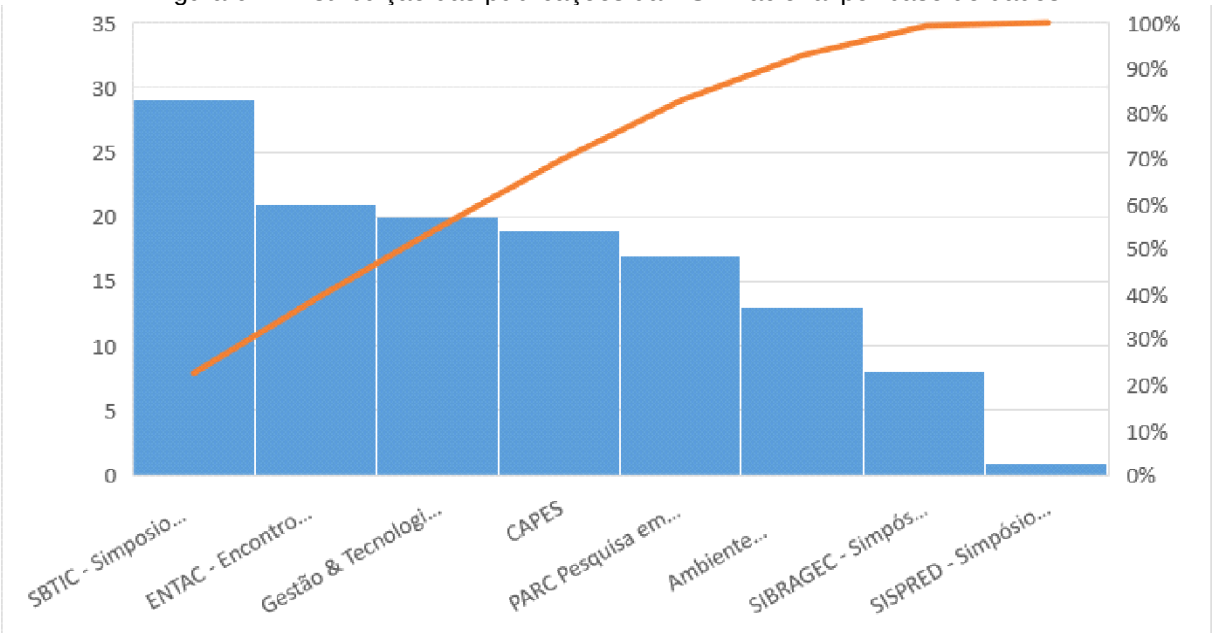
Fonte: O autor (2022).

ii. Quanto à frequência de editorial

A fim de verificar quais as bases de dados com maiores publicações no país acerca do tema, foi realizado um levantamento da frequência de autoria por editorial, no universo das pesquisas encontradas.

A Figura 61 a seguir mostra o ranking de bases de dados com maior frequência de publicações. Pela distribuição, é possível notar que o SBTIC é o simpósio com maior contribuição para o tema de implementação BIM no Brasil. Seguido do ENTAC e da revista Gestão e Tecnologias.

Figura 61 - Distribuição das publicações da RSL Nacional por base de dados



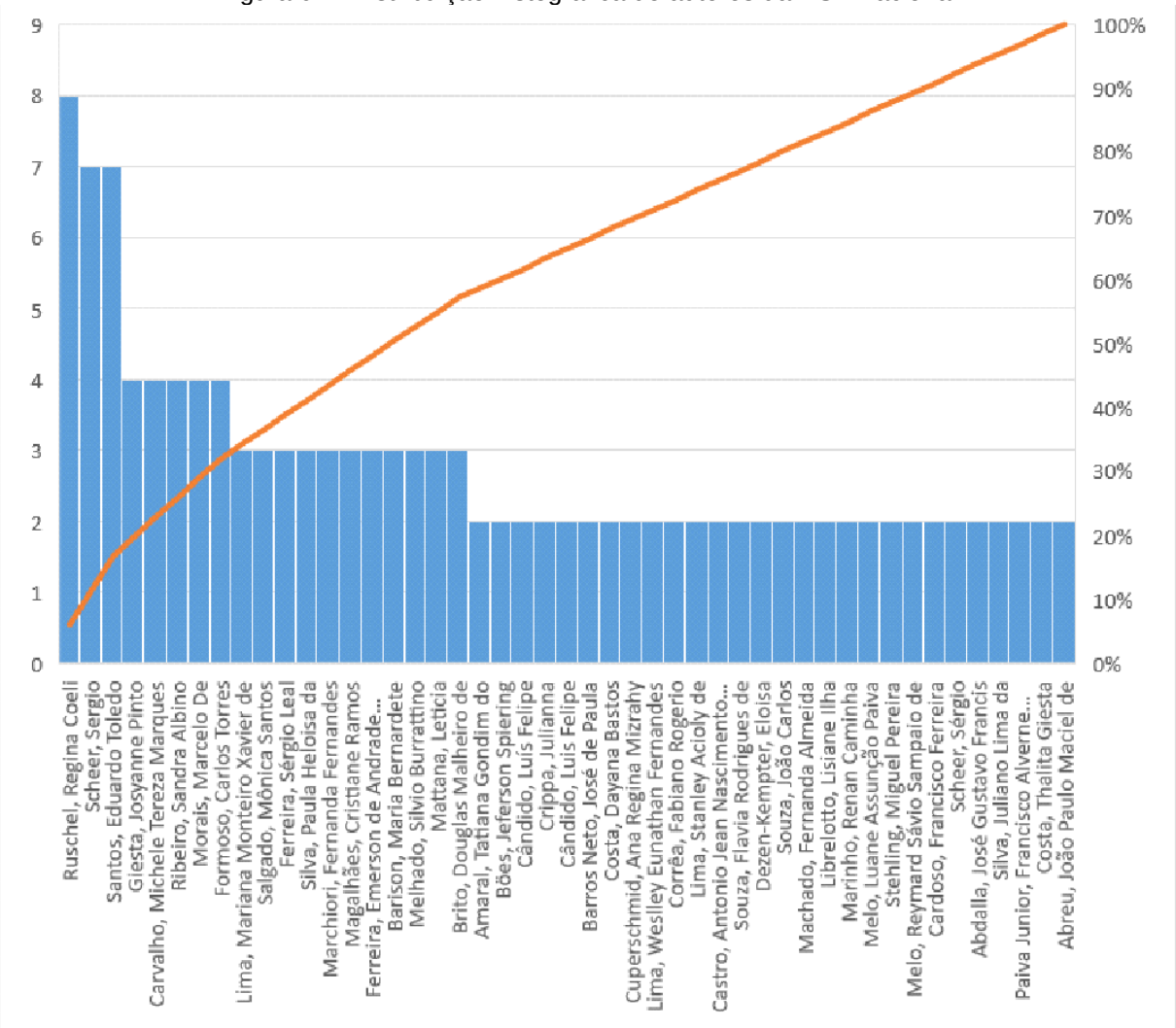
Fonte: O autor (2022).

iii. Quanto aos autores

A fim de verificar quais os autores com maior número de publicações, foi realizado um levantamento da frequência de autoria por autores, no universo das pesquisas encontradas. Nesta etapa também foram mapeadas as redes de coautoria e influência de tais autores através de Ego-Graphs.

A Figura 62 a seguir representa a distribuição dos autores nas publicações, com avaliação apenas dos autores que possuíam no mínimo 2 publicações. Os autores com apenas 1 ocorrência de publicação foram excluídos do gráfico devido a quantidade de informação. Através desta distribuição é possível verificar que os principais autores acerca de Implementação BIM no Brasil são: RUSCHEL, R. C; SCHEER, S. e SANTOS, E. T.

Figura 62 - Distribuição histográfica de autores da RSL Nacional



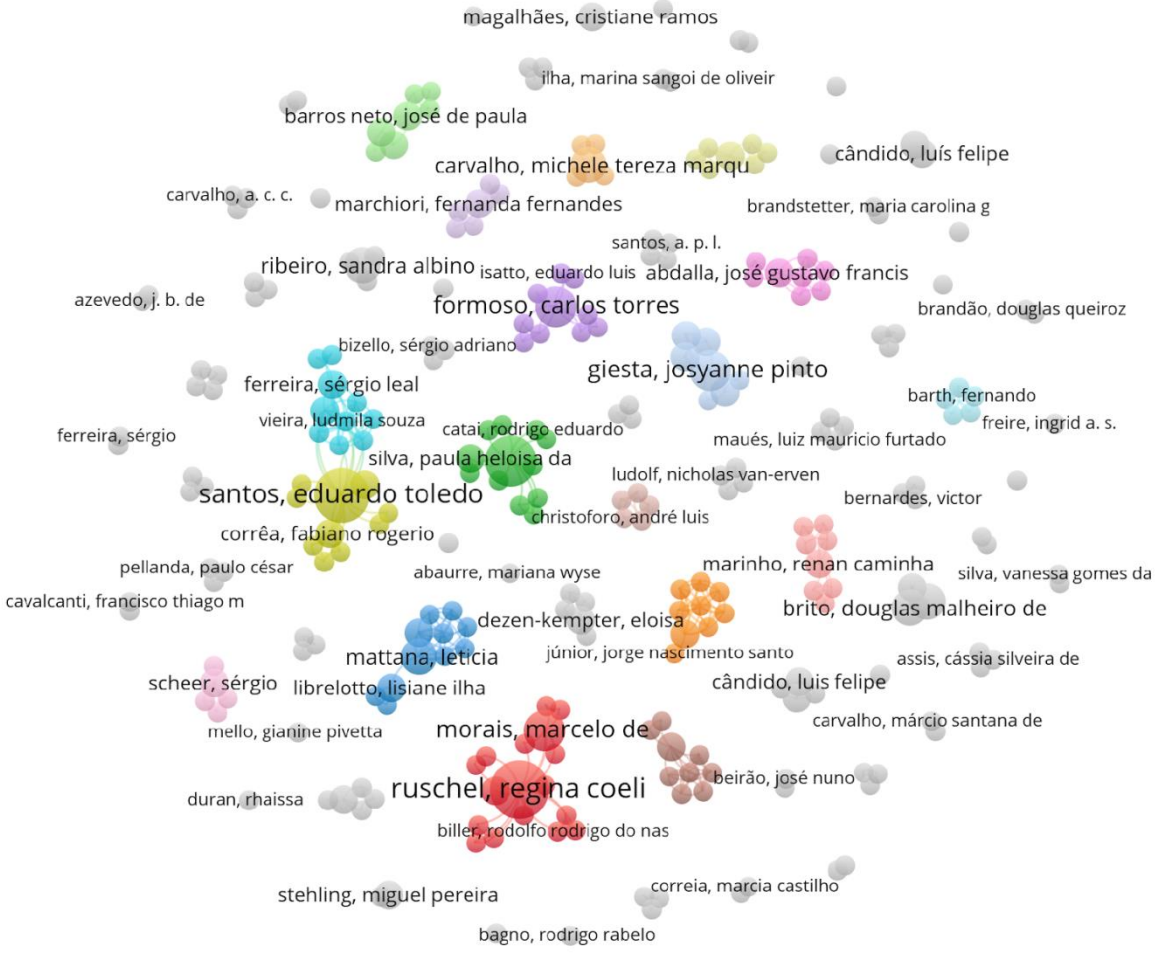
Fonte: O autor (2022).

- Ego-Graphs de coautoria

Através de um estudo bibliométrico, com auxílio dos softwares Mendeley e VOSViewer, foram desenvolvidos Ego-Graphs de coautoria das publicações pesquisadas.

A Figura 63 mostra o universo de pesquisadores mapeados, contendo 278 autores, representados através de círculos, onde, quanto maior o círculo maior a quantidade de coautoria que o autor participa.

Figura 63 - Universo de autores na RSL Nacional, contendo 278 autores



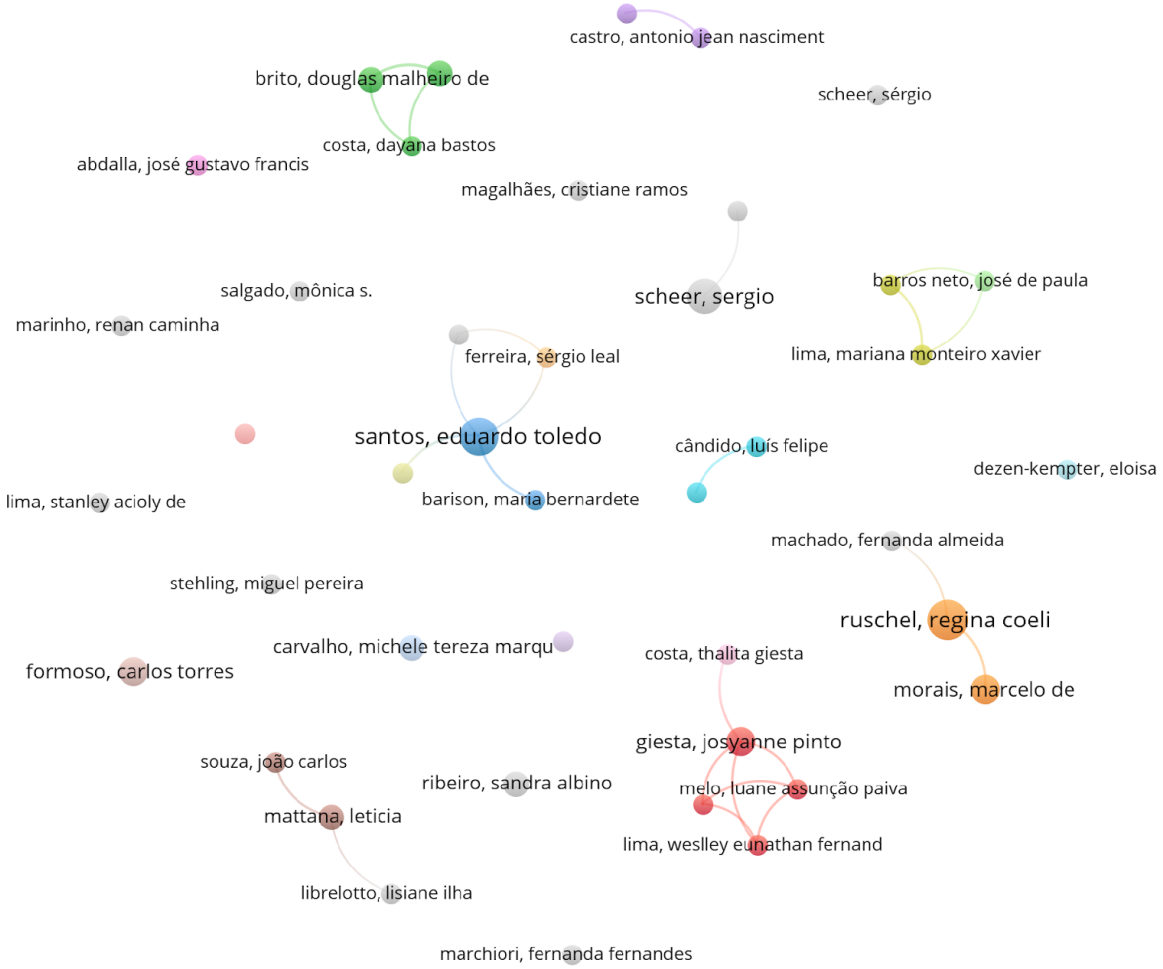
Fonte: O autor, software VOSViewer (2022).

Para melhor conhecimento e visualização da rede de coautoria, alguns filtros foram aplicados no universo pesquisado, resultando em redes visualmente mais claras, e na identificação de autores principais. Alguns filtros realizados nesta pesquisa são a quantidade mínimas de publicações por autor, e a interconexão de coautorias.

Inicialmente, foi aplicado um filtro de seleção por quantidade mínima de publicação de cada autor, a fim de se verificar quais os autores com maiores constâncias de

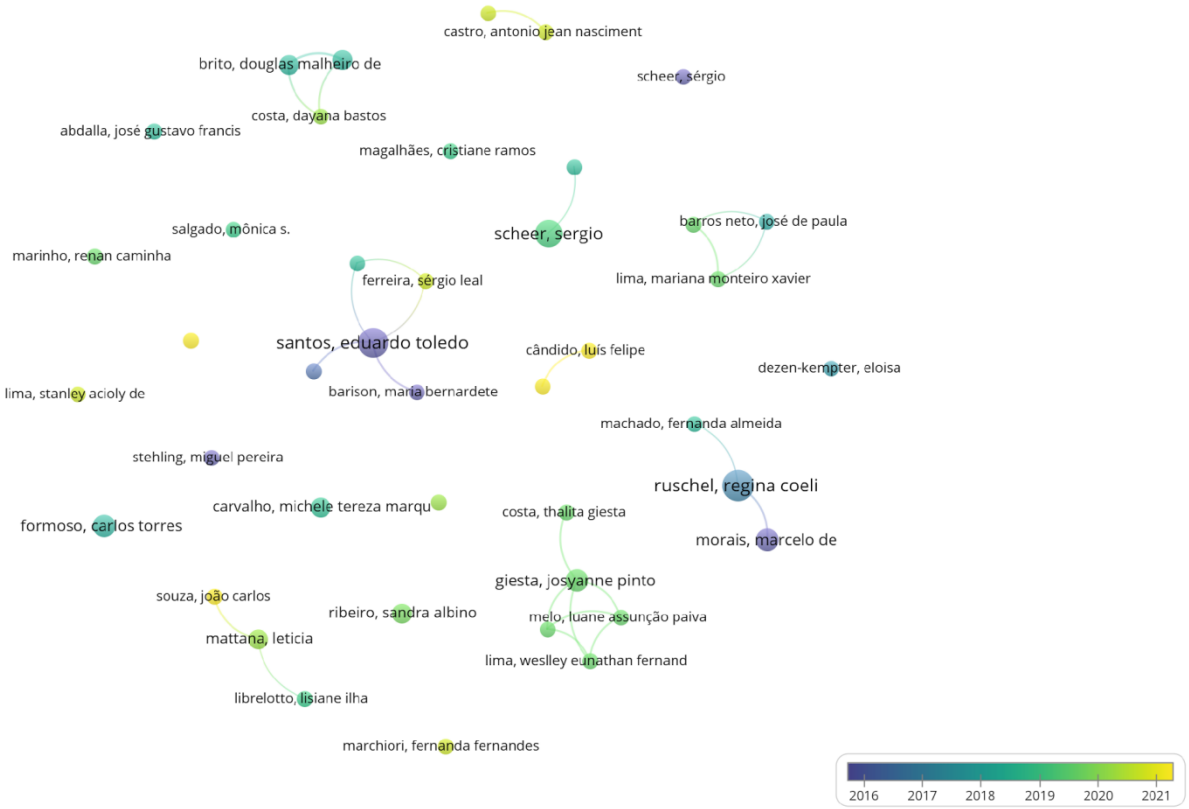
publicação. A Figura 64 mostra um Ego-Graph com 42 autores que possuem ao menos 2 publicações dentro do universo pesquisado, contudo é possível verificar que nem todos os clusters estão interconectados (nem todos os autores publicaram entre si). Já a Figura 65 representa o registro temporal dessa rede, de acordo com a escala de cores, sendo os círculos mais azuis, autores com publicações mais antigas, e os círculos mais amarelos, publicações mais recentes.

Figura 64 - Rede de coautoria de autores, ocorrência mín. 2 publicações



Fonte: O autor, software VOSViewer (2022).

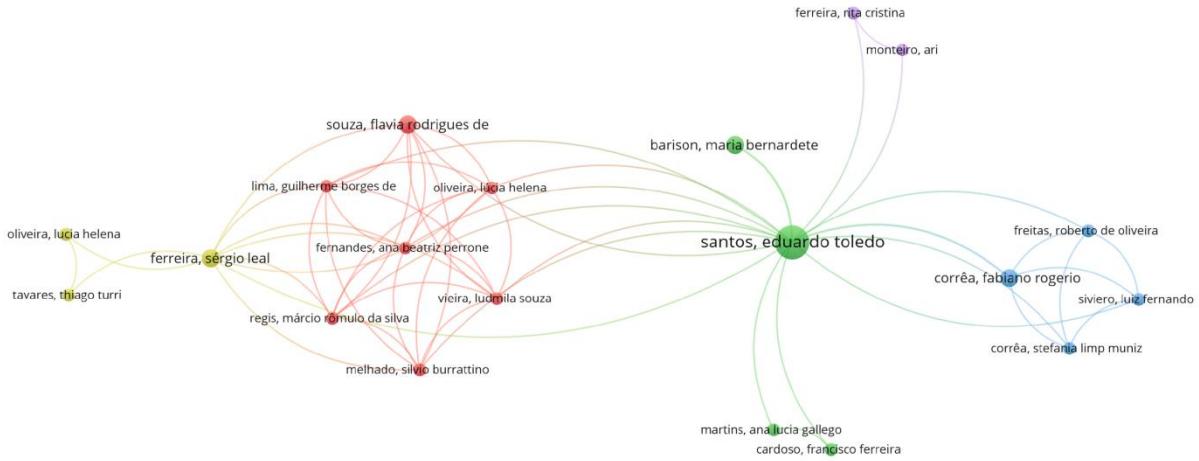
Figura 65 - Rede de coautoria de autores, ocorrência mínima de 2 publicações com registro temporal



Fonte: O autor, software VOSViewer (2022).

