

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
COMISSÃO DE GRADUAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**Lucas Machado Guimarães**

**PROPOSTA DE FRAMEWORK PARA A IMPLANTAÇÃO DE  
BIM EM INCORPORADORAS COM BASE NO MÉTODO  
DESIGN THINKING**

**Porto Alegre  
Abril de 2023**

**LUCAS MACHADO GUIMARÃES**

**PROPOSTA DE FRAMEWORK PARA A IMPLANTAÇÃO DE  
BIM EM INCORPORADORAS COM BASE NO MÉTODO  
DESIGN THINKING**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Comissão de Graduação do Curso de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil  
Orientador/a: Profa. Dra. Paulete Fridman Schwetz

**Porto Alegre  
Abril de 2023**

**Lucas Machado Guimarães**

**PROPOSTA DE FRAMEWORK PARA A IMPLANTAÇÃO DE  
BIM EM INCORPORADORAS COM BASE NO MÉTODO  
DESIGN THINKING**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pela Banca Examinadora, pelo/a Professor/a Orientador/a e pela Comissão de Graduação do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, abril de 2023

**BANCA EXAMINADORA**

**Profa. Paulete Fridman Schwetz (UFRGS)**

Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Orientador/a

**Profa. Mônica Regina Garcez (UFRGS)**

Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

**Eng. Laura de Medeiros Winter (CTE LYON)**

Engenheira pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Dedico este trabalho à minha família, principalmente a meus pais, Paulo e Reginalda, por todo suporte que me deram ao longo desses anos de graduação, seja de maneira prática ou emocional.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos meus pais, Paulo Ricardo Rocha Guimarães e Reginalda Machado Guimarães, por todo apoio que me deram ao longo desses anos, e que acompanharam meu crescimento pessoal e profissional durante a graduação, sempre acreditando no meu potencial e me incentivando a alçar voos mais altos.

Agradeço aos meus irmãos, Vitor Machado Guimarães, Guilherme Machado Guimarães e Felipe Machado Guimarães, que são para mim grandes referências de profissionalismo além de terem sido os que mais me desafiavam a ser cada vez melhor, além de sempre confiar no meu potencial enquanto profissional e ser humano.

Agradeço aos meus amigos e colegas que me apoiaram e me compreenderam durante o desenvolvimento deste trabalho, mas também vibraram pelos meus avanços e conquistas ao longo do caminho.

Agradeço também à minha orientadora Paulete Fridman Schwetz, não apenas pela paciência, mas por sonhar junto a proposta de trabalho e compartilhar comigo seus conhecimentos e visões de mundo que foram essenciais nesta construção.

Jamais considere seus estudos como uma obrigação, mas como uma oportunidade invejável para conhecer a beleza libertadora do intelecto, para seu próprio prazer pessoal e para proveito da comunidade à qual seu futuro trabalho pertencer.

*Albert Einstein*

## RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo propor um framework que contribua no processo de implantação de tecnologias de *Building Information Modeling* (BIM) em incorporadoras, usando como metodologia o *Design Thinking*. Utiliza-se para fins de estudo de aplicação do modelo, uma empresa fictícia de Porto Alegre com características que representem os modelos mais comuns de incorporadoras de médio porte da cidade. Segundo a literatura consultada, há diversos usos de BIM que poderiam ser empregados numa incorporadora. Porém, as empresas apresentam dificuldades em implantar o uso destas tecnologias. Com vistas nisso, buscou-se propor um framework para implantação de BIM em incorporadoras, com viés generalista e adaptável para diversos contextos. O método envolve investimentos estratégicos em capacitações de equipe, contratações de profissionais especialistas em BIM, remodelação de contratos, adequação de infraestrutura tecnológica, readequação de processos internos de trabalho e fluxos iterativos de melhorias via projetos-piloto. O *Design Thinking* é composto pelas fases de imersão, definição, ideação e entrega. Neste trabalho chegou-se até a fase de **ideação**, ou seja, o framework não foi prototipado ou testado, sendo necessário validá-lo em trabalhos futuros.