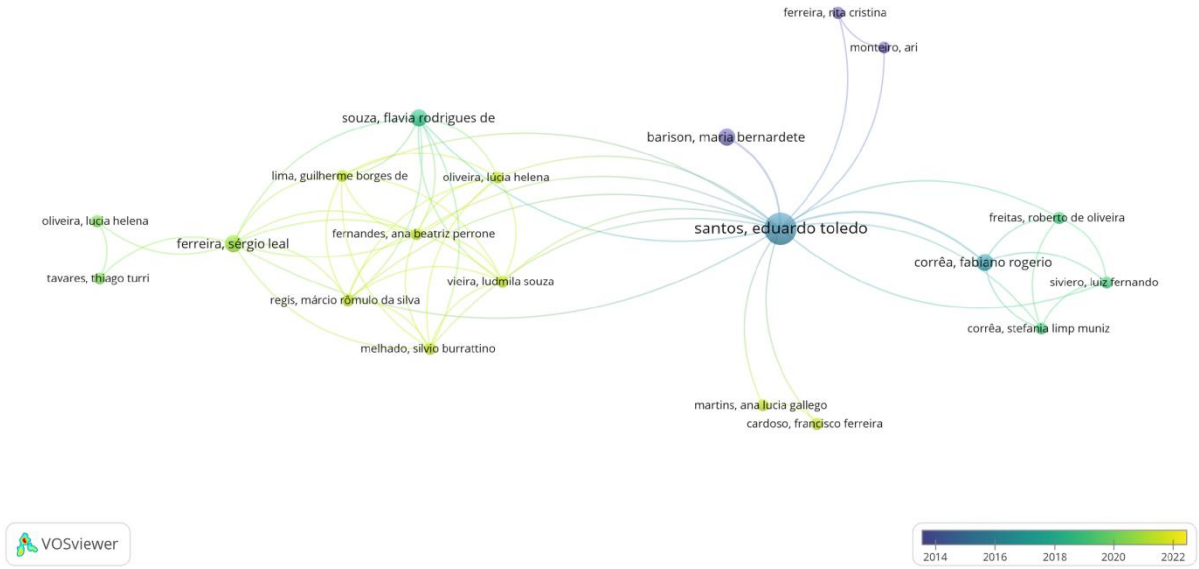
Visando verificar quais aqueles atores que publicam entre si, foi aplicado um filtro diferente no universo inicial. A seleção de autores somente interconectados entre si, ainda que tenham publicado somente uma vez. A Figura 66 representa esse filtro no universo inicial, e mostra a maior rede interconectada de coautoria, contendo 20 autores que publicaram ao menos 1 vez, agrupados em 5 clusters. A variação de cores indica o agrupamento em “clusters”, conjunto de coautores conectados entre si, geralmente contendo um mesmo autor principal (círculo maior) responsável pela interconexão. Já a Figura 67 representa o registro temporal desses autores, de acordo com a escala de cores já apresentada.

Figura 66 - Maior rede coautoria interconectada do universo pesquisado.



Fonte: O autor, software VOSViewer (2022).

Figura 67 - Maior rede de coautoria da RSL Nacional com registro temporal



Fonte: O autor, software VOSViewer (2022).

Por fim, houve a união dos dois filtros aplicados, recorrência de no mínimo 2 publicações por autor, e considerando apenas a maior rede interconectada, conforme pode ser visualizado na Figura 68. Nesta figura, há como resultado um cluster com 5 autores, além do registro da variação temporal das publicações através de escala de cor, conforme explicado anteriormente.

Figura 68 - Autores da RSL Nacional com recorrência mínima de 2 publicações, que publicam entre si.

Fonte: O autor, software VOSViewer (2022).

Em termos práticos, a Figura 68 representa a rede de coautoria com maior quantidade de autores que publicam entre si, com quantidade mínima de 2 publicações por autores, acerca do tema Implementação BIM, considerando o universo pesquisado.

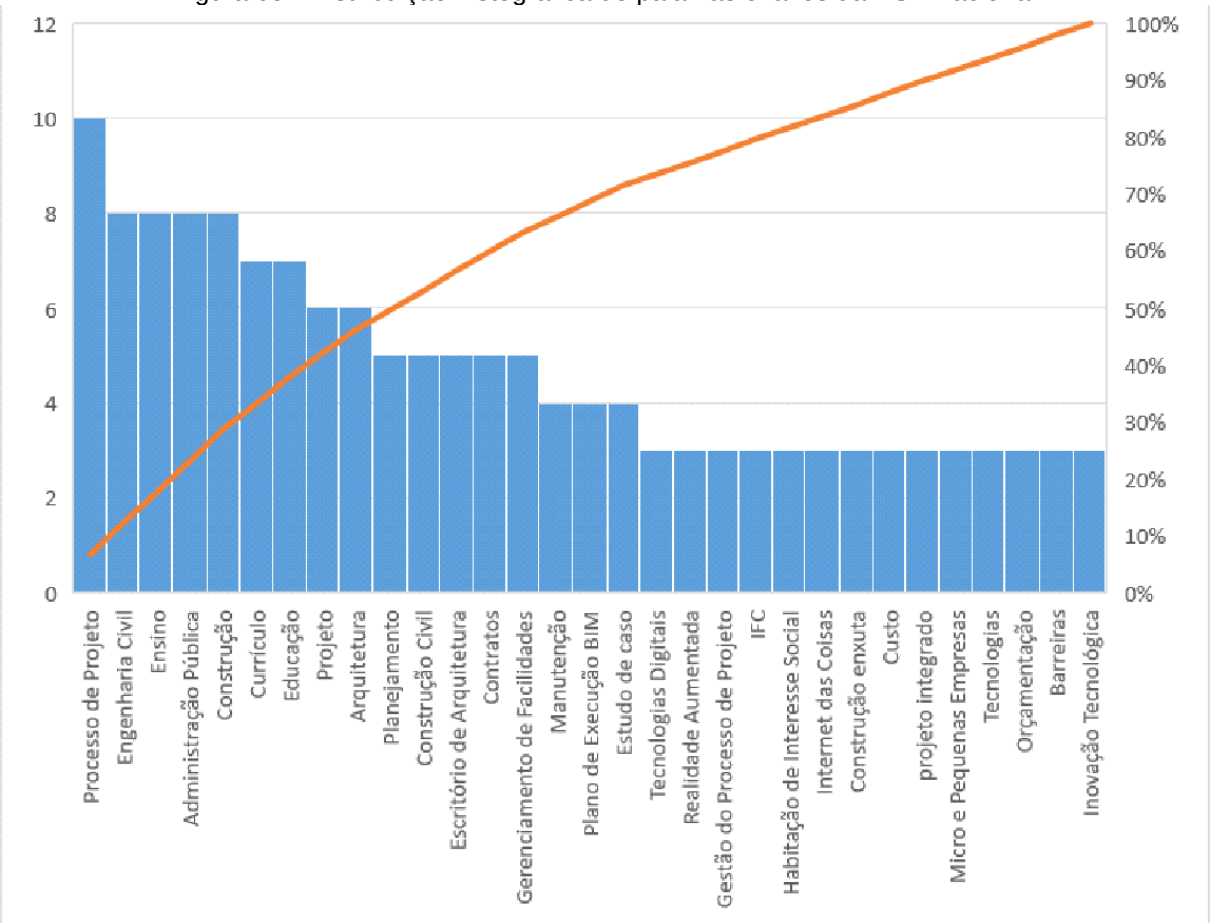
iv. Quanto às palavras-chaves

A fim de verificar quais as áreas de estudo que se relacionam com o tema, foi realizado um levantamento da frequência de palavras-chaves. Nesta etapa foram também mapeadas as redes de coocorrência de palavras-chaves através de Ego-Graphs.

Realizando a exclusão das próprias strings que foram utilizadas nas buscas das publicações (Quadro 22), e aglutinação de termos semelhantes em termo único, foi possível verificar as áreas de pesquisa que mais relacionam-se com Implementação BIM na administração pública na situação mundial.

Na Figura 69 é possível notar um gráfico de distribuição de palavras-chave, que considera apenas as palavras que tiverem pelo menos 2 ocorrências, devido ao volume de informação. É possível notar que palavras como Processo de Projeto; Administração Pública, Contratos, e Barreiras aparecem entre as destacadas.

Figura 69 - Distribuição histográfica de palavras chaves da RSL Nacional

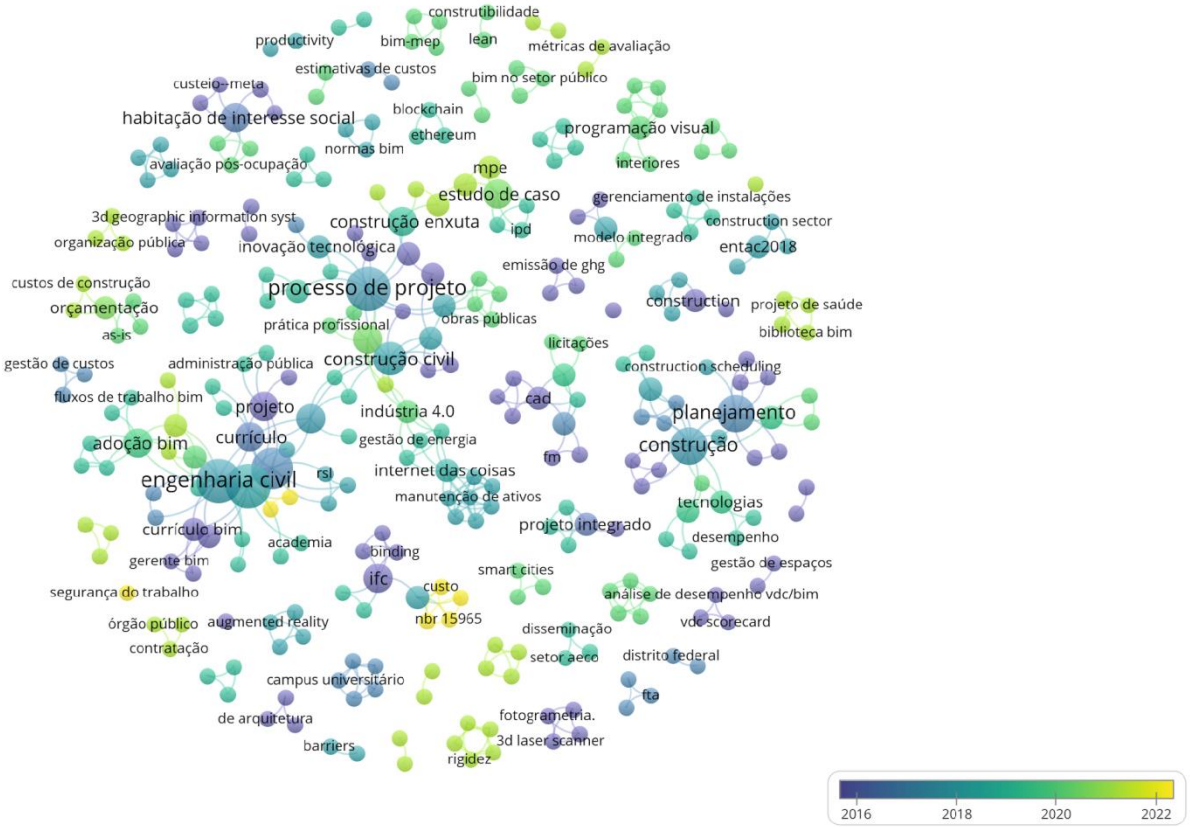


Fonte: O autor (2022).

- Ego-Graphs de coocorrência de palavras-chaves

A Figura 70 mostra o universo de 315 palavras-chaves mapeadas, já excetuando-se os próprios termos pesquisados (Quadro 22). As palavras são representadas através de círculos, quanto maior o círculo maior a quantidade de coautoria que o autor participa. Ainda na figura é possível verificar o registro histórico dos autores, em escala de cores, sendo os círculos mais azuis, autores com publicações mais antigas, e os círculos mais amarelos, publicações mais recentes.

Figura 70 - Universo de palavras-chaves da RSL Nacional, com registro temporal

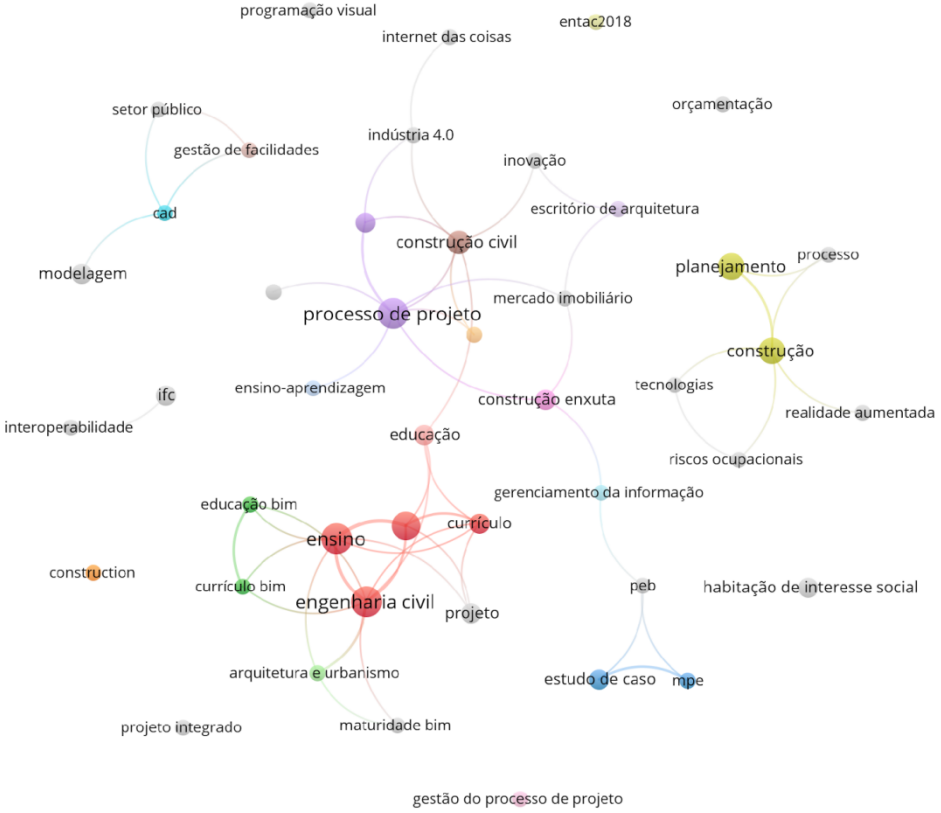


Fonte: O autor, software VOSViewer (2022).

Para melhor conhecimento e visualização da rede, alguns filtros foram aplicados no universo pesquisado, resultando em redes visualmente mais claras, e na identificação de palavras-chaves principais. Os filtros realizados nesta pesquisa são a quantidade mínima de ocorrência de palavras, e a interconexão entre estas, por meio de coocorrência.

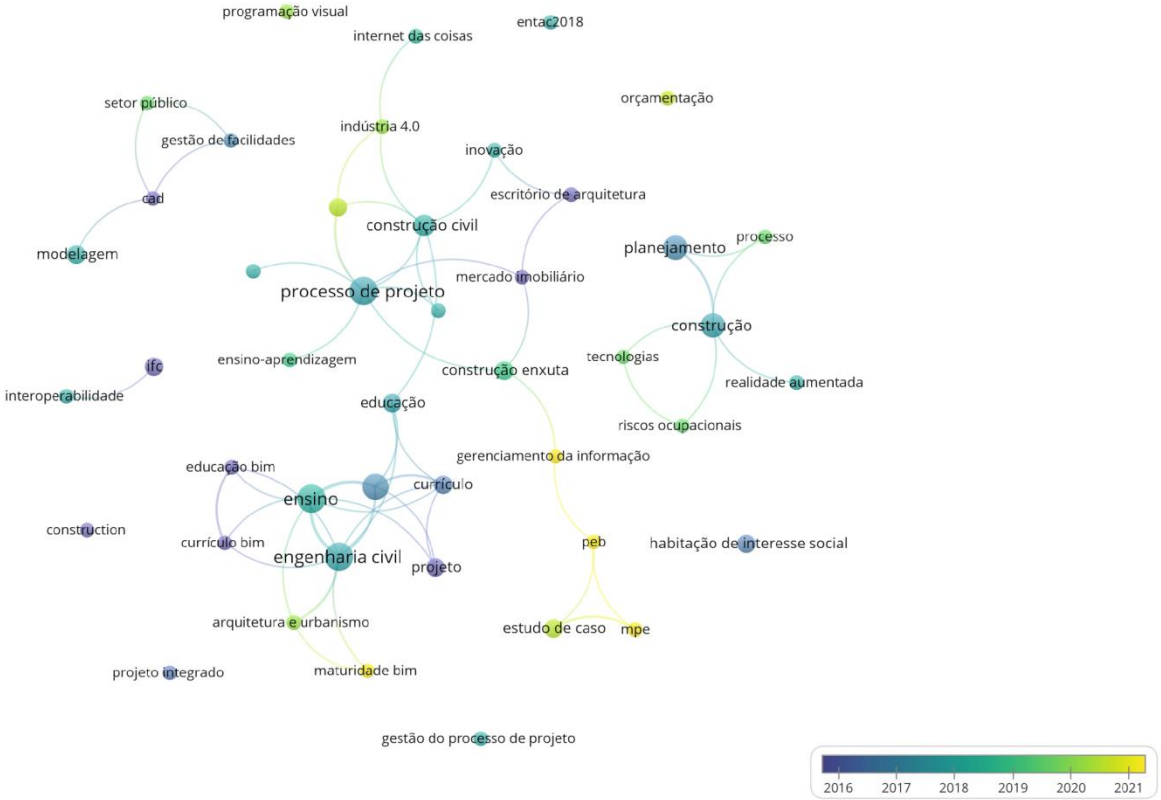
Inicialmente, foi aplicado um filtro de seleção por quantidade mínima de ocorrência de palavras, a fim de se verificar quais palavras-chaves são mais frequentes nas publicações. A Figura 71 mostra um Ego-Graph com 47 palavras-chaves que aparecem ao menos 2 vezes dentro do universo pesquisado, contudo é possível verificar que nem todos os clusters estão interconectados (nem todas as palavras possuem coocorrência entre si através dos artigos). Já a Figura 72 representa o registro temporal dessa rede, de acordo com a escala de cores, sendo os círculos mais azuis, autores com publicações mais antigas, e os círculos mais amarelos, publicações mais recentes.

Figura 71 - Palavras chaves da RSL com no mínimo 2 ocorrências



Fonte: O autor, software VOSViewer (2022).

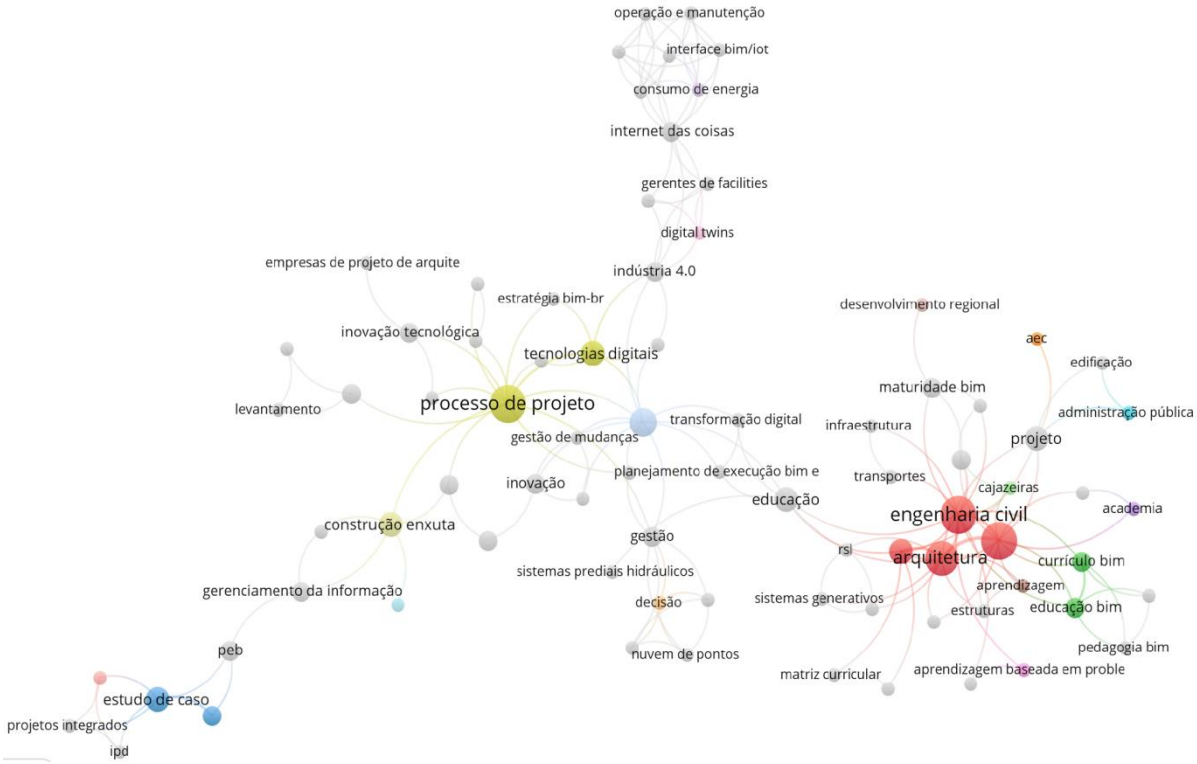
Figura 72 - Palavras chaves da RSL com no mínimo 2 ocorrências, com registro temporal



Fonte: O autor, software VOSViewer (2022).