Palavras-chave: BIM; Implantação; Implementação; incorporadora; *Design Thinking*; Framework; tecnologia.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Dimensões de BIM .....	23
Figura 2 – Taxonomia dos usos de modelo, segundo Succar .....	25
Figura 3 - Os 25 casos de usos BIM identificados pela PennState University, nos EUA em 2009. Em laranja estão os usos mais comuns, sendo os em azul considerados secundários ou menos comuns.....	26
Figura 4 – Usos BIM para cada <i>software</i> da <i>Autodesk</i> .....	30
Figura 5 - Usos BIM para cada <i>software</i> da <i>Nemetschek</i> e da <i>Graphisoft</i> .....	31
Figura 6 - Usos BIM para cada <i>software</i> da <i>Trimble</i> e <i>Tekla</i> .....	31
Figura 7 - Usos BIM para cada <i>software</i> da <i>Bentley</i> .....	31
Figura 8 - Usos BIM para cada <i>software</i> da <i>TQS</i> , <i>Synchro</i> , <i>SOFiSTiK</i> , <i>IBM</i> , <i>Archibus</i> e outros .....	32
Figura 9 – Ano em que os usuários de BIM entrevistados declaram ter iniciado a adoção da tecnologia .....	41
Figura 10 – Tempo médio de adoção de BIM, para usuários de BIM em cada país .	41
Figura 11 – Intensidade de uso de BIM em relação ao tempo médio de adoção pela empresa/profissional .....	42
Figura 12 - Tempo médio de experiência em BIM dos profissionais que usam BIM em cada país.....	43
Figura 13 – Grau de conhecimento dos usuários em cada uma das Tecnologias digitais aplicadas à construção civil.....	47
Figura 14 – Nível de adoção de soluções em BIM, pelos profissionais de engenharia no Brasil .....	48
Figura 15 – Tempo de experiência em BIM, dos profissionais de engenharia que usam a tecnologia BIM no Brasil.....	48
Figura 16 – Principais barreiras para adoção de BIM no Brasil, segundo os profissionais da Engenharia .....	49
Figura 17 – ROI do investimento financeiro para adotar BIM, por profissionais da	

América Latina .....	50
Figura 18 – Método do Duplo diamante. Adaptado pelo autor .....	54
Figura 19 – Ciclo de vida de um empreendimento, com foco na atuação da incorporadora .....	62
Figura 20 – <i>Framework</i> de implantação de BIM, com base no método duplo diamante .....	73

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - % dos participantes da pesquisa com experiência em cada <i>software</i> BIM .....	32
Tabela 2 – Nível de benefício percebido pelos profissionais de engenharia no Brasil, por benefício.....	49
Tabela 3 – Principais ações voltadas para adoção de BIM no Brasil .....	65

## LISTA DE SIGLAS

AIA - American Institute of Architects

AECOM – Arquitetura, Engenharia, Construção, Operação e Manutenção

ASBEA - Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura

BEP - BIM Execution Plan

BIM – *Building Information Modeling*

CAD – Computer Aided Design

CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção

CDE - Common Data Environment

CIFE – Center for Facilities and Environment

ERP – Enterprise Resource Planning

GSA – United States General Services Administration

IFC – Industry Foundation Classes

LOD – Level-of-Development

NBIMS – National *Building Information Modeling* Standards

NBS – National Building Specifications

PENN STATE – Pennsylvania State University

USACE – U.S. Army Corps of Engineers

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>13</b>
1.1 Objetivos	15
1.1.1 Objetivo principal	15
1.1.2 Objetivos secundários	15
1.2 Delimitação	16
1.3 Justificativa	16
1.4 Estrutura do Trabalho	17
<b>2 REVISÃO TEÓRICA</b>	<b>18</b>
2.1 Conceito BIM	18
2.1.1 Definições de BIM	18
2.1.2 BIM X CAD	21
2.1.3 Dimensões de BIM	22
2.1.4 Usos de BIM ou Usos de Modelo BIM	24
2.1.5 Exemplos de <i>Softwares</i> com Usos BIM	29
2.2 Partes Envolvidas em um Empreendimento	33
2.2.1 Incorporador	33
2.2.2 Construtor	34
2.2.3 Instaladores	35
2.2.4 Projetistas	36
2.3 Boas Práticas Recomendadas para a Construção Civil	37
2.3.1 Serviços finalizados por fase do empreendimento	37
2.3.2 Treinamentos	39
2.3.3 Conferência de atividades	39
2.4 Cenário do BIM no Mundo	40
2.4.1 Principais países no mundo	40
2.4.2 América do Sul	42
2.4.3 Cenário do BIM no Brasil	43
<b>3 MÉTODO DE IMPLANTAÇÃO DO BIM EM EMPRESAS DE MÉDIO PORTE</b>	<b>52</b>
3.1 Design Thinking	53
3.1.1 Estrutura de trabalho no <i>Design Thinking</i>	53
3.1.2 Princípios do <i>Design Thinking</i>	56
3.1.3 As três lentes do processo	57
3.2 Incorporadora de médio porte para estudo	58
3.3 <i>Framework</i> para implantação de BIM em incorporadoras com base no <i>Design Thinking</i>	61
3.3.1 Definir objetivos corporativos	62
3.3.2 Primeiros usos de BIM em uma incorporadora	63
3.3.3 Capacitações da tecnologia BIM para os funcionários	64
3.3.4 Infraestrutura tecnológica	66
3.3.5 Modelos de contratações de projetos	68
3.3.6 Reformulação de processos	70
3.3.7 Primeiros cases	71