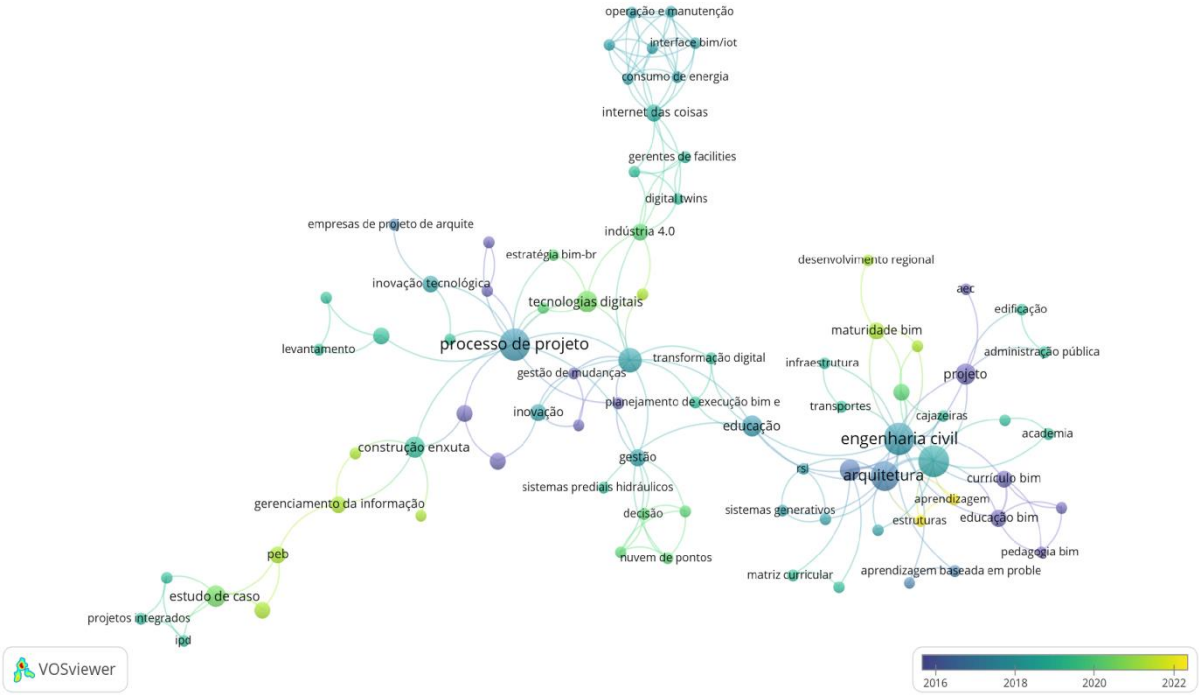
Visando verificar quais palavras-chaves relacionam-se através de artigos, foi aplicado então um filtro diferente no universo inicial. A seleção de palavras somente “interconectadas”, ainda que apareçam somente uma vez em todo universo pesquisado. A Figura 73 representa esse filtro, e mostra a maior rede de coocorrência somente com palavras-chaves interconectadas, contendo 82 palavras. A variação de cores indica o agrupamento em “clusters”, conjunto de coocorrência de palavras conectadas entre si, geralmente contendo uma mesma palavra-chave principal (círculo maior) responsável pela interconexão. Já a Figura 74 representa o registro temporal dessas palavras, conforme escala de cor já apresentada.

Figura 73 - Maior rede de coocorrência de palavras-chaves da RSL Nacional



Fonte: O autor, software VOSViewer (2022).

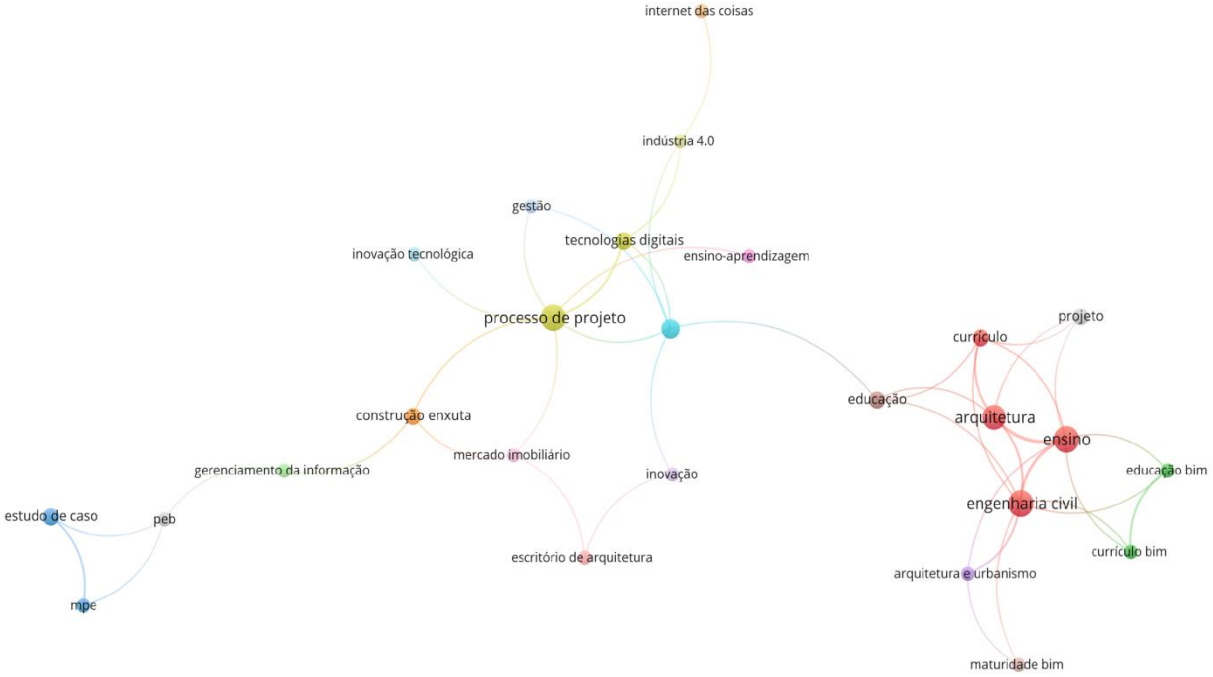
Figura 74 - Maior rede de coocorrência de palavras-chaves da RSL Nacional, com registro temporal



Fonte: O autor, software VOSViewer (2022).

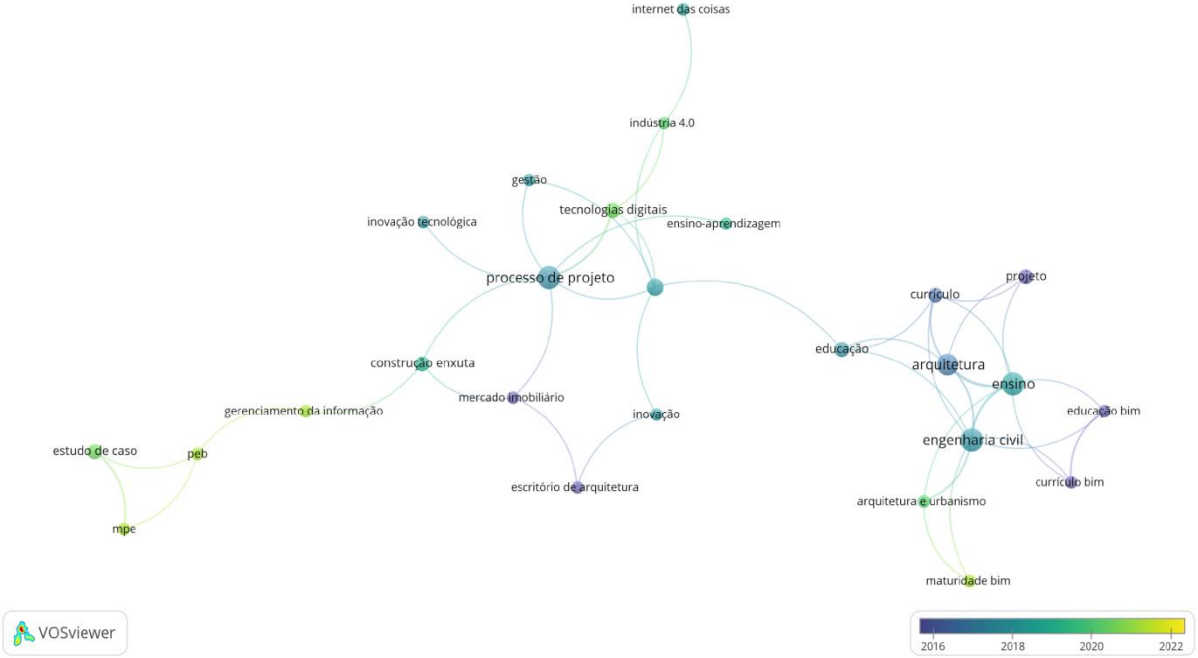
Por fim, houve a união dos dois filtros aplicados: recorrência mínima de 2 aparições, e consideração apenas de clusters interconectados, conforme pode ser visualizado na Figura 75. Nesta figura cada cluster é representado por uma cor, havendo a predominância de algumas palavras principais, responsáveis pela interconexão. Adicionalmente, a Figura 76 apresenta o registro de variação temporal dessa rede, através de escala de cor, conforme explicado anteriormente.

Figura 75 - Rede de coocorrência de palavras-chaves interconectadas, recorrência mín. 2 aparições



Fonte: O autor, software VOSViewer (2022).

Figura 76 - Rede de coocorrência de palavras-chaves interconectadas, recorrência mín. 2 aparições, e registro temporal



Fonte: O autor, software VOSViewer (2022).

e) Lista das pesquisas elegíveis na RSL Nacional (81 Resultados)

ITEM	TÍTULO	Ano
1	A INFLUÊNCIA DO BIM - BUILDING INFORMATION MODELLING NA GESTÃO DE RISCOS : MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA LITERATURA The influence of BIM - Building Information Modelling in risk management : systematic mapping of literature	2019
2	As pesquisas sobre sistemas generativos: uma revisão sistemática de literatura	2018
3	BIM 4D no planejamento de obras: detalhamento, benefícios e dificuldades	2019
4	BIM E SUA UTILIZAÇÃO COM IOT E GIS COMO UMA FERRAMENTA PARA IMPLANTAÇÃO E GERENCIAMENTO DE SMART CITIES	2020
5	BIM PARA INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES	2019
6	Building Information Modeling nos Processos de Gerenciamento de Instalações	2019
7	Contribuição de BIM para a segurança laboral na construção civil: uma revisão sistemática de literatura	2020
8	Desafios e oportunidades para a implementação de BIM e cronogramas para gerenciamento de obras	2018
9	O BIM como suporte à construtibilidade e sua relação com a construção enxuta	2020
10	O BIM na fase de Operação & Manutenção de edificações: oportunidades e desafios (Parte I)	2019
11	Diretrizes para a implementação do BIM na segurança do trabalho	2019
12	A GESTÃO DE PROJETOS E AS TECNOLOGIAS DIGITAIS: estratégia BIM-BR e tendências pós-pandemia	2020
13	A digitalização das empresas de projetos com a adoção do BIM: oportunidades e barreiras	2021
14	A introdução da Modelagem da Informação da Construção em um banco público brasileiro	2016
15	A MODELAGEM BIM A PARTIR DA TRANSCRIÇÃO DE PROJETOS EM CAD VISANDO A GESTÃO DE EDIFÍCIOS : UM EXERCÍCIO EM TREINAMENTO TÉCNICO	2019
16	Ações potenciais para implementação de BIM por organizações públicas contratantes	2021
17	Adoção BIM: um diagnóstico microrregional a partir da perspectiva de múltiplos stakeholders	2021
18	Adoção de BIM e Lean Construction: um processo para implantação da Engenharia do Conhecimento	2021
19	Alinhamento das diretrizes de Plano de Execução BIM em guias brasileiros com a ISO 19650-2:2018	2021
20	Análise comparativa do processo de orçamento de um empreendimento residencial pelo método tradicional (2D) e pela Modelagem da Informação da Construção (BIM)	2017
21	Análise comparativa entre versões de arquivos IFC utilizando a verificação de interferência	2019
22	Análise de modelos de maturidade para medição da implementação do Building Information Modeling (BIM)	2021
23	Análise de quantitativos provenientes de um modelo BIM para adequação ao processo orçamentário das empresas de construção civil	2020

24	Apoio didático ao dimensionamento de tubulações de sistemas prediais de água fria em BIM	2020
25	Avaliação da metodologia BIM através da modelagem paramétrica 3D de um projeto convencional	2014
26	Avaliação de estratégias para representação e análise do planejamento e controle de obras utilizando modelos BIM 4D	2015
27	Avaliação de papéis e mecanismos governamentais para disseminação do BIM no setor AECO	2019
28	Avaliação dos Objetivos BIM nas licitações públicas brasileiras	2020
29	BIM 4D aplicado à gestão logística: implementação na montagem de sistemas pré-fabricados de concreto Engineer-to-order	2018
30	BIM E CONTRATOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL : UM ESTUDO DAS RELAÇÕES CONTRATUAIS PARA A GESTÃO DO PROJETO REMOTO	2020
31	BIM E INTERNET DAS COISAS PARA O MONITORAMENTO DO CONSUMO DE ENERGIA DA EDIFICAÇÃO	2018
32	BIM na avaliação do ciclo de vida de edificações: revisão da literatura e estudo comparativo	2016
33	Building Information Modeling (BIM) para gestão da segurança do trabalho em obras de habitações populares	2022
34	Capela da Fazenda Veneza: análise comparativa da precisão de nuvens de pontos obtidas por diferentes ferramentas e técnicas de fotogrametria	2021
35	Caracterização da utilização do BIM no Distrito Federal	2017
36	Classificação de plataformas computacionais quanto aos usos do BIM	2021
37	Comparações entre casos tradicional e BIM sob uma perspectiva Lean	2021
38	Comparativo entre os requisitos das concessionárias de energia utilizando modelos BIM	2021
39	Considerações sobre fluxos de trabalho BIM para desenvolvimento de projetos de obras em organizações públicas	2019
40	Diagnóstico do processo de orçamento de obras no contexto brasileiro	2021
41	Diretrizes de contratação BIM para órgãos públicos: um estudo de caso	2021
42	DIRETRIZES DE MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO (BIM) EM PROJETO E PLANEJAMENTO DE EDIFÍCIOS MULTIPAVIMENTOS	2018
43	Diretrizes para implementação da modelagem BIM como apoio à Gestão de Espaços em Instituições de Ensino Superior: o caso UFPel	2016
44	Discutindo City Information Modeling (CIM) E Conceitos Correlatos	2015
45	Escaneamento 3D a laser, fotogrametria e mod- elagem da informação da construção para gestão e operação de edificações históricas	2015
46	Ferramenta informatizada de apoio à criação de documentos de diretrizes para contratação de empreendimentos em BIM	2018
47	Identificação de melhorias para integração de projetos: estudo de caso	2019
48	Identificação dos stakeholders envolvidos no processo de desenvolvimento de projetos na cadeia da construção civil do estado do Ceará: o primeiro passo para adoção do BIM.	2018
49	Impacto da adoção de BIM em Facility Management: uma classificação	2015
50	Implementação da abordagem e tecnologia BIM no processo de gestão na FIOCRUZ	2019
51	IMPLEMENTAÇÃO DA MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO (BIM) EM PROJETOS: PESQUISA E PROPOSTA DE MELHORIA NO CONTEXTO DA GOVERNANÇA, RISCO E CONFORMIDADE (GRC)	2019

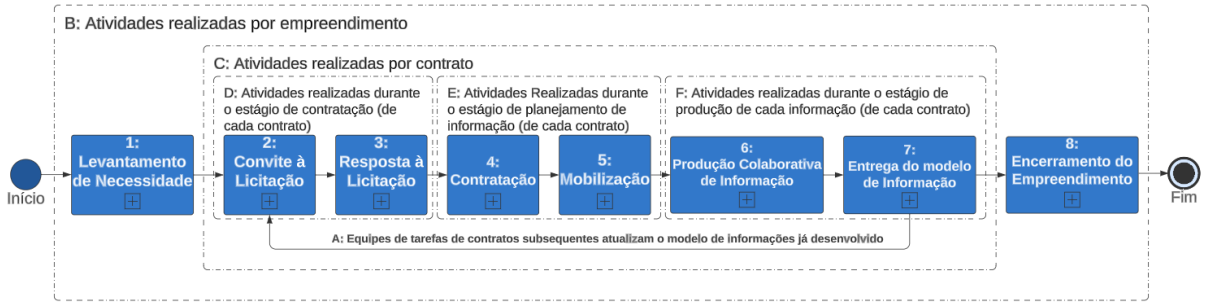
52	Implementação de solução BIM/IoT para suporte à gestão de energia da edificação	2019
53	Indicação de diretrizes para elaboração de Projetos Hidrossanitários em BIM	2020
54	Inovações tecnológicas: da captura de dados reais até o orçamento – caso de manutenção de fachadas	2020
55	Integração entre as tecnologias BIM e Blockchain para o controle do registro autoral na área da construção civil	2019
56	Levantamento de dados através de escaneamento 3D: aplicação na reforma da unidade de um órgão público federal	2020
57	MATRIZ DE REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS EM APLICAÇÕES DOS SOFTWARES VICO OFFICE E NAVISWORKS EM PLANEJAMENTO 4D	2020
58	METACOMPILAÇÃO DE CLASSES PARA ACESSO A MODELOS IFC E SUGESTÕES PARA CRIAÇÃO DE CLASSES PARA ACESSO EM ALTO NÍVEL	2009
59	MÉTODO DE MODELAGEM BIM COM O EMPREGO DO REVIT® PARA EXTRAÇÃO DE QUANTITATIVOS DE ORÇAMENTOS COM ABORDAGEM OPERACIONAL	2017
60	Método para implementação de BIM e custeio-meta em Habitação de Interesse Social	2016
61	Método para planejamento e controle da produção baseado em zonas de trabalho com o apoio de BIM	2020
62	Modelagem de objetos BIM para o projeto de edifícios de saúde	2021
63	MODELOS DE CONTRATO COLABORATIVO E PROJETO INTEGRADO PARA MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO	2014
64	O uso do VDC scorecard na validação de métodos para análise de desempenho da gestão do processo de projeto no cenário brasileiro	2015
65	Ontologias na construção civil: Uma alternativa para o problema de interoperabilidade com o uso do IFC	2014
66	Os desafios e os esforços da cadeia produtiva da construção civil para a adoção do BIM	2018
67	Panorama BIM: visões e reflexões da adoção pela indústria da construção civil brasileira	2019
68	Panorama internacional e status de adoção da ISO 19650	2021
69	Paradigmas de representação de modulação de alvenarias em ferramentas BIM.	2009
70	Plano de execução BIM: proposta de diretrizes para contratantes e fornecedores de projeto	2019
71	Processo de implantação do BIM para análise da produtividade da mão de obra	2018
72	Recomendações para a implementação da interoperabilidade entre SINAPI e normas da série NBR 15965	2022
73	Restrições orçamentárias e entrega de valor: sinergias entre BIM e custeio-meta	2015
74	Tecnologias digitais no processo de projeto contemporâneo: potencialidades e desafios à profissão e à academia	2020
75	Teses e dissertações brasileiras sobre BIM: uma análise do período de 2013 a 2018	2019
76	The use of FTA to evaluate the potential of BIM platform in building rehabilitation	2017
77	Uso de BIM pelos profissionais de arquitetura em Curitiba	2012
78	Uso de modelagem 4D e Building Information Modeling na gestão de sistemas de produção em empreendimentos de construção	2015

79	Uso do BIM para a gestão de riscos em empreendimentos de infraestrutura no Brasil	2021
80	Uso prático da programação visual em BIM para o Design de Interiores	2020
81	WebAR para visualização de modelo da edificação: avaliação da ferramenta 8th Wall Web	2019

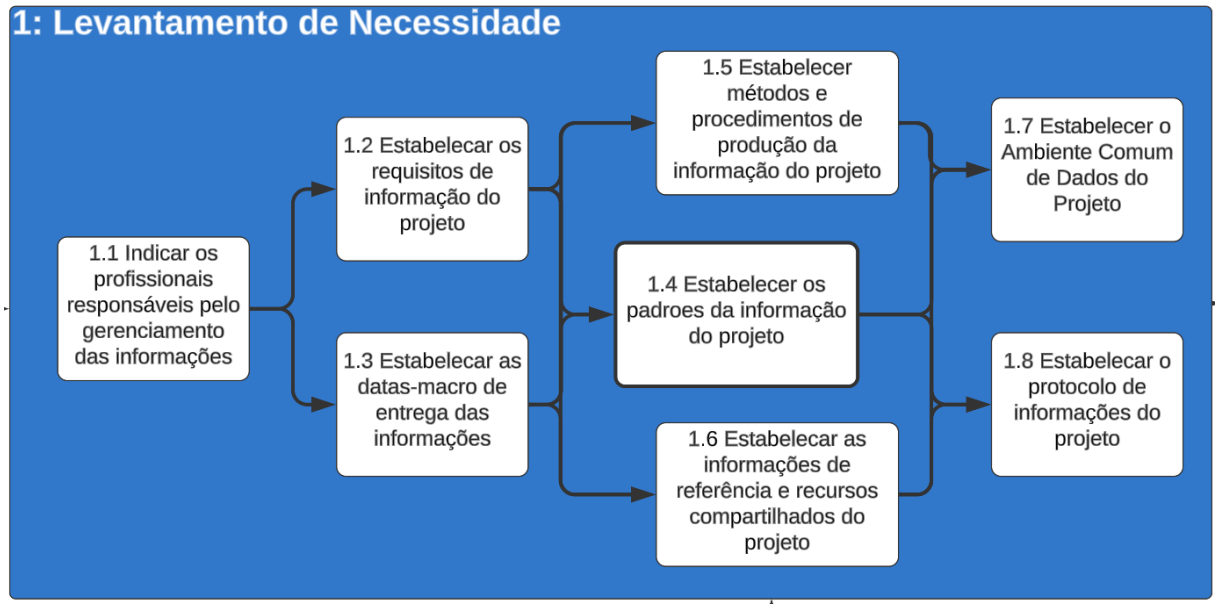
APÊNDICE C – Detalhamento de Subprocessos - ABNT NBR ISO 19650-2

Os processos e subprocessos da ABNT NBR ISO 19650, que são expressos na norma em forma textual, foram sumarizados neste apêndice em forma de fluxogramas.

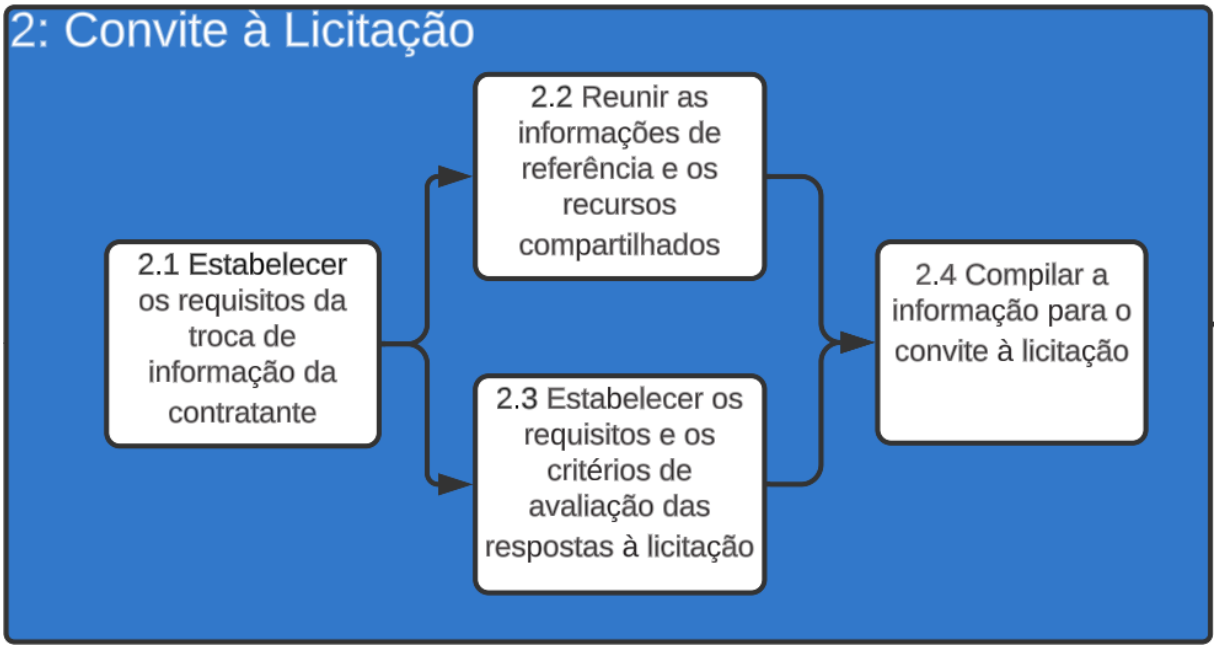
O fluxograma a seguir trata dos principais processos da norma. E os itens posteriores são detalhamentos de cada um destes processos.