<b>4</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>74</b>
<b>5</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>75</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Atividades de Engenharia Civil estão entre as mais antigas da humanidade e, assim como a maioria das outras atividades, foi se adaptando e evoluindo com o avanço intelectual e tecnológico da sociedade.

Hoje, a construção se tornou um dos maiores mercados da humanidade, com processos altamente complexos e especializados. Atualmente, é possível a realização de construções extremamente sofisticadas, com bastante rapidez e um alto nível de qualidade.

Essa revolução foi lenta e possui diversos marcos na história que alteraram bastante a forma como as edificações foram sendo construídas e os escopos de atividades de cada nicho deste mercado. Um desses nichos é o mercado de projetos de engenharia e arquitetura.

Tradicionalmente, ao longo da história, os projetos eram concebidos via desenhos manuais, junto a diversas documentações. Profissionais passavam horas, dias, semanas e até meses, elaborando pranchas de projetos, representando plantas baixas, cortes, elevações e detalhamentos para os projetos de suas construções, com o uso de, por exemplo, instrumentos de desenho, escrita e pintura, em papéis ou similares.

Ainda na década de 1960, os primeiros programas computacionais que utilizavam o conceito Computer Aided Design (CAD) surgiram, iniciando um processo de digitalização dos projetos. Com a popularização dos computadores pessoais nas décadas de 80/90, os sistemas CAD tiveram um grande desenvolvimento, com o surgimento de diversas ferramentas computacionais, entre elas o AutoCAD. A troca da caneta nanquim e do papel vegetal trouxeram uma eficiência no tratamento dos projetos e o seu espaço virtual evoluiu do 2D até chegar aos elementos 3D. A metodologia foi tão útil, que até hoje diversas empresas e profissionais a utilizam em seus fluxos de atividades, obtendo excelentes resultados.

Apesar de uma grande evolução tecnológica, os sistemas CAD não foram uma mudança de paradigma, pois apenas houve a troca do desenho à mão pelo desenho por computador, sendo uma otimização em diversos indicadores. Porém a atividade mantinha como fim a representação gráfica do projeto.

Paralelo a isso, temos a metodologia BIM (*Building Information Modeling*), que traz uma verdadeira quebra de paradigma.

Os fundamentos conceituais da tecnologia BIM remontam aos primeiros dias da computação, tendo diversos marcos históricos e estudiosos colaborando para sua evolução e disseminação. Segundo Eastman (2007):

O termo BIM é uma palavra em voga usada pelos desenvolvedores de *software* para descrever as capacidades que seus produtos oferecem. Dessa forma, a definição de o que constitui tecnologia BIM está sujeita a variações e confusões. Para lidar com essa confusão, é útil descrever soluções de modelagem que não utilizam a tecnologia BIM.

Tendo isso em vista, torna-se importante uma definição mais completa do que é BIM. De acordo com a CBIC (2016):

*Building Information Modeling* - BIM - é um conjunto de políticas, processos e tecnologias que, combinados, geram uma metodologia para o processo de projetar uma edificação ou instalação, ensaiar seu desempenho, e gerenciar as suas informações e dados, utilizando plataformas digitais (baseadas em objetos virtuais) através de todo o seu ciclo de vida

Se com o CAD era possível desenhar linhas e hachuras no computador para representar objetos reais, o BIM abre a possibilidade não apenas de criar objetos virtuais em 3D para representar objetos reais, como também de conferir informações a estes objetos e, assim, criar sistemas complexos de gerenciamento de toda cadeia produtiva na construção civil e afins.