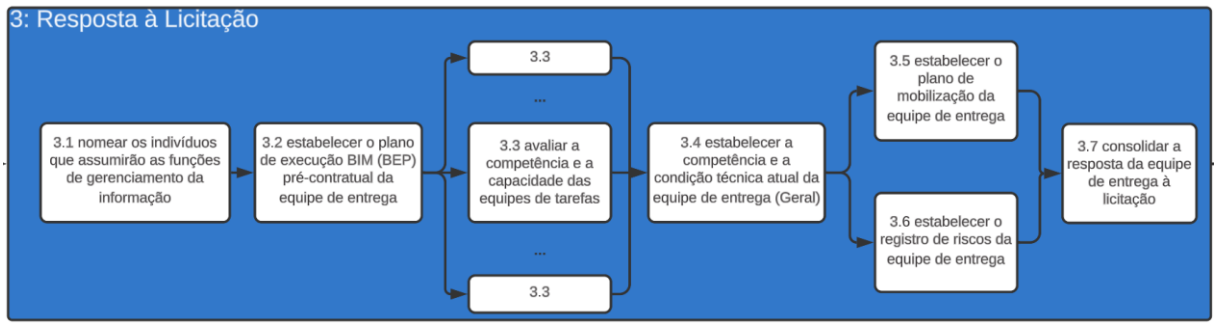
a) Levantamento de Necessidades



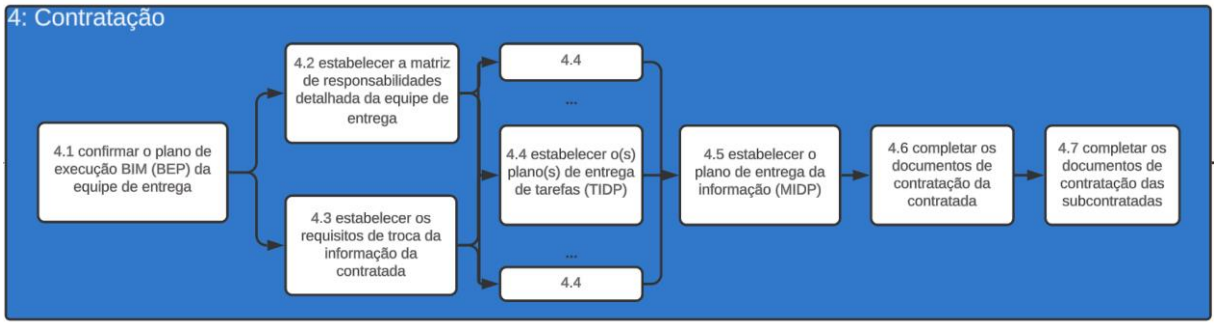
b) Convite à Licitação



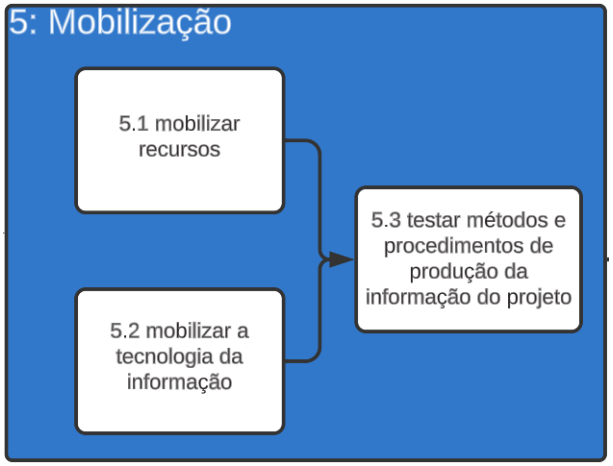
c) Resposta à Licitação



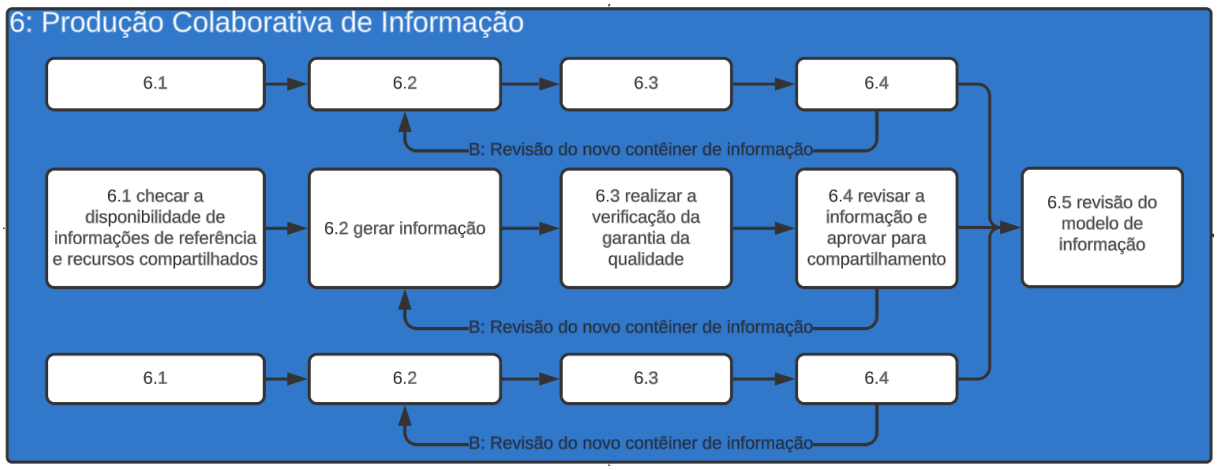
d) Contratação



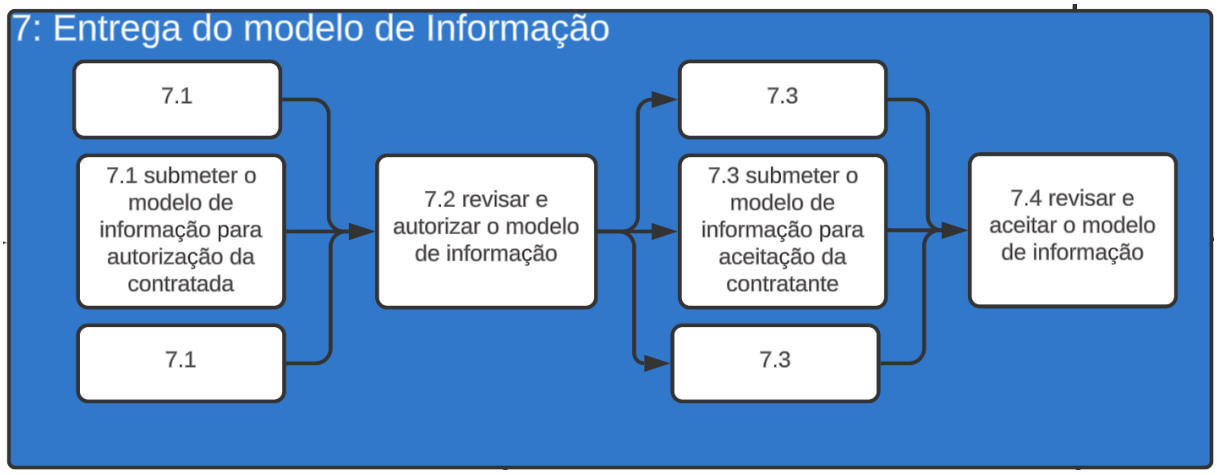
e) Mobilização



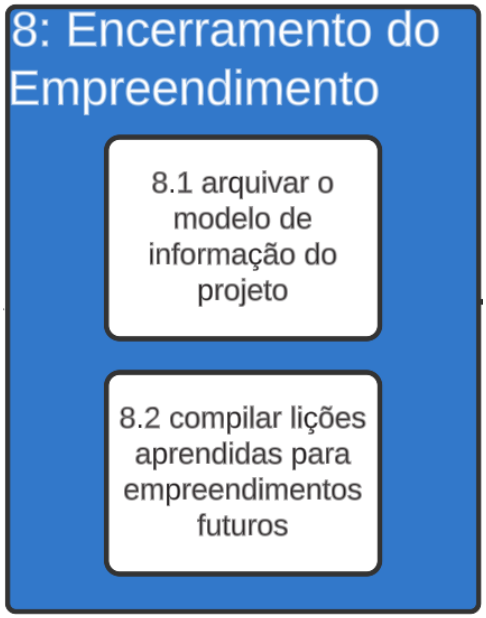
f) Produção Colaborativa de Informação



g) Entrega do modelo de Informação

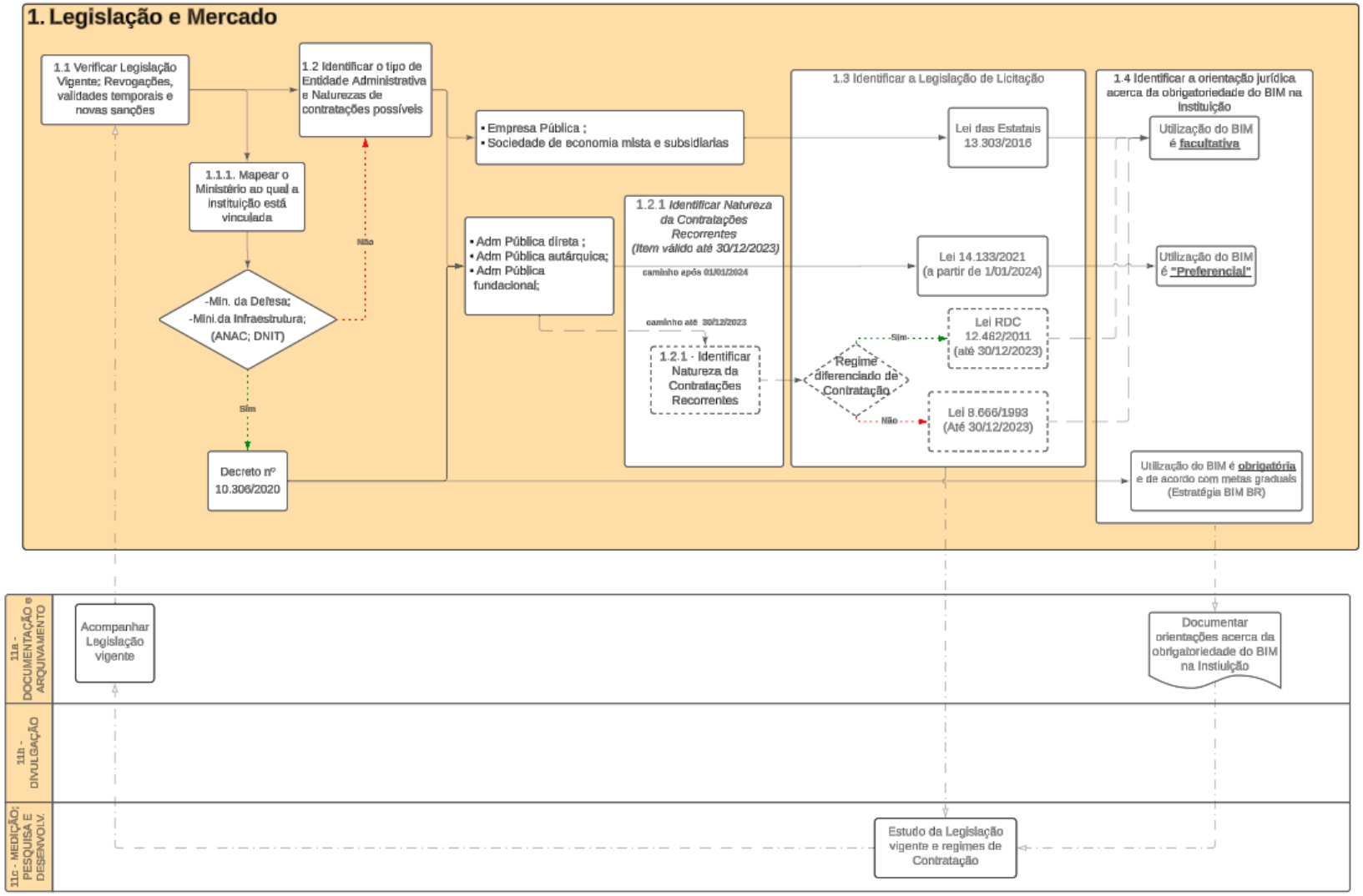


h) Encerramento do Empreendimento

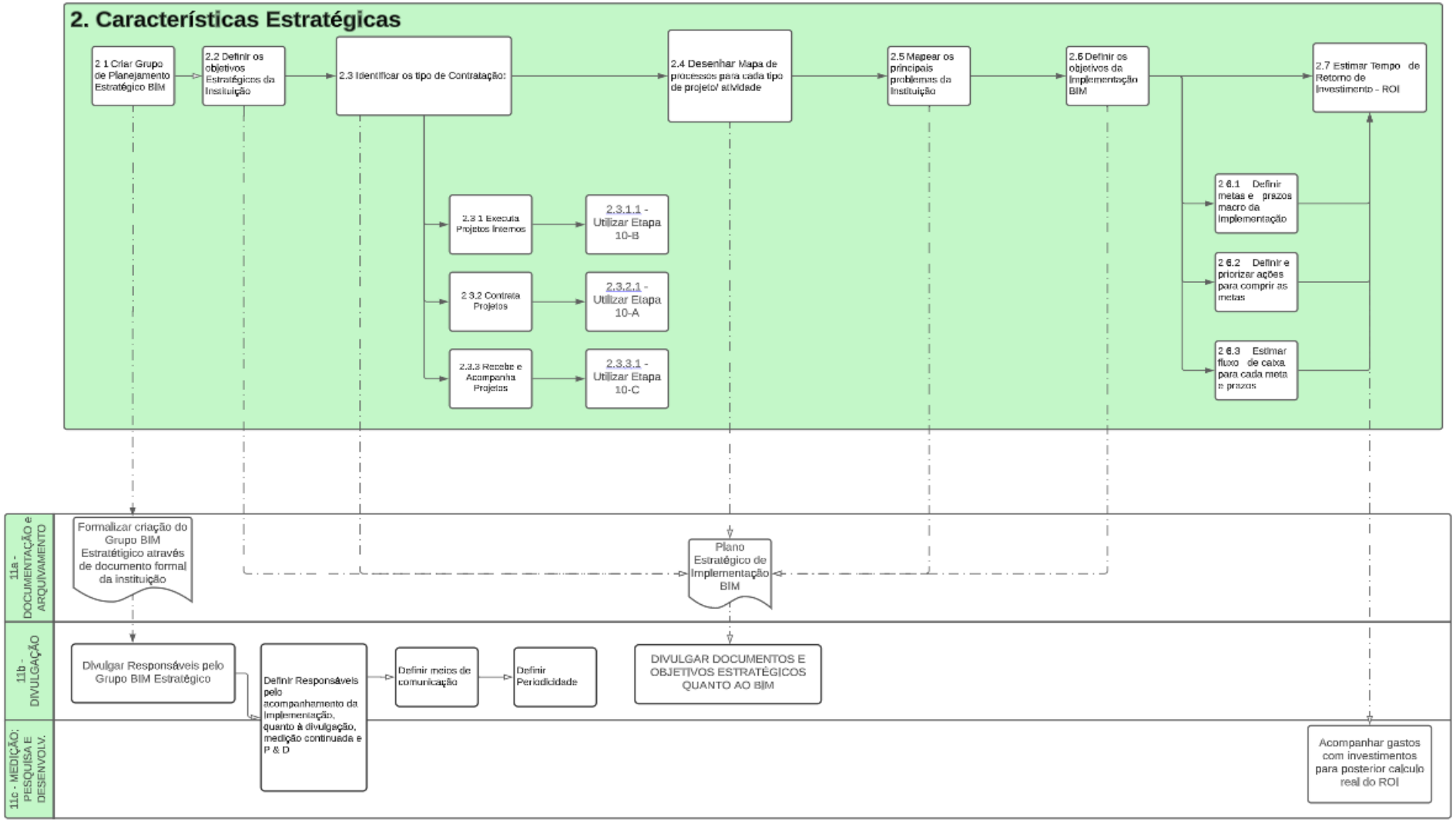


APÊNDICE D – Detalhamento dos subprocessos do Guia proposto

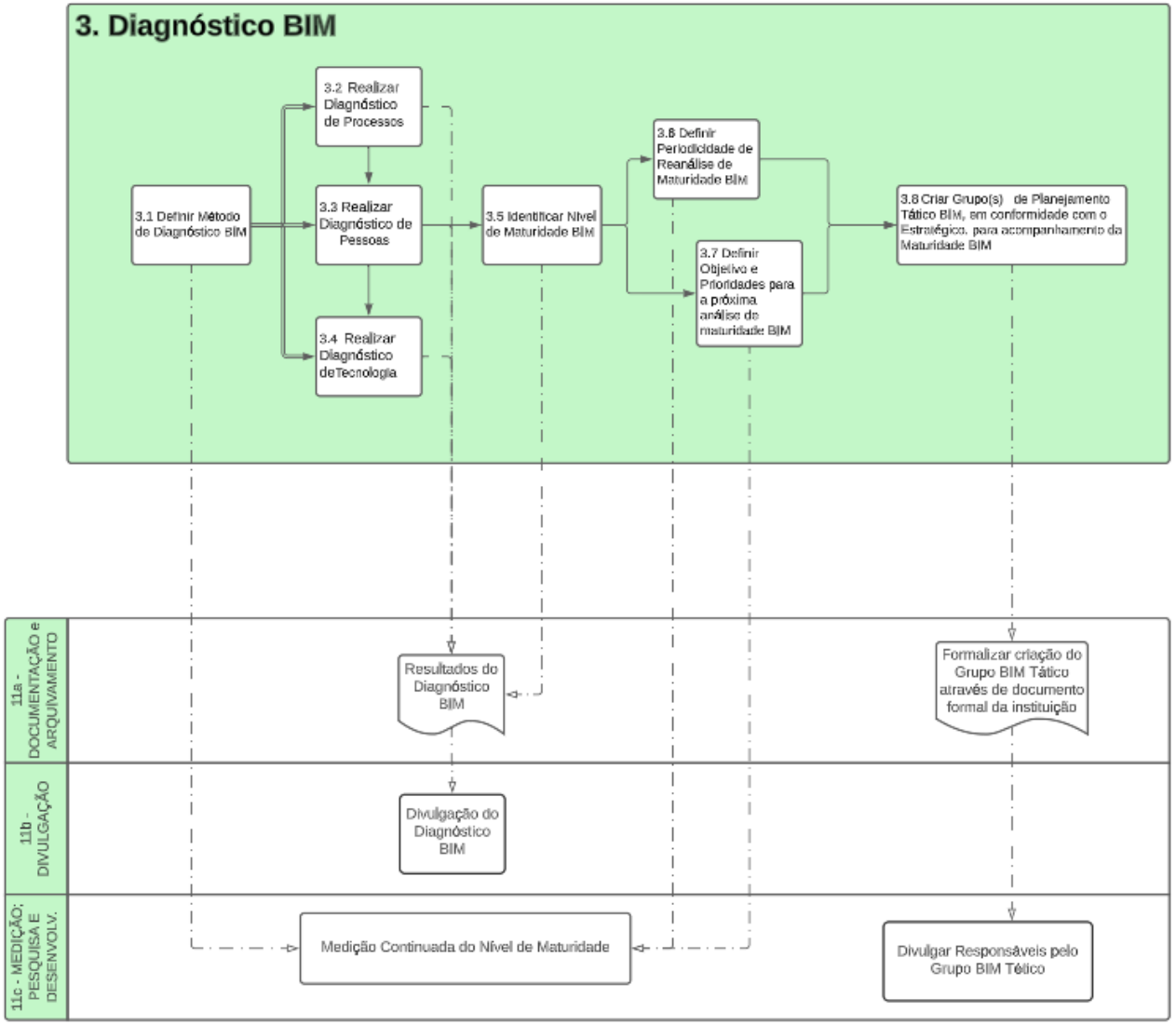
1) Legislação e Mercado



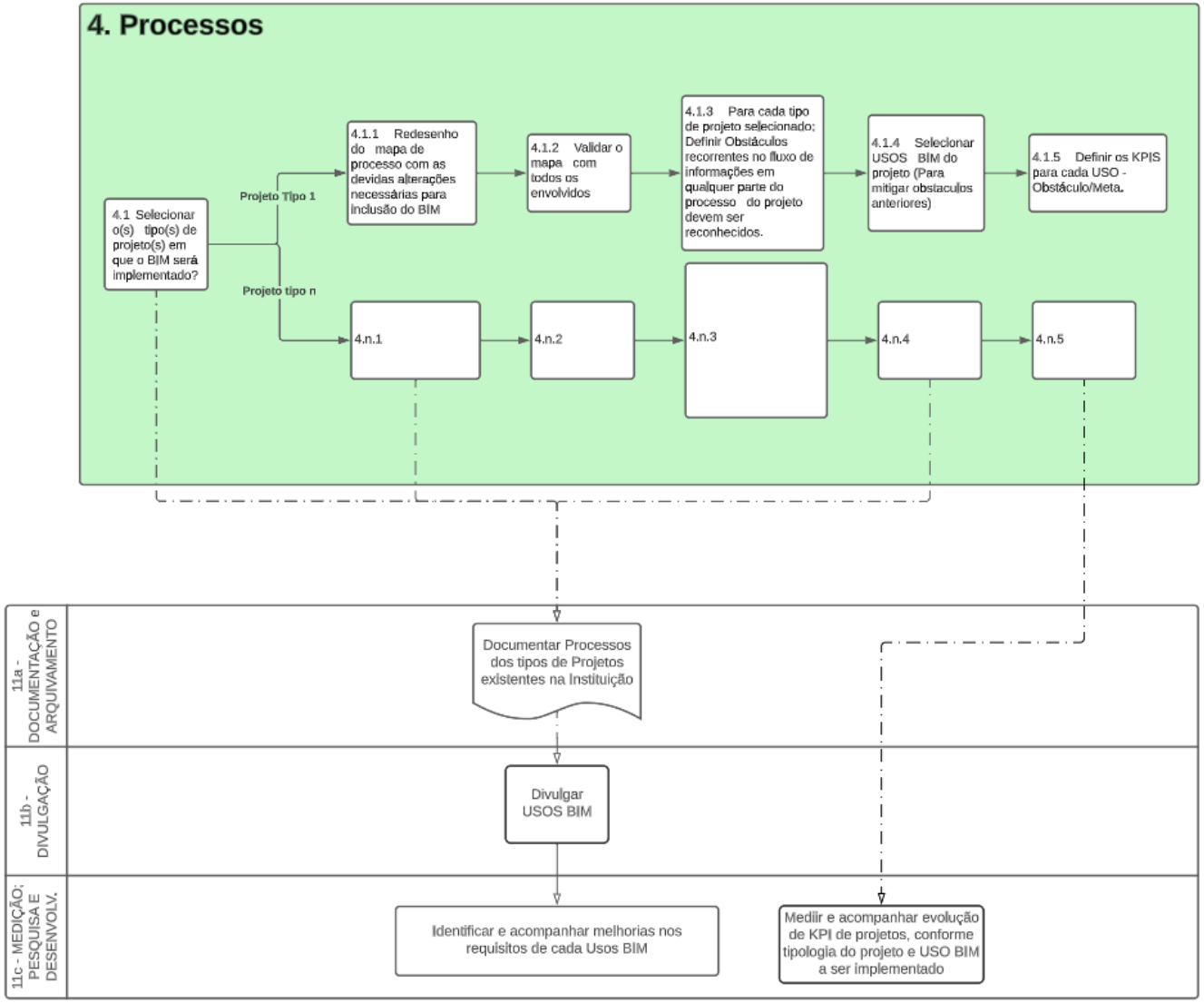
2) Características Estratégicas



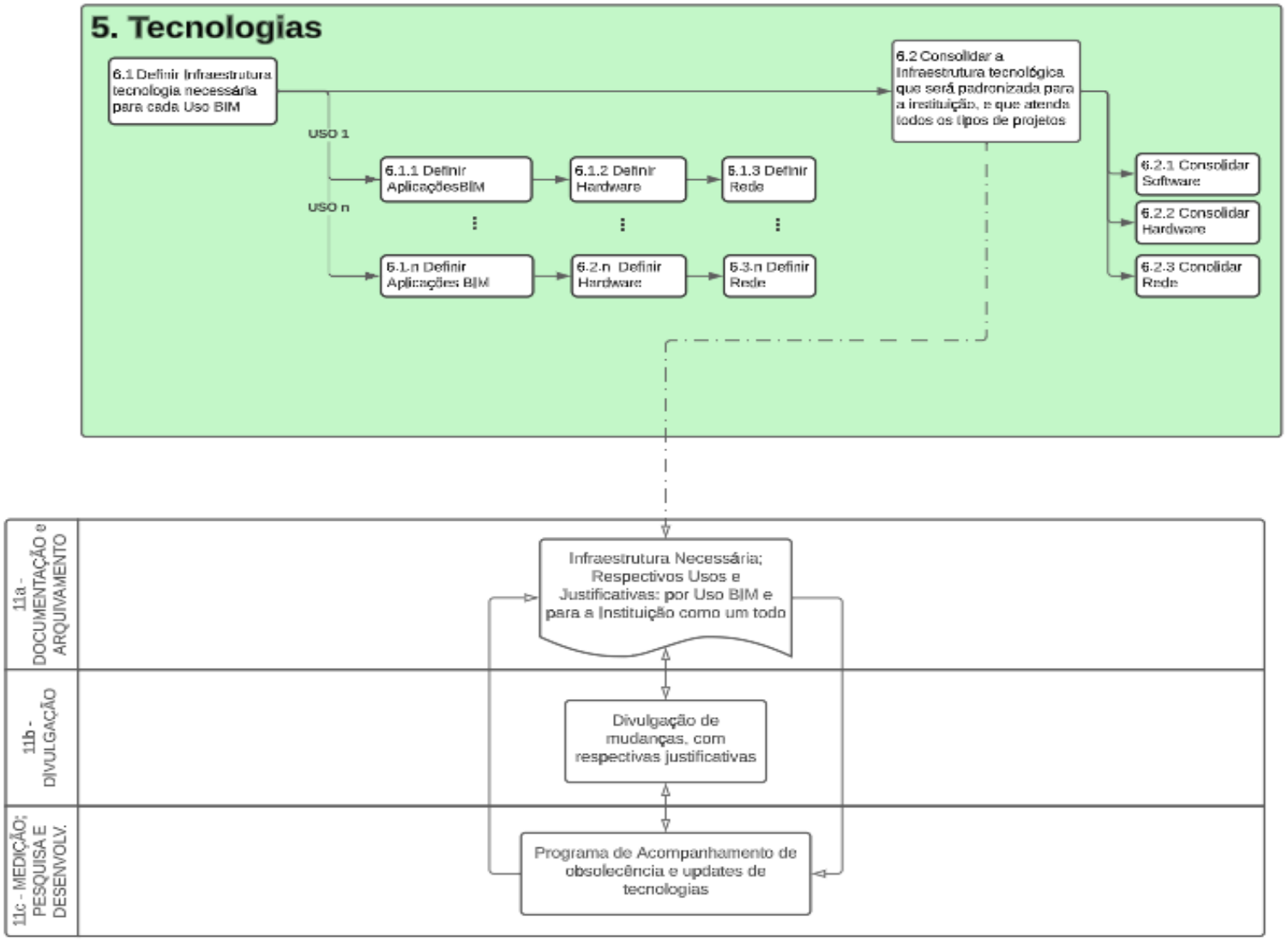
3) Diagnóstico BIM



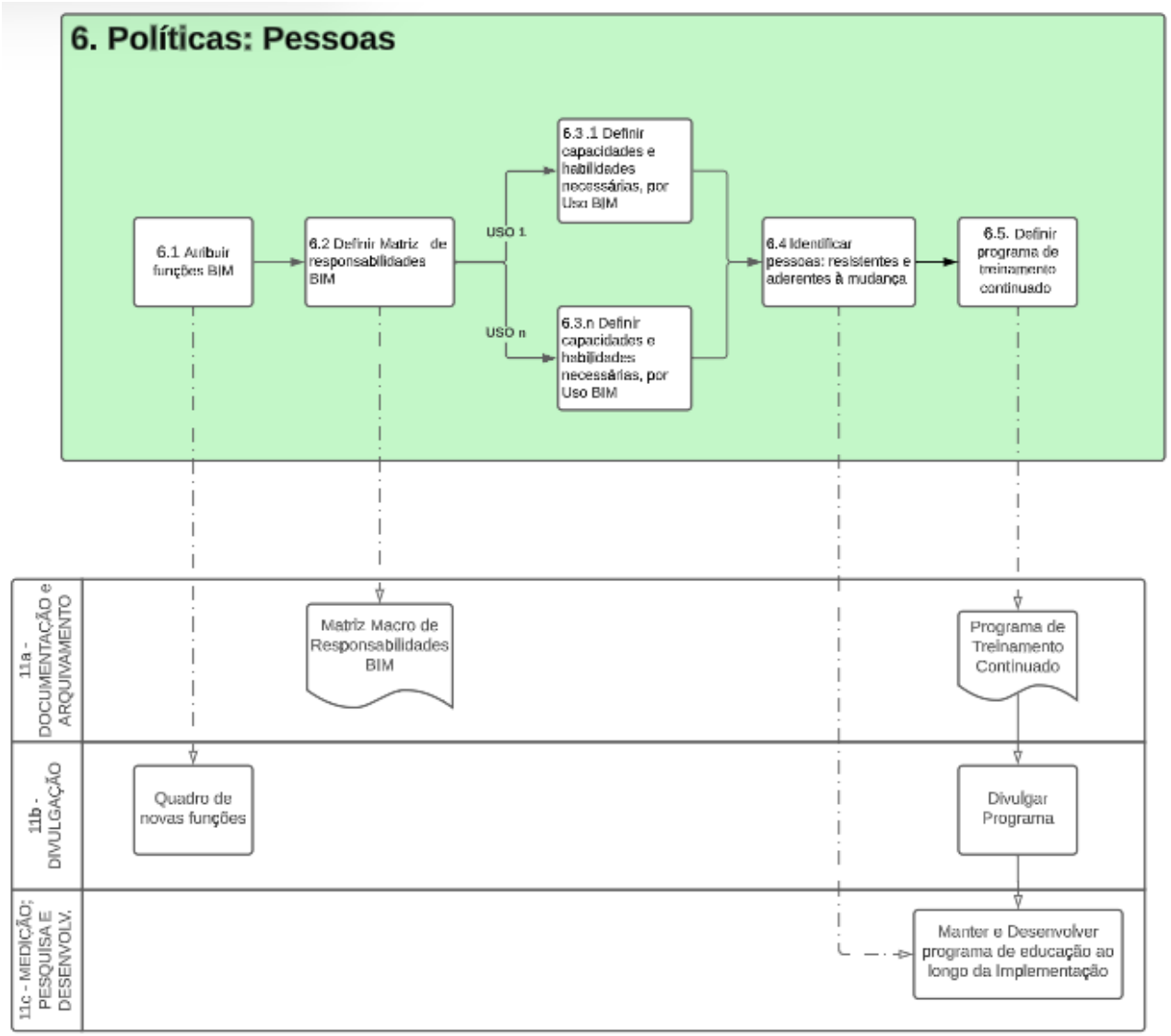
4) Processos


4. Processos
4.1 Selecionar o(s) tipo(s) de projeto(s) em que o BIM será implementado?
Projeto Tipo 1
Projeto tipo n
4.1.1 Redesenho do mapa de processo com as devidas alterações necessárias para inclusão do BIM
4.1.2 Validar o mapa com todos os envolvidos
4.1.3 Para cada tipo de projeto selecionado; Definir Obstáculos recorrentes no fluxo de informações em qualquer parte do processo do projeto devem ser reconhecidos.
4.1.4 Selecionar USOS BIM do projeto (Para mitigar obstaculos anteriores)
4.1.5 Definir os KPIS para cada USO - Obstáculo/Meta.
4.n.1
4.n.2
4.n.3
4.n.4
4.n.5
11a - DOCUMENTAÇÃO e ARQUIVAMENTO
Documentar Processos dos tipos de Projetos existentes na Instituição
11b - DIVULGAÇÃO
Divulgar USOS BIM
11c - MEDIÇÃO; PESQUISA E DESENVOLV.
Identificar e acompanhar melhorias nos requisitos de cada Usos BIM
Medir e acompanhar evolução de KPI de projetos, conforme tipologia do projeto e USO BIM a ser implementado

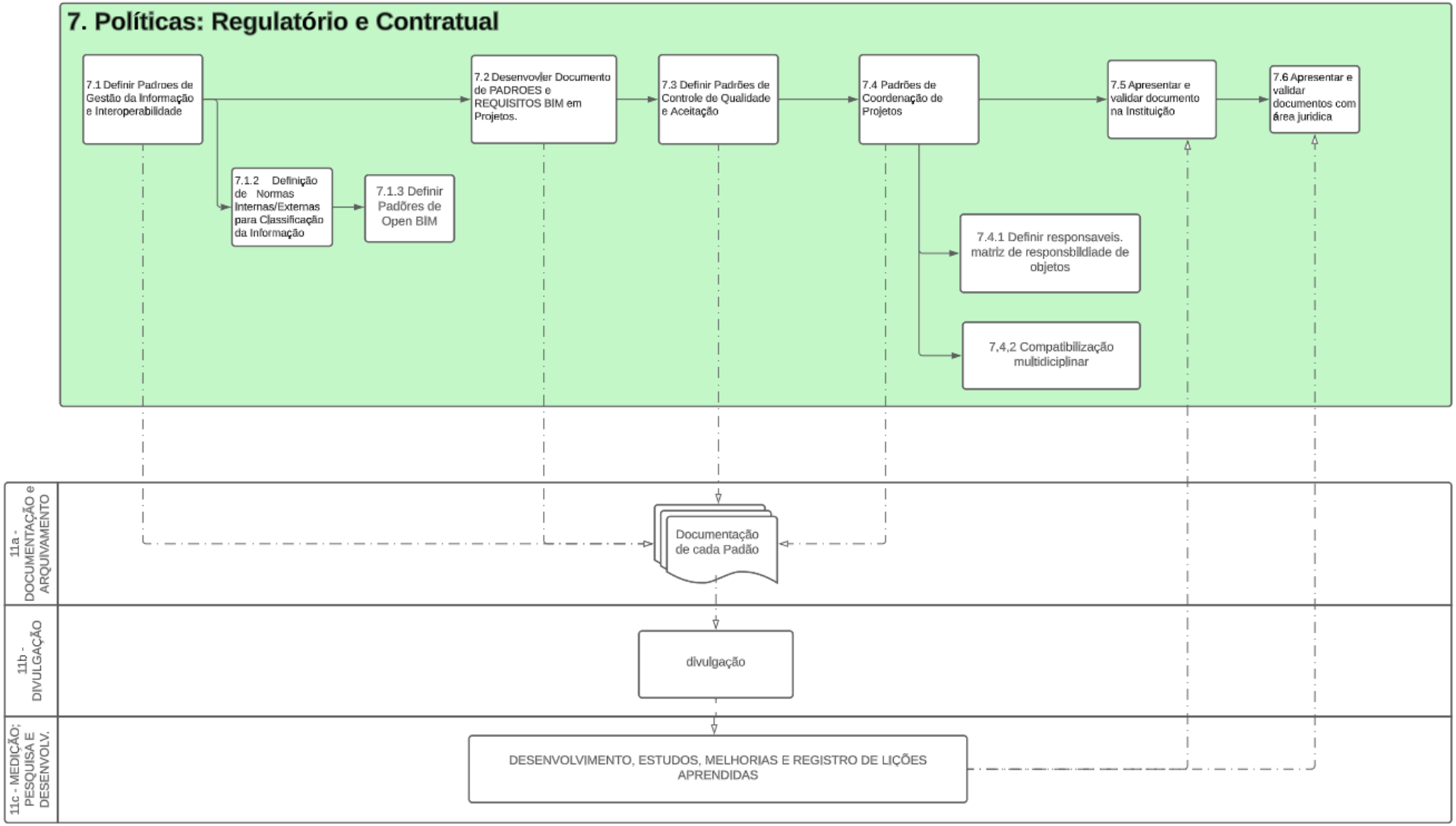
5) Tecnologias



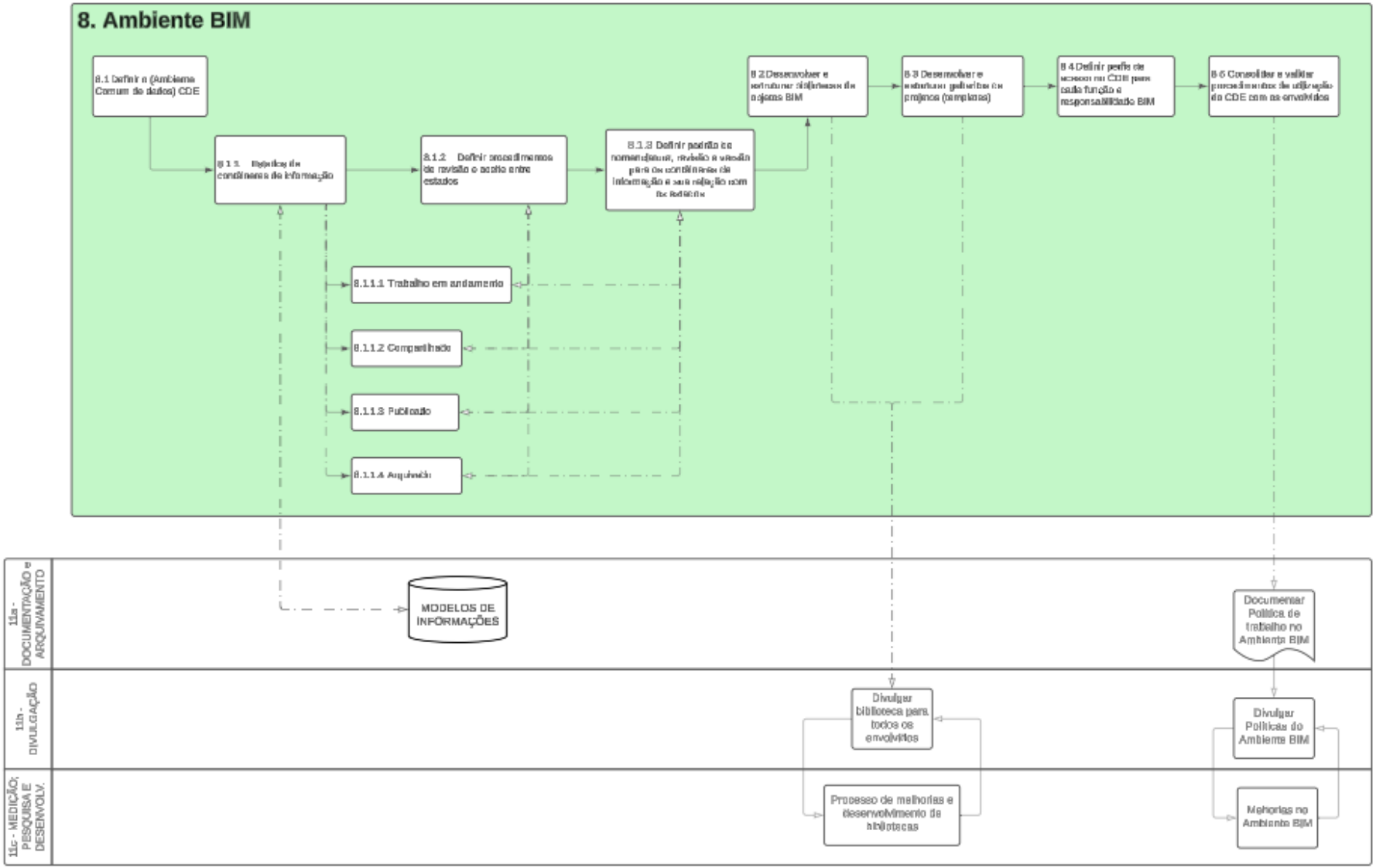
6) Políticas: Preparatória (Pessoas)



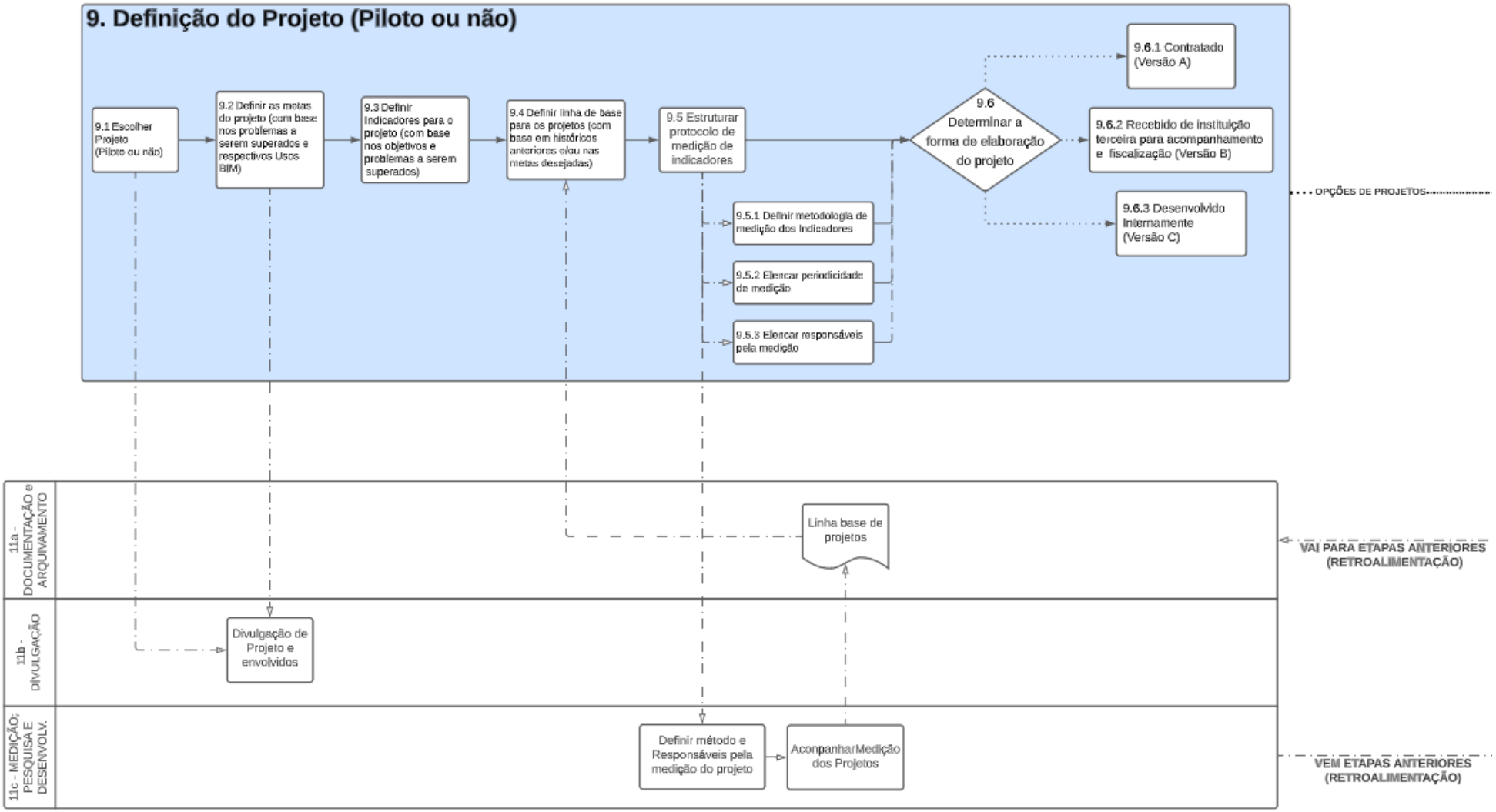
7) Políticas: Regulatório e Contratual



8) Ambiente BIM

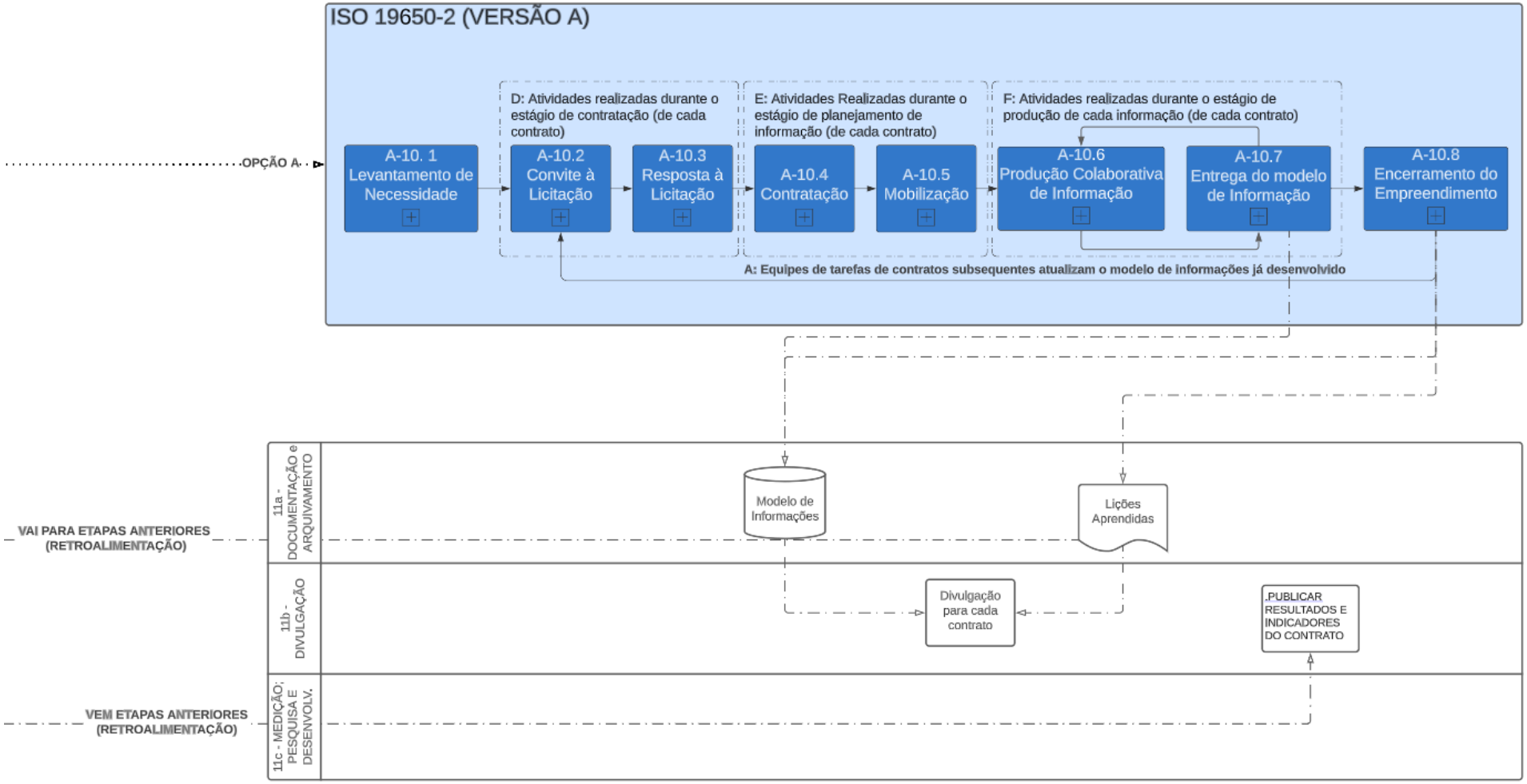


9) Definição do Projeto (Piloto ou não)

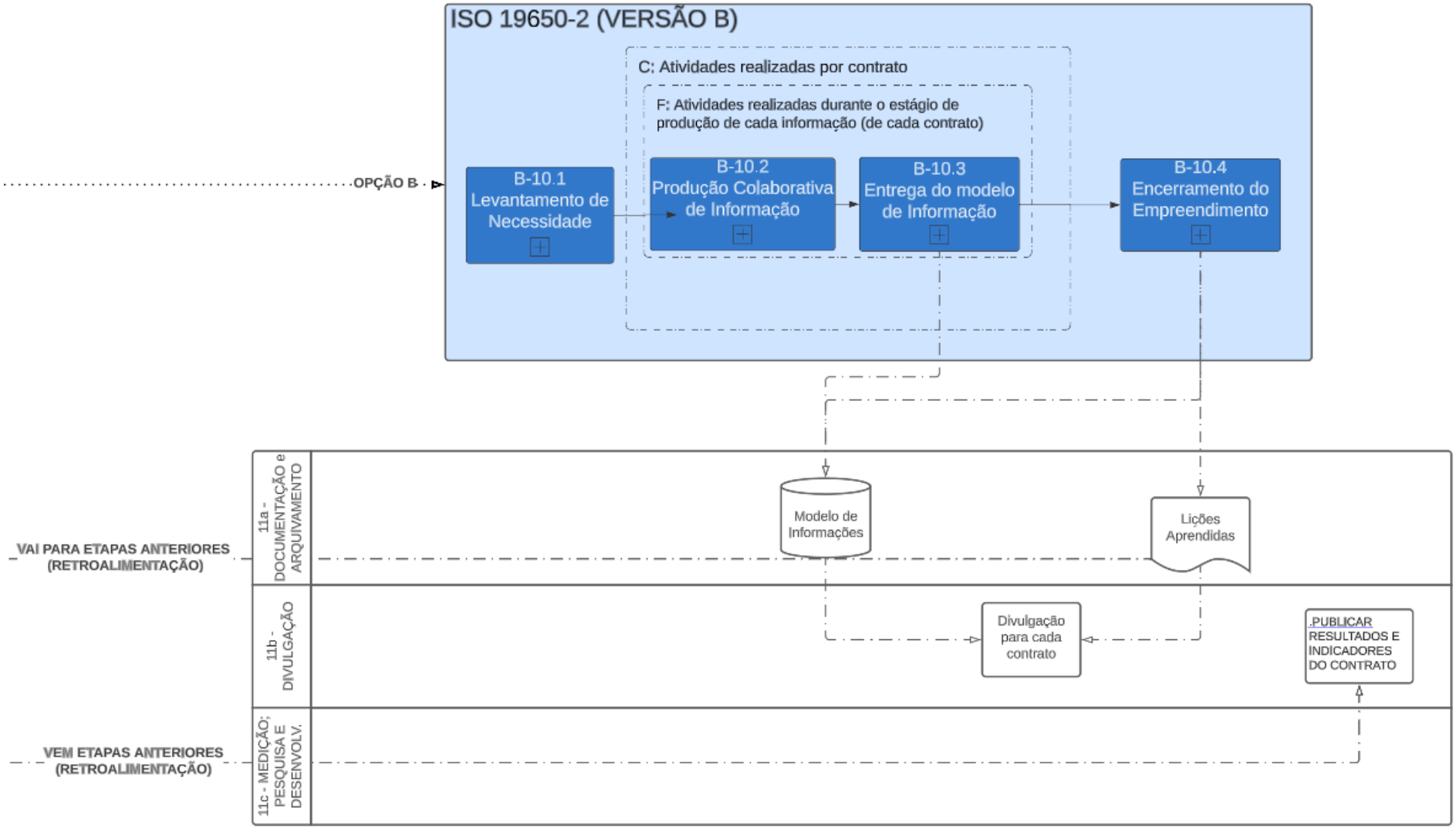


10)Condução do Projeto – (ISO 19650-2)

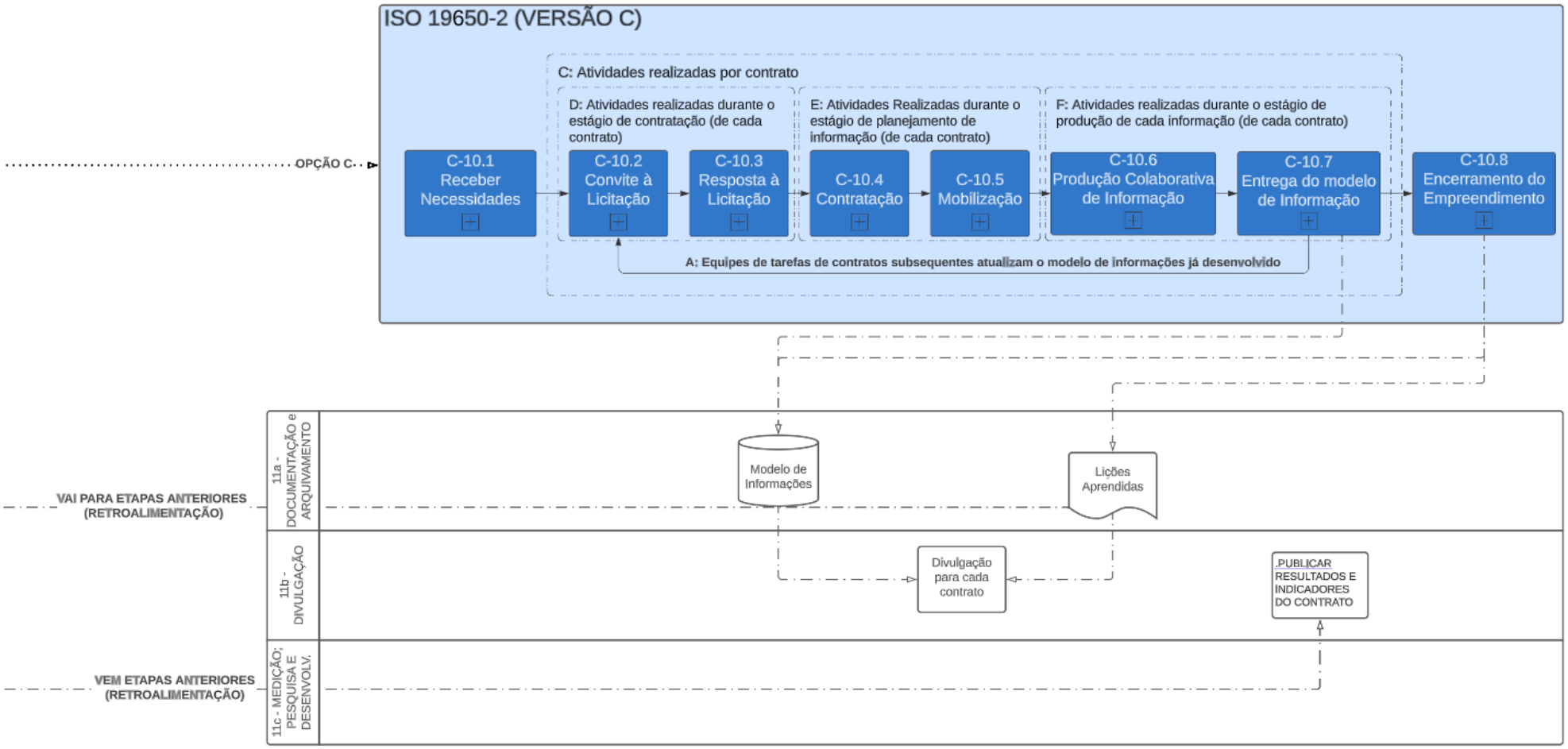
- VERSÃO A: ORIGINAL



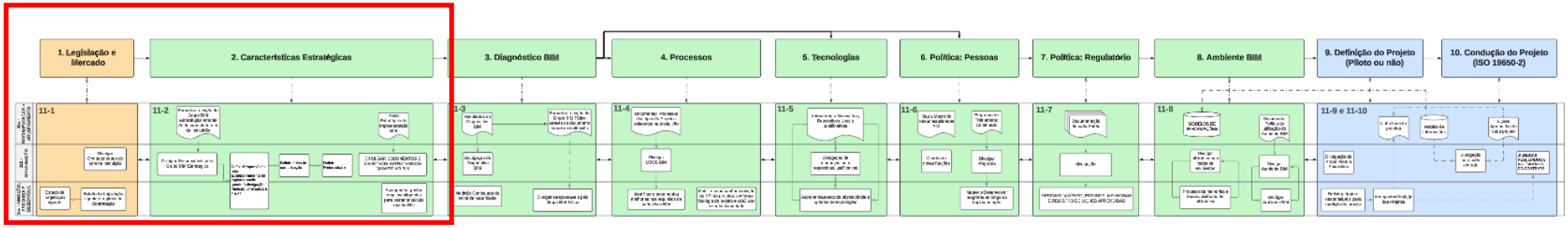
- VERSÃO B

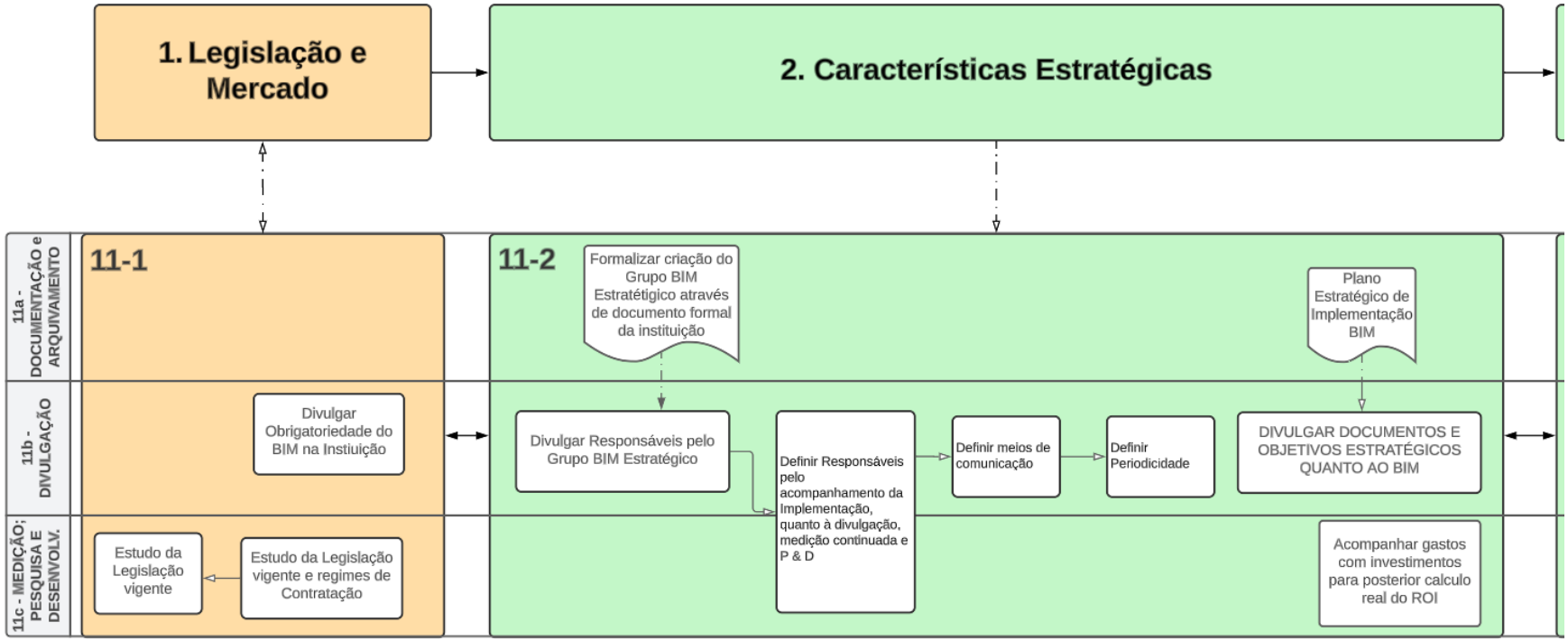

ISO 19650-2 (VERSÃO B)
C: Atividades realizadas por contrato
F: Atividades realizadas durante o estágio de produção de cada informação (de cada contrato)
OPÇÃO B
B-10.1 Levantamento de Necessidade
B-10.2 Produção Colaborativa de Informação
B-10.3 Entrega do modelo de Informação
B-10.4 Encerramento do Empreendimento
VAI PARA ETAPAS ANTERIORES (RETROALIMENTAÇÃO)
11a - DOCUMENTAÇÃO e ARQUIVAMENTO
Modelo de Informações
Lições Aprendidas
11b - DIVULGAÇÃO
Divulgação para cada contrato
.PUBLICAR RESULTADOS E INDICADORES DO CONTRATO
VEM ETAPAS ANTERIORES (RETROALIMENTAÇÃO)
11c - MEDIÇÃO; PESQUISA E DESENVOLV.