Infelizmente, mesmo nos anos 2000, com maior acesso a computadores, *softwares* e conhecimentos ainda mais disponíveis sobre essas metodologias, ainda era grande a quantidade de profissionais que não faziam uso de tecnologias computacionais na confecção de seus projetos.

Atualmente, observa-se um expressivo avanço da digitalização do setor da construção civil em muitos países, sendo que em vários deles já existe uma obrigatoriedade que empresas do mercado de Arquitetura, Engenharia, Construção, Operação e Manutenção (AECOM) façam uso de metodologia BIM em seus processos. Entretanto, no Brasil, o BIM ainda é tratado como uma novidade e, de fato,

o número de empresas que utilizam este conceito no mercado da construção civil ainda é baixo (*Dodge Data, 2021*).

Não obstante, de acordo com o Mapeamento de Maturidade BIM Brasil, feito pela empresa Sienge e parceiros (2020, p. 15) somente 38,4% das empresas de construção brasileiras participantes do estudo já utilizam o BIM, e 70% pretende adotar a metodologia BIM nos próximos dois anos. Diante deste panorama, este trabalho procura auxiliar as empresas do mercado AECOM a implementar a metodologia BIM.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo principal**

Esse trabalho tem por objetivo principal propor um framework para a implantação da metodologia BIM em incorporadoras, com foco nas empresas de médio porte. No decorrer do trabalho serão apresentadas as principais mudanças que precisam ocorrer ao sair de um processo tradicional (onde os projetos são entregues em CAD) para um método com uso de tecnologia BIM.

### **1.1.2 Objetivos secundários**

Facilitar a implantação de BIM em incorporadoras, com a proposta de um *framework*, tem como objetivos secundários viabilizar:

- Previsões de custos mais assertivas aos empreendimentos;
- Projetos mais bem compatibilizados e coordenados;
- Facilitar o entendimento e acesso às informações de projetos, às partes envolvidas da construção;
- Proporcionar capacitação constante aos profissionais envolvidos nas empresas;
- Modernizar processos e introduzir mais tecnologia nas empresas AECOM.

## 1.2 Delimitação

Tendo em vista que as configurações e estruturações de empresa divergem muito entre si, seja no contexto nacional ou internacional, este trabalho fará uma proposta de *framework* intencionalmente generalista, que tenha capacidade de ser adaptada para diferentes contextos, porém sempre focando em empresas que se enquadrem na categoria “incorporadora”.

Para uma melhor adequação do *framework* proposto, também será usado como base a estruturação e funcionamentos de incorporadoras na cidade de Porto Alegre de médio porte. Essa delimitação não inviabiliza necessariamente a adaptação do *framework* para incorporadoras de outras cidades ou mesmo de outros portes. Porém, para fins de estudo e maior assertividade, optou-se em delimitar o quesito regional e tamanho de empresa.

## 1.3 Justificativa

O tema deste trabalho foi escolhido principalmente pelas vivências profissionais do autor em escritórios de projetos, incorporadoras e construtoras, onde *stakeholders* demonstraram, por vezes, dificuldades, confusões e resistências em modernizar seus métodos de trabalho. Neste contexto, o BIM era regularmente trazido como novidade, apesar de parecer promissor. Verificava-se que poucos tinham real domínio ou entendimento de seu contexto e usos no mercado. Além disso, a necessidade de investimento em treinamentos, mudanças em formas de trabalho e a remodelação documentos e estruturas, regularmente desmotivava lideranças, já muito atarefadas. Os mais recorrentes ímpetos de mudança de fluxo de trabalho ocorriam pela espontaneidade de profissionais em se capacitarem por iniciativa própria e simples aquisição de *software* pela empresa. Estes ímpetos de adesão ao BIM, por ocorrerem em baixa escala, apresentavam diversas confusões a respeito das melhores formas de empregar estas tecnologias, descontinuidades no processo e retrocessos. Neste contexto, mesmo que houvesse usos de BIM pontuais nas empresas, os fluxos de trabalho eram frágeis e, por vezes, reféns dos profissionais que os aplicavam, não sendo, necessariamente, parte da estratégia da empresa. Os esforços de baixa escala também acabavam por não viabilizar que o BIM entregasse toda sua potencialidade

de benefícios, ou mesmo, os investimentos poderiam dar retornos maiores, mais bem estruturados e eficientes.