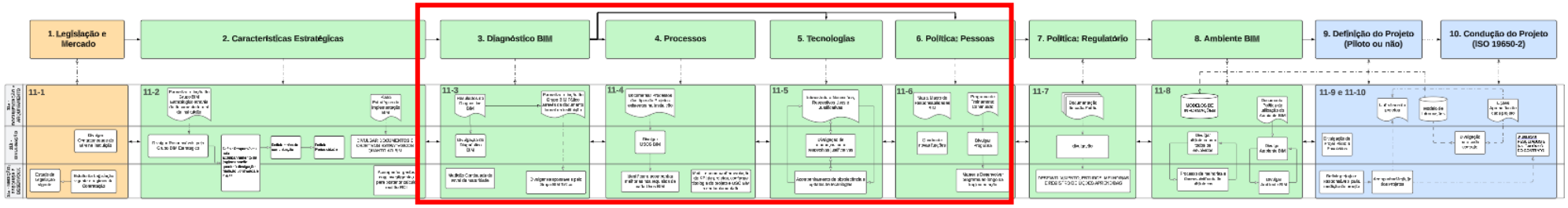
- VERSÃO C

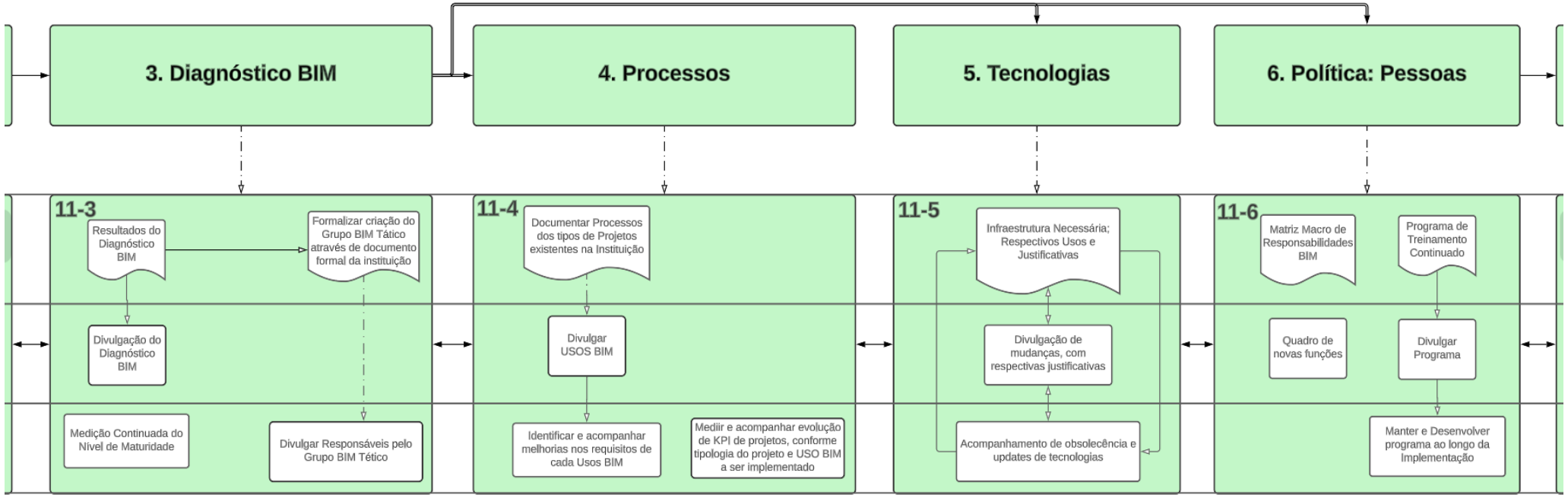

ISO 19650-2 (VERSÃO C)
C: Atividades realizadas por contrato
D: Atividades realizadas durante o estágio de contratação (de cada contrato)
E: Atividades Realizadas durante o estágio de planejamento de informação (de cada contrato)
F: Atividades realizadas durante o estágio de produção de cada informação (de cada contrato)
OPÇÃO C
C-10.1 Receber Necessidades
C-10.2 Convite à Licitação
C-10.3 Resposta à Licitação
C-10.4 Contratação
C-10.5 Mobilização
C-10.6 Produção Colaborativa de Informação
C-10.7 Entrega do modelo de Informação
C-10.8 Encerramento do Empreendimento
A: Equipes de tarefas de contratos subsequentes atualizam o modelo de informações já desenvolvido
VAI PARA ETAPAS ANTERIORES (RETROALIMENTAÇÃO)
11a - DOCUMENTAÇÃO e ARQUIVAMENTO
Modelo de Informações
Lições Aprendidas
11b - DIVULGAÇÃO
Divulgação para cada contrato
.PUBLICAR RESULTADOS E INDICADORES DO CONTRATO
VEM ETAPAS ANTERIORES (RETROALIMENTAÇÃO)
11c - MEDIÇÃO; PESQUISA E DESENVOLV.

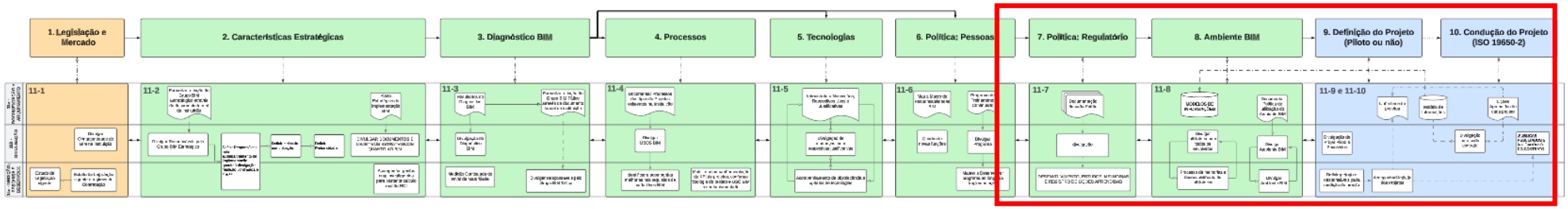
11) Acompanhamento da Implementação

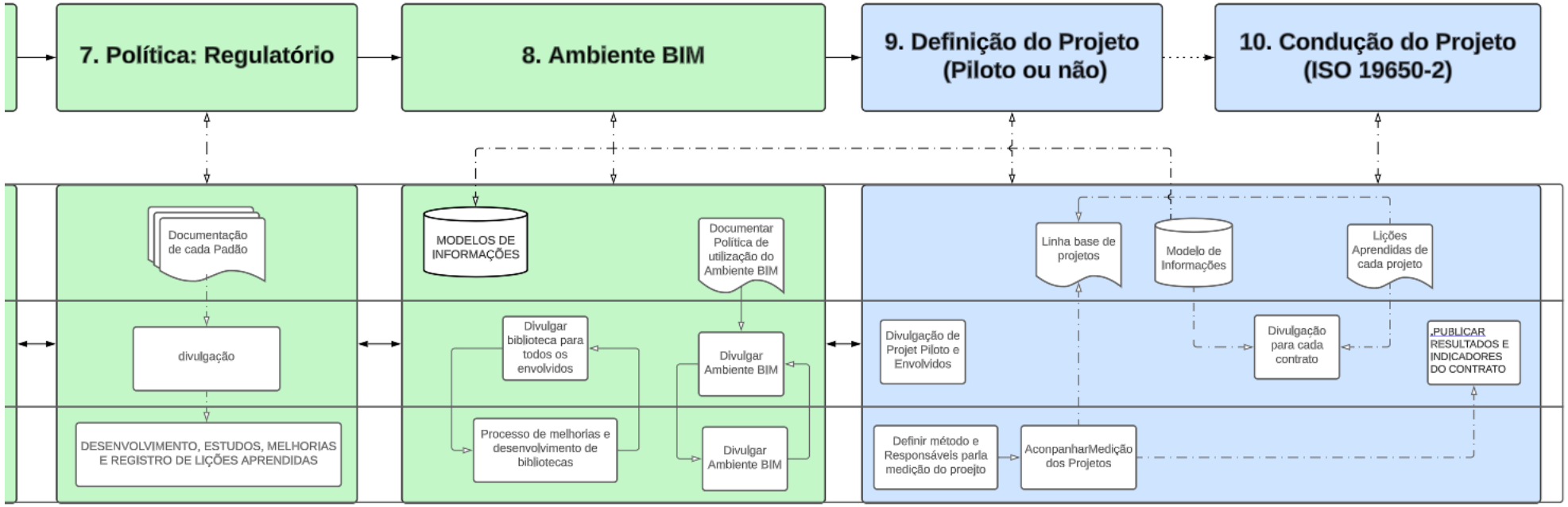





1. Legislação e Mercado
2. Características Estratégicas
3. Diagnóstico BIM
4. Processos
5. Tecnologias
6. Política: Pessoas
7. Política: Regulatório
8. Ambiente BIM
9. Definição do Projeto (Piloto ou não)
10. Condução do Projeto (ISO 19650-2)
11-1
11-2
11-3
11-4
11-5
11-6
11-7
11-8
11-9 e 11-10


3. Diagnóstico BIM
4. Processos
5. Tecnologias
6. Política: Pessoas
11-3
Resultados do Diagnóstico BIM
Formalizar criação do Grupo BIM Tático através de documento formal da instituição
Divulgação do Diagnóstico BIM
Medição Continuada do Nível de Maturidade
Divulgar Responsáveis pelo Grupo BIM Tético
11-4
Documentar Processos dos tipos de Projetos existentes na Instituição
Divulgar USOS BIM
Identificar e acompanhar melhorias nos requisitos de cada Usos BIM
Mediir e acompanhar evolução de KPI de projetos, conforme tipologia do projeto e USO BIM a ser implementado
11-5
Infraestrutura Necessária; Respectivos Usos e Justificativas
Divulgação de mudanças, com respectivas justificativas
Acompanhamento de obsolecência e updates de tecnologias
11-6
Matriz Macro de Responsabilidades BIM
Programa de Treinamento Continuado
Quadro de novas funções
Divulgar Programa
Manter e Desenvolver programa ao longo da Implementação


1. Legislação e Mercado
2. Características Estratégicas
3. Diagnóstico BIM
4. Processos
5. Tecnologias
6. Política: Pessoas
7. Política: Regulatório
8. Ambiente BIM
9. Definição do Projeto (Piloto ou não)
10. Condução do Projeto (ISO 19650-2)
11-1
11-2
11-3
11-4
11-5
11-6
11-7
11-8
11-9 e 11-10


7. Política: Regulatório
8. Ambiente BIM
9. Definição do Projeto (Piloto ou não)
10. Condução do Projeto (ISO 19650-2)
Documentação de cada Padão
divulgação
DESENVOLVIMENTO, ESTUDOS, MELHORIAS E REGISTRO DE LIÇÕES APRENDIDAS
MODELOS DE INFORMAÇÕES
Documentar Política de utilização do Ambiente BIM
Divulgar biblioteca para todos os envolvidos
Divulgar Ambiente BIM
Processo de melhorias e desenvolvimento de bibliotecas
Divulgar Ambiente BIM
Linha base de projetos
Modelo de Informações
Lições Aprendidas de cada projeto
Divulgação de Projet Piloto e Envolvidos
Divulgação para cada contrato
.PUBLICAR RESULTADOS E INDICADORES DO CONTRATO
Definir método e Responsáveis parla medição do proejto
AconpanharMedição dos Projetos

APÊNDICE E – Guia de Implementação BIM em formato tabular

Neste Apêndice está apresentado a versão do Guia de Implementação BIM na administração pública em formato tabular, separados e detalhados de acordo com cada item do fluxograma.

Adicionalmente, a ferramenta encontra-se disponível online, para visualização, comentários ou download, clicando aqui.

Ou através do *QR code* abaixo que pode ser escaneado por um dispositivo móvel:

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1UkgNTCHHBY-soNh8tQkyJuhnC1sa2BQJ/edit?usp=sharing&ouid=113249081511082272726&rtpof=true&sd=true

1) Legislação e Mercado + Etapa Transversal (11-1)

ITEM	Descrição	Objetivo e Importância	Referências externas para aprofundamento	Acompanhamento da Implementação (Etapa Transversal)		
				Documentação	Divulgação	Medição, P & D
1	**Legislação e Mercado**	Compreender a Legislação existente e legislação interna do órgão afim de determinar as ferramentas jurídicas que poderão ser utilizadas na justificativa de uma Implementação BIM. É importante contar com apoio jurídico e alta Gestão	(BRASIL, 2020); (BRASIL, 2011); (BRASIL, 2016); (BRASIL, 2021); (BRASIL, 1993); (BONATTO, 2022)	**Etapa 11-1**		
1.1	Verificar Legislação Vigente: Revogações, validades temporais e novas sanções	Verificar se não houve alteração na legislação, quando da aplicação do item. Incluindo Decretos Federais, Estaduais ou Municipais;		Acompanhar e documentar legislação vigente		
1.1.1	Mapear o Ministério ao qual a instituição está vinculada	Compreender a legislação específica, e definir se há Decretos específicos que regulam ou obrigam o uso do BIM.				
1.2	Identificar o tipo de Entidade Administrativa e Naturezas de contratações possíveis	Determinar a legislação de licitação à qual a instituição está vinculada.				
1.2.1	Identificar Natureza da Contratações Recorrentes (Item válido até 30/12/2023)	Identificar qual(is) Natureza(s) de Contratação(ões) se enquadra(m) com os objetos da instituição quanto à utilização do BIM				
1.3	Identificar a Legislação de Licitação	Compreender qual legislação atende à instituição quanto licitação. Logo, como o BIM poderá ser tratado na mesma.				Estudo da Legislação vigente e

						regimes de Contratação
1.4	Identificar a Obrigatoriedade jurídica do BIM na Instituição	Definir se o BIM será "OBRIGATÓRIO", "OPTATIVO" ou "PREFERENCIAL" na Instituição		Documentar orientações acerca da obrigatoriedade do BIM na Instituição		

2) Características Estratégicas + Etapa Transversal (11-2)

ITEM	Descrição	Objetivo e Importância	Referências externas para aprofundamento	Acompanhamento da Implementação (Etapa Transversal)		
				Documentação	Divulgação	Medição, P & D
2	**Características Estratégicos**	Determinar o envolvimento e comprometimento da alta gestão quanto ao que se espera da implementação BIM	(SOTO; MANRÍQUEZ, 2023); (BRITO, 2019); (MARTINS, 2003); (AMORIM, 2023); (ABDI, 2017); (ASBEA, 2013, 2015); (CBIC, 2016)	**Etapa 11-2**		
2.1	Criar Grupo de Planejamento Estratégico BIM	Definir os responsáveis pela implementação. É importante incluir pessoas da Alta Gestão. E responsáveis envolvidos em cada Etapa Transversal (Documentação e Registro, Medição, Divulgação e P&D)		Definir Responsáveis, a nível estratégico, pelo acompanhamento da Implementação, considerando cada subárea da etapa transversal: a) Documentação e Arquivamento; b) Divulgação; c) Medição, Pesquisa e Desenvolvimento		
				Documentar criação do Grupo BIM Estratégico através de documento formal da instituição	Definir meios de comunicação e periodicidade de divulgação; Divulgar Grupo BIM Estratégico e seus responsáveis	
2.2	Definir os objetivos Estratégicos da Instituição	Saber quais os resultados que a instituição almeja a nível estratégico, e como, e se, o BIM poderá ajudar.		Documentar Plano Estratégico de Implementação BIM	Divulgar Plano Estratégico de Implementação BIM	
2.3	Identificar os potenciais tipos de elaboração de projetos	Determinar como será o fluxo de trabalho para casa tipo de projeto definido				
2.3.1	Contrata Projetos	Utilizar Fluxo 10-A, quando da condução do projetos				
2.3.2	Executa Projetos Internos	Utilizar Fluxo 10-B, quando da condução do projetos				
2.3.3	Recebe e Acompanha Projetos	Utilizar Fluxo 10-C, quando da condução do projetos				

2.4	Desenhar Mapa de processos para cada tipo de projeto/ atividade	Determinar quais as possibilidades de se trabalhar com o BIM nos mais variados tipos de projetos que a instituição se envolve				
2.5	Mapear os principais problemas da Instituição relacionados ao desenvolvimento ou contratação de projetos	Conhecer e identificar quais as prioridades de melhorias, assim como onde poderão ocorrer os principais gargalos				
2.6	Definir os objetivos da Implementação BIM	Determinar quais os resultados deverão ser atingidos com a implementação BIM, permitindo traçar metas para alcançá-las				
2.6.1	Definir metas e prazos macro da Implementação	Determinar quais as metas cada objetivo da implementação BIM, traçado em 2.6				
2.6.2	Definir e priorizar ações para cumprir as metas	Determinar quais as ações para cada objetivo da implementação BIM, traçado em 2.6				

3) Diagnóstico BIM

ITEM	Descrição	Objetivo e Importância	Referências externas para aprofundamento	Acompanhamento da Implementação (Etapa Transversal)		
				Documentação	Divulgação	Medição, P & D
3	**Diagnóstico BIM**	Identificar a Situação da Instituição quanto aos três campos BIM: Processos, Tecnologias e Políticas	(LIMA, 2019); (SUCCAR, 2010); (ASBEA, 2013, 2015); (SOTO; MANRÍQUEZ, 2023); (CONSTRUA BRASIL, 2020)	**Etapa 11-3**		
3.1	Definir Método de Diagnóstico BIM	Definir como (metodologia) será desenvolvido o diagnóstico, quem serão os responsáveis por fazê-lo e em que nível de profundidade deseja-se fazê-lo. Realizar o diagnóstico nos 3 Campos BIM fundamentais: Processos, Tecnologias e Políticas.	(ASBEA, 2013); (MALTA, 2020); (SOTO e MANRÍQUEZ, 2023); (CONSTRUA BRASIL, 2020)			Medição continuada do Nível de Maturidade BIM
3.2	Realizar Diagnóstico de Processos	Investigar situação atual de processos e fluxos internos, procedimentos de trocas de informações, entregáveis, fluxogramas de processos		Resultados do Diagnóstico BIM	Divulgação do Diagnóstico BIM	
3.3	Realizar Diagnóstico de Tecnologia	Investigar situação atual de hardware, aplicações BIM e infraestrutura de rede				
3.4	Realizar Diagnóstico de Políticas (Preparatório, Contratual e Regulatório)	Investigar situação atual dos programas e ações institucionais quanto à preparação de pessoas, contratos, regulatórios e manutenção da cultura BIM.				

3.5	Identificar Nível de Maturidade BIM	Realizar medição de Nível de Maturidade, afim de se quantificar a maturidade e poder acompanhar seu crescimento após determinada maturidade	(LIMA, 2019); (SUCCAR, 2010); (CIC, 2013);			
3.6	Definir Periodicidade de reanálise de maturidade BIM	Determinar com qual periodicidade deseja-se reanalisar a instituição.	(SOTO e MANRÍQUEZ, 2023); (CONSTRUA BRASIL, 2020)			
3.7	Definir metas e prioridades para a próxima análise de maturidade BIM	Determinar quais objetivos a serem alcançados no próximo marco de periodicidade desejada.				
3.8	Criar Grupo de Planejamento Tático BIM, em conformidade com o Grupo Estratégico	Definir responsáveis BIM para o acompanhamento da instituição. Quantificar o Grupo de modo que seja suficiente cobrir o acompanhamento de cada Campo BIM mapeado (pessoas, processos, tecnologia).		Formalizar criação do Grupo BIM Tático através de documento formal da instituição	Divulgar Responsáveis pelo Grupo BIM Tático	
3.9	Definir Usos do Modelo BIM da instituição	Identificar como o BIM será utilizado na instituição, por meio de uma lista de Usos do Modelo BIM potenciais, para cada tipo de projeto. Posteriormente consolidando a lista para a instituição como um todo.	(SUCCAR, 2019); (SOTO; MANRÍQUEZ; GODOY, 2019) (MESSNER *et al.*, 2021);	Alimentar Plano Estratégico de Implementação BIM com os USOS BIM	Divulgar Usos BIM	
3.10	Reanálise do Nível de Maturidade (Acontece a cada marco temporal de periodicidade)	Reanalisar o Nível de Maturidade, permitindo acompanhamento periódico e melhoria contínua.	(SOTO e MANRÍQUEZ, 2023); (CONSTRUA BRASIL, 2020)		Identificar e acompanhar melhorias nos requisitos de cada Usos BIM	

4) Processos

ITEM	Descrição	Objetivo e Importância	Referências externas para aprofundamento	Acompanhamento da Implementação (Etapa Transversal)		
				Documentação	Divulgação	Medição, P & D
4	**Processos**	Propor alterações nos processos de projetos das instituições	(SUCCAR, 2019, 2010); (MESSNER *et al.*, 2021); (ABDI, 2017); (SOTO e MANRÍQUEZ, 2023); (SACKS *et al.*, 2021).	**Etapa 11-4**		
4.1	Selecionar o(s) tipo(s) de projeto(s) em que o BIM será implementado	Definir quais dos tipos de projetos (identificados em 2.4) terão inclusão de BIM em seus fluxos. Para a seleção do tipo projeto, avaliar a recorrência, frequência de problemas, valor agregado e visibilidade do projeto. Sugere-se um tipo de projeto repetitivo e/ou de alto valor agregado e visibilidade, para se maximizar os benefícios	(AMORIM, 2023); (SACKS *et al.*, 2021) (SOTO e MANRÍQUEZ, 2023).	Documentar Processos dos tipos de Projetos existentes na Instituição		
4.1.1	PARA CADA PROJETO DE 4.1: Redesenho do mapa de processo com as devidas alterações necessárias para inclusão do BIM	Redesenhar o mapa de processos para que o BIM possa ser incorporado e institucionalizado nos processos internos da organização	(ABDI, 2017); (CBIC, 2016); (SOTO e MANRÍQUEZ, 2023); (AMORIM, 2023);			
4.1.2	PARA CADA PROJETO DE 4.1: Validar o mapa de processos com todos os envolvidos	Divulgar e validar, com a equipe envolvida, o mapa de processo destes projetos selecionadas em 4.1				

4.1.3	PARA CADA PROJETO DE 4.1: Definir obstáculos recorrentes.	Mapear obstáculos recorrentes para que estes sirvam como balizadores e norteadores de por onde a implementação deve começar. Sugere-se que os principais problemas (mais recorrentes na organização) sejam identificados e atacados como foco principal da implementação.				
4.1.4	PARA CADA PROJETO DE 4.1: Selecionar USOS BIM do projeto (Para mitigar obstáculos anteriores)	Mapear Usos do Modelo BIM que permitirão eliminar ou mitigar os obstáculos identificados em 4.1.3. É importante verificar qual ganho e oportunidade esperado para cada Uso do Modelo, e como ele pode contribuir para a solução dos obstáculos	(SUCCAR, 2019); (SOTO; MANRÍQUEZ; GODOY, 2019) (MESSNER *et al.*, 2021);			
4.1.5	PARA CADA PROJETO DE 4.1: Definir indicadores para cada USO/Obstáculo.	Determinar formas de medir se o obstáculo definido em 4.1.3 está realmente sendo mitigado com a aplicação do Uso definido em 4.1.4. Sugere-se que esta medição seja um indicador possível e prático de ser aplicado na instituição;	(AMORIM, 2023);			Medir e acompanhar evolução de indicadores projetos, conforme tipologia do projeto e Uso BIM a ser implementado

5) Tecnologias

ITEM	Descrição	Objetivo e Importância	Referências externas para aprofundamento	Acompanhamento da Implementação (Etapa Transversal)		
				Documentação	Divulgação	Medição, P & D
5	**Tecnologias**	Propor alterações na infraestrutura tecnológica de suporte aos projetos das instituições.	(SUCCAR, 2009; 2010); (SOTO e MANRÍQUEZ, 2023); (SOTO; MANRÍQUEZ; GODOY, 2019) (SACKS *et al.*, 2021).	**Etapa 11-5**		
5.1	Definir Infraestrutura tecnologia necessária para cada Uso BIM	Definir qual infraestrutura tecnológica será necessária para atingir os objetivos definidos até aqui. É importante verificar os objetivos e mapas de processos, pois cada ação pode demandar uma tecnologia diferente.		Infraestrutura necessária; respectivos Usos e justificativas: por Uso BIM e para a instituição como um todo	Divulgação de mudanças, com respectivas justificativas	Programa de Acompanhamento de obsolescência e updates de tecnologias
5.1.1	PARA CADA USO DE 5.1: Definir Aplicações BIM	Definir as Aplicações BIM necessárias para dar suporte a cada Uso BIM definido em 5.1				
5.1.2	PARA CADA USO DE 5.1: Hardware	Definir as Aplicações BIM necessárias para dar suporte a cada Uso BIM definido em 5.1				
5.1.3	PARA CADA USO DE 5.1: Infraestrutura de rede	Definir as Aplicações BIM necessárias para dar suporte a cada Uso BIM definido em 5.1				
5.2	Consolidar a Infraestrutura tecnológica que será padronizada para a instituição, e que atenda todos os tipos de projetos	Consolidar a infraestrutura necessária (de aplicações BIM, hardware e rede) de cada Uso em uma infraestrutura da instituição. Esta consolidação pode ser feita de forma adaptada por posto de trabalho ou equipes (mais econômico), ou nivelada pela maior necessidade da instituição (menos econômico), a				

		depender dos objetivos, recursos e características da instituição.				
5.2.1	Aplicações BIM	Consolidar todas as Aplicações necessárias na instituição				
5.2.2	Hardware	Consolidar todos os Hardwares necessárias na instituição				
5.2.3	Infraestrutura de rede	Consolidar toda a Infraestrutura de rede necessária na instituição				

6) Políticas: Preparatória (Pessoas)

ITEM	Descrição	Objetivo e Importância	Referências externas para aprofundamento	Acompanhamento da Implementação (Etapa Transversal)		
				Documentação	Divulgação	Medição, P & D
6	**Políticas (Pessoas)**	Propor programas de aperfeiçoamento de pessoas, voltado às necessidades dos Usos BIM Mapeados	(SUCCAR, 2009, 2010); (SUCCAR et al., 2013); (SACKS et al., 2021).	**Etapa 11-6**		
6.1	Atribuir funções BIM	Atribuir as novas funções a atividades BIM para cada envolvido na implementação. Para tanto, faz-se necessário identificar as tarefas a serem desempenhadas, com suas respectivas necessidades (de recurso e treinamento).	(PLANBIM, 2019); (SACKS *et al.*, 2021); (ABNT NBR ISO 19650-2, 2022);	Quadro de novas funções		
6.2	Definir Matriz de Responsabilidades BIM	Desenvolver matriz de Responsabilidade BIM, que deve contar cada autor do processo de implementação, sua Função BIM e qual responsabilidade desempenha no processo. Posteriormente, quando da definição de um projeto ou contrato, a Matriz de Responsabilidades BIM pode ser detalhada em uma "Matriz de Responsabilidade detalhada".		Matriz Macro de Responsabilidades BIM		
6.3	PARA CADA USO BIM DE 3.9 Definir capacidades e habilidades necessárias, por Uso BIM	Definir, para cada Uso do Modelo BIM, quais as capacidades e habilidades necessárias.	(SUCCAR; SHER; WILLIAMS, 2013) (SOTO; MANRÍQUEZ; GODOY, 2019)			
6.4	Identificar pessoas: resistentes e aderentes à mudança	Identificar os indivíduos que são resistentes e os que são aderentes à mudança. Pessoas resistentes à mudança tendem a reduzir o engajamento da equipe e necessitam de atenção e capacitação especial. Pessoas	(SOTO; MANRÍQUEZ; GODOY, 2019)			Manter e Desenvolver programa de educação ao

		aderentes à mudança tendem a ser multiplicadoras e podem ajudar os resistentes. É importante que a implementação não seja excludente, e que se tente envolver ambos os perfis. Principalmente no setor público onde a resistência a mudança não pode ser vencida pela simples renovação do quadro de funcionários, devido à estabilidade profissional inerente ao setor.				longo da Implementação
6.5	Definir programa de treinamento continuado	Desenvolver um programa de treinamento e educação BIM continuado. Uma vez definida a Matriz de Responsabilidades BIM, as capacidades e habilidades necessárias por Usos BIM, e identificados os indivíduos resistentes e aderentes à mudança é possível determinar o programa de treinamento para cada indivíduo ou equipe. É importante levar em consideração o perfil das pessoas (nível hierárquico e tarefas que normalmente executam), os prazos e custos de treinamento. O treinamento deve ser considerado um processo contínuo dentro da organização, dado que as tecnologias estão em constante evolução, logo, as capacidades necessárias também.	(PLANBIM, 2019); (SOTO; MANRÍQUEZ; GODOY, 2019) (SACKS et al., 2021);	Programa de Treinamento Continuado	Divulgar Programa	

7) Políticas: Regulatório e Contratual

ITEM	Descrição	Objetivo e Importância	Referências externas para aprofundamento	Acompanhamento da Implementação (Etapa Transversal)		
				Documentação	Divulgação	Medição, P & D
7	**Políticas (Regulatório e Contratual)**	Propor políticas regulatórias e contratuais, voltado às necessidades dos Usos BIM Mapeados, gestão da informação, interoperabilidade, contratos e regulamentos diversos	(SUCCAR, 2009, 2010); (SACKS *et al.*, 2021); (ABNT NBT ISO 19650, 2022); (AMORIM, 2023); (SOTO; MANRÍQUEZ, 2023).	**Etapa 11-7**		
7.1	Definir padrões de gestão da informação e interoperabilidade	Definir a utilização de normas que padronizem a gestão da informação, tanto em critérios de condução de projeto, como em interoperabilidade, openBIM e classificação da informação. Recomenda-se estes padrões sejam definidos de forma participativa, e que estejam alinhados com o mercado local, e nacional.	(SACKS *et al.*, 2021); (ABNT NBT ISO 19650, 2022); (SOTO; MANRÍQUEZ, 2023);	Documentação de cada um dos padrões, e lições aprendidas	Divulgação dos padrões	Desenvolvimento, estudos e melhorias dos padrões
7.1	Definição de normas internas/externas para classificação da informação					
7.1	Definir padrões para openBIM					
7.2	Desenvolver documentos de padrões e requisitos BIM em cada tipo de projeto.	Desenvolvimento e definição de documentos de padronização internos à organização que permitam institucionalizar o conhecimento e fluxo de processos para cada tipo de projeto. Neste contexto é importante criar documentos para coordenação de projetos multidisciplinares, com padronização de troca de informações e compatibilização, assim como o controle de qualidade e aceitação do modelo BIM e dos entregáveis em geral. Estes documentos podem ainda	(SACKS et al., 2021); (AMORIM, 2023); (ABNT NBT ISO 19650, 2022); (SOTO; MANRÍQUEZ, 2023);			
7.3	Definir padrões para controle de qualidade e aceitação de projetos					
7.4	Definir padrões para coordenação de projetos multidisciplinares					

		incluir: Manuais de modelagem, Templates, Livros de Estilos, Requisitos de informação, padrões de Usos BIM, tipologia de projetos, etc.				
7.5	Apresentar e validar documento na área técnica/operacional	Validar os documentos com todos os envolvidos.	(SOTO; MANRÍQUEZ, 2023);			
7.6	Apresentar e validar documento com área jurídica	Validar os documentos com a área jurídica da instituição. Recomenda-se avaliar juridicamente os requisitos de informação, e verificar uma forma de incorpora-los aos contratos que farão parte dos processos de licitação				
7.7	Estimar o Retorno de Investimento - ROI	Estimar o Retorno de Investimento (ROI) a fim de manter a saúde financeira do processo de Implementação BIM. Recomenda-se apresentar o ROI à alta gestão, como fundamento para obtenção de apoio às mudanças necessárias. Posteriormente, com o andamento da implementação e a definição de mais detalhes, é importante acompanhar e retroalimentar o ROI, permitindo aumentar a precisão da estimativa.	(SACKS et al., 2021);			Acompanhar gastos com investimentos para posterior acompanhamento real do ROI
7.7.1	Estimar fluxo de caixa para cada meta e prazo macro da implementação					

8) Ambiente BIM

ITEM	Descrição	Objetivo e Importância	Referências externas para aprofundamento	Acompanhamento da Implementação (Etapa Transversal)		
				Documentação	Divulgação	Medição, P & D
8	**Ambiente BIM**	Estruturar o ambiente BIM a fim de promover a cultura da utilização do BIM no desenvolvimento/contratações de projetos	(SACKS *et al.*, 2021); (AMORIM, 2023); (ABNT NBT ISO 19650, 2022); (ABNT PR 1015, 2022)	**Etapa 11-8**		
8.1	Definir o (Ambiente Comum de dados) CDE	Definir e estruturar um Ambiente Comum de Dados (CDE), considerando o levantamento de tecnologias realizado no item 3 e o proposto no item 5. A implementação do CDE pela instituição é de fundamental importância para que se tenha controle sobre as informações dos projetos.	(SACKS et al., 2021); (AMORIM, 2023); (ABNT NBT ISO 19650-1, 2022); (ABNT NBT ISO 19650-2, 2022); (ABNT PR 1015, 2022)			
8.1.1	Estados de contêineres de informação	Definir procedimentos de revisão e aceite entre estados de contêineres.	(ABNT NBT ISO 19650-1, 2022); (ABNT PR 1015, 2022)	MODELOS DE INFORMAÇÕES		
8.1.1.1	Trabalho em andamento	Estruturar a informação em desenvolvimento. Neste contêiner a informação não está visível ou acessível a outras equipes, agentes ou organizações.				
8.1.1.2	Compartilhado	Estruturar a informação aprovada para ser compartilhada com o contratante ou outras equipes envolvidas.				
8.1.1.3	Publicado	Estruturar a informação para ser utilizada como detalhamento de projeto, construção ou gestão de ativos.				
8.1.1.4	Arquivado	Estruturar os arquivos de trocas de informações, permitindo a auditoria dos dados. Este contêiner contém a informação que foi superada, retirada de uso ou rejeitada do processo.				

8.1.2	Definir procedimentos de revisão e aceite entre estados	Desenvolver os procedimentos de como será o controle de revisão, versão e aceite para quando a informação for passar de um estado para outro. Aqui acontecem rodadas de checagem, revisões, aprovações e autorizações, para que a informação correta esteja no local correto.				
8.1.3	Definir padrão de nomenclatura, revisão e versão para os contêineres de informação e sua relação com os estados	Definir o padrão de nomenclatura, de versão e revisão e sua relação com o "status" da informação, que vai indicar em qual estado se encontra essa informação.				
8.2	Desenvolver e estruturar bibliotecas de objetos BIM	Desenvolver e organizar a biblioteca de objetos BIM e os gabaritos de projetos (templates) que serão necessários, conforme Usos BIM e Aplicação BIM definidos anteriormente. Possuir uma biblioteca e um gabarito de projeto bem estruturada (para cada tipo de projeto) é fundamental para o controle da informação e para o aumento da produtividade da equipe.	(SACKS et al., 2021);		Divulgar biblioteca para todos os envolvidos	
8.3	Desenvolver e estruturar gabaritos de projetos (templates)		(AMORIM, 2023); (SACKS et al., 2021);			
8.4	Definir perfis de acesso no CDE para cada função e responsabilidade BIM	Definir os perfis de acesso no CDE para cada profissional envolvido. Para tanto, é importante verificar as Funções BIM, Matriz de Responsabilidades, atividades e Aplicações BIM definidas anteriormente para cada indivíduo ou equipe de tarefa.	(SOTO; MANRÍQUEZ, 2023); (ABNT NBT ISO 19650-1, 2022); (ABNT PR 1015, 2022)			
8.5	Consolidar e validar procedimentos de utilização do CDE com os envolvidos	Consolidar e validar os procedimentos e as informações definidas com os envolvidos que irão utilizar o CDE para produzir, revisar, verificar ou gerenciar informações.		Documentar Política de trabalho no Ambiente BIM	Divulgar Políticas do Ambiente BIM	Melhorias no Ambiente BIM

9) Definição do Projeto (Piloto ou não)

ITEM	Descrição	Objetivo e Importância	Referências externas para aprofundamento	Acompanhamento da Implementação (Etapa Transversal)		
				Documentação	Divulgação	Medição, P & D
9	**Definição do Projeto (Piloto ou não)**	Mapear e Identificar os projetos mais viáveis, e com maior visibilidade frente ao BIM. Visando treinar ou aperfeiçoar práticas e Usos BIM.	(AMORIM, 2023); (SOTO; MANRÍQUEZ, 2023).	**Etapa 11-9**		
9.1	Escolher Projeto (Piloto ou não)	Definir projeto que poderá ser desenvolvido pela primeira vez (Projeto Piloto) ou não. Este projeto irá validar as definições e proposições BIM dos itens anteriores. Para a escolha dos projetos é sugerido que o tempo do projeto seja menor que o tempo da implementação desejada, a tipologia do projeto deve ser uma das anteriormente mapeadas para utilização do BIM, e devem ser feitas opções por tipos de projetos que sejam comuns na instituição, a fim de maximizar os benefícios da implementação	(SOTO; MANRÍQUEZ, 2023).	Divulgação de Projeto e envolvidos		
9.2	Definir as metas do projeto (com base nos problemas a serem superados e respectivos Usos BIM)	É importante ainda desenvolver formas de medição destes projetos, seja por acompanhamento de linha base de desempenho, definições de KPI ou outros indicadores. Esses indicadores, processos, padrões de entrega e de troca de informações, assim como o escopo e responsáveis do projeto piloto em BIM, devem ser controlados por meio de um Plano de Execução BIM – BEP.				
9.3	Definir Indicadores para o projeto (com base nos objetivos e problemas a serem superados)					
9.4	Definir linha de base para os projetos (com base em históricos anteriores e/ou nas metas desejadas)			Linha base de projetos		Acompanhar Medição dos Projetos
9.5	Estruturar protocolo de medição de indicadores	Definir protocolo de medição com a respectiva metodologia, responsáveis e periodicidade de				Definir método e

		medição. A equipe encarregada de medir os resultados deve entender o que está sendo medido, por que é medido e como será feita essa medição de indicadores.				Responsáveis pela medição do projeto
9.5.1	Definir metodologia de medição dos Indicadores					
9.5.2	Elencar periodicidade de medição					
9.5.3	Elencar responsáveis pela medição					
9.6	Determinar a forma de elaboração do projeto	Definir a forma de elaboração do projeto, dentre as opções sugeridas para este guia: Projeto Contratado (VERSÃO A); Projeto Recebido de instituição terceira para acompanhamento e fiscalização (Versão B) e Projeto Desenvolvido Internamente (Versão C).				
9.6.1	Contratado (Versão A)					
9.6.2	Recebido de instituição terceira para acompanhamento e fiscalização (Versão B)					
9.6.3	Executado Internamente (Versão C)					

10) Condução do Projeto – (ABNT NBR ISO 19650-2)

ITEM	Descrição	Objetivo e Importância	Referências externas para aprofundamento	Acompanhamento da Implementação (Etapa Transversal)		
				Documentação	Divulgação	Medição, P & D
10	**Condução do Projeto (ver ABNT NBR ISO 19650-2)**	Padronizar ações (baseadas na ABNT NBR ISO 19650) para a gestão da informação, incluindo troca, registro, versionamento e organização para os envolvidos no processo de trabalho.	(ISO 19650-1, 2022); (ISO 19650-2, 2022); (MESSNER et al., 2021); (AMORIM, 2023); (AMORIM *et al.*, 2023).	**Etapa 11-10 (ver ABNT NBR ISO 19650-2)**		
10.1	**Levantamento de Necessidades**					
10.1.1	Indicar profissionais responsáveis pelo gerenciamento das informações					
10.1.2	Estabelecer os Requisitos de Informação do Projeto					
10.1.3	Estabelecer as datas-macro de entrega das informações					
10.1.4	Estabelecer os padrões da informação do projeto					
10.1.5	Estabelecer métodos e procedimentos de produção da informação do projeto					
10.1.6	Estabelecer as informações de referência e recursos compartilhados do projeto					
10.1.7	Estabelecer o Ambiente Comum de Dados do Projeto					
10.1.8	Estabelecer o protocolo de informações do projeto					
10.2	**Convite à Licitação**					
10.2.1	Estabelecer os requisitos da troca de informação da contratante					
10.2.2	Reunir as informações de referência e os recursos compartilhados					
10.2.3	Estabelecer os requisitos e os critérios de avaliação das respostas à licitação					
10.2.4	Compilar a informação para o convite à licitação					
10.3	**Resposta à Licitação**					
10.3.1	Nomear os indivíduos que assumirão as funções de gerenciamento da informação					

10.3.2	Estabelecer o plano de execução BIM (BEP) pré-contratual da equipe de entrega			
10.3.3	Avaliar a competência e a capacidade das equipes de tarefas			
10.3.4	Estabelecer a competência e a condição técnica atual da equipe de entrega (Geral)			
10.3.5	Estabelecer o plano de mobilização da equipe de entrega			
10.3.6	Estabelecer o registro de riscos da equipe de entrega			
10.3.7	Consolidar a resposta da equipe de entrega à licitação			
10.4	**Contratação**			
10.4.1	Confirmar o plano de execução BIM (BEP) da equipe de entrega			
10.4.2	Estabelecer a matriz de responsabilidades detalhada da equipe de entrega			
10.4.3	Estabelecer os requisitos de troca da informação da contratada			
10.4.4	Estabelecer o(s) plano(s) de entrega de tarefas (TIDP)			
10.4.5	Estabelecer o plano de entrega da informação (MIDP)			
10.4.6	Completar os documentos de contratação da contratada			
10.4.7	Completar os documentos de contratação das subcontratadas			
10.5	**Mobilização**			
10.5.1	Mobilizar recursos			
10.5.2	Mobilizar a tecnologia da informação			
10.5.3	Testar métodos e procedimentos de produção da informação do projeto			
10.6	**Produção Colaborativa de Informação**			
10.6.1	Checar a disponibilidade de informações de referência e recursos compartilhados			
10.6.2	Gerar informação			
10.6.3	Realizar a verificação da garantia da qualidade			

10.6.4	Revisar a informação e aprovar para compartilhamento					
10.6.5	Revisão do modelo de informação					
10.7	**Entrega do Modelo de Informação**			Modelos de Informações desenvolvidos e Lições Aprendidas	Divulgação para os próximos contratos	
10.7.1	Submeter o modelo de informação para autorização da contratada					
10.7.2	Revisar e autorizar o modelo de informação					
10.7.3	Submeter o modelo de informação para aceitação da contratante					
10.7.4	Revisar e aceitar o modelo de informação					
10.8	**Encerramento do Empreendimento**					Publicar Resultados e Indicadores do Contrato
10.8.1	Arquivar o modelo de informação do projeto					
10.8.2	Compilar lições aprendidas para empreendimentos futuros					

NOTA.: O quadro deste item serve tanto para a VERSÃO A, B ou C citadas no fluxograma. Pois a descrição e referências dos itens entre elas não varia. Apenas alguns itens (algumas linhas) são omitidos. Para tanto, é importante utilizar o quadro proposto neste Apêndice em conjunto com o fluxograma do APÊNDICE D – Detalhamento dos subprocessos do Guia proposto.

APÊNDICE F – Protocolo de avaliação do Guia proposto

1 - Viabilidade

- *Questões fechadas com avaliação de 1 (um) a 5 (cinco):*

a) Quanto você compreendeu da estrutura conceitual do Guia de Implementação BIM?

b) Quão fácil você julga ser o Guia de Implementação BIM, considerando o formato de Fluxograma?

c) Quão fácil você julga ser o Guia de Implementação BIM, considerando o formato de Tabela?

d) Quão aderente é o Guia de Implementação BIM à legislação brasileira de administração pública?

e) Quão aderente o é Guia de Implementação BIM à área de desenvolvimento de projetos?

f) Quão útil é o Guia de Implementação BIM para a instituição onde você trabalha?

g) Caso você fosse utilizar o Guia de Implementação BIM, quão independente seria sua utilização:

- *Questões abertas:*

h) Para as questões avaliadas anteriormente com nota baixa, explique o motivo.

i) Conhece algum outro Guia de Implementação BIM que se adequa melhor à realidade da instituição onde você trabalha? Qual e Porquê?

j) Alguma sugestão/crítica/observação sobre a viabilidade do Guia de Implementação

2 - Versatilidade

- *Questões fechadas com avaliação de 1 (um) a 5 (cinco):*

a) Considerando sua experiência como funcionário público atual ou anteriores, quão adequado você acredita que o guia é, para cada forma de desenvolvimento de projeto apresentado? Avaliar cada item de 1 a 5.

   a. Projetos Contratados;

   b. Projetos Desenvolvidos Internamente;

   c. Recebimento e acompanhamento de projetos de órgãos terceiros;

b) Considerando sua experiência como funcionário público atual ou anteriores, quão adequado você acredita que o guia é, para cada esfera administrativa (federal, estadual, municipal)? Avaliar cada item de 1 a 5.

   a. Federal;

   b. Estadual;

   c. Municipal.

- *Questões abertas:*

c) Para as questões avaliadas anteriormente com nota baixa, explique o motivo.

d) Alguma sugestão/crítica/observação sobre a versatilidade do método?