Em resumo, a justificativa deste trabalho está no interesse não apenas de facilitar empresas e profissionais a modernizar suas formas de trabalho, mas em facilitar acesso a métodos que poderão melhorar a qualidade de entregas de toda a cadeia produtiva da construção.

#### **1.4 Estrutura do Trabalho**

Este trabalho inicia pelo capítulo 1 da introdução, em que é apresentado um breve contexto do BIM no mundo e no Brasil, demonstrando a problemática que será abordada no trabalho.

No capítulo 2, faz-se uma Revisão teórica que serve de embasamento para o desenvolvimento do *Framework*. O item 2.1 inicia com uma ampla definição de BIM, abordando desde o conceito até usos de BIM dentro do mercado AECOM. No item 2.2 é apresentada algumas partes envolvidas na cadeia produtiva da construção de um empreendimento, com a finalidade não só de defini-los como também apresentar seus papéis e relações entre si. No item 2.3 é apresentado brevemente algumas boas práticas que são desejáveis ao bom funcionamento das empresas do mercado AECOM. Por fim no item 2.4 é apresentado o contexto de BIM no mundo, com foco no mercado brasileiro, apresentando ao final uma síntese deste contexto apresentado na revisão teórica.

No Capítulo 3 é descrito o método para implantação de BIM, começando pelo item 3.1 que apresenta o *Design Thinking* como metodologia base para o *framework*. O item 3.2 apresenta uma configuração de incorporadora hipotética e representativa das incorporadoras de médio porte de Porto Alegre, baseado em uma incorporadora real da cidade. O item 3.3, por fim apresenta as diretrizes chave para a implantação de BIM em incorporadoras, com base no *Design Thinking*.

No capítulo 4 são apresentadas algumas considerações finais, com análise de resultados e vistas de futuros possíveis trabalhos derivados.

## 2 REVISÃO TEÓRICA

### 2.1 Conceito BIM

Diversos termos foram criados ao longo do tempo para caracterizar e denominar propostas de tecnologias e fluxos de trabalho, que foram precedentes teóricos do conceito de *Building Information Modeling* (Eastman et al., 2007). A publicação mais antiga encontrada voltada ao conceito, é devida a Chuck Eastman em uma publicação no extinto *Jornal IAI* em 1975, com o termo *Building Product Model*.

Porém, a disseminação do termo BIM como entendemos hoje, já após o refinamento de outros conceitos similares, seria de responsabilidade de *Jerry Laiserin*. Laiserin postulou a expressão como nome comum para uma representação digital do processo de construção, visando facilitar a interoperabilidade da informação em meios digitais (Eastman et al., 2007).

#### 2.1.1 Definições de BIM

Apesar disto, conforme citado anteriormente, a definição de o que constitui tecnologia BIM está sujeita a variações e confusões, sendo que na prática, não há um consenso quanto a sua definição e autores costumam explicar de forma sucinta dentro de seus processos. A seguir, serão apresentadas algumas definições.

Eastman et al. (2007) definem BIM como uma “tecnologia de modelagem e um conjunto associado de processos para produzir, comunicar e analisar modelos de construção”. Continua trazendo que “Com a tecnologia BIM, um modelo virtual preciso de uma edificação é construído de forma digital. Quando completo, o modelo gerado computacionalmente contém a geometria exata e os dados relevantes, necessários para dar suporte à construção, à fabricação e ao fornecimento de insumos necessários para a realização da construção”.

No Capítulo 1, foi trazida outra definição de BIM pela CBIC (2016), que corrobora com a definição de Eastman para BIM, trazendo que esta tecnologia vai além da

modelagem, para também os seus usos, políticas e processos envolvidos.

Uma definição mais completa e que aborda diversos aspectos de BIM, é trazida pela *United States General Services Administration* (GSA, 2007), conforme segue:

*Building Information Modeling* é o desenvolvimento e uso de um modelo de dados de um *software* de computação multifacetado, não apenas para documentação de projeto, mas para simular a construção e operação de uma nova instalação ou modernização dela. O modelo BIM resultante é uma representação digital de uma instalação baseada em: objetivos, riqueza de informações, inteligência e parametrização. A partir disto, podem ser extraídas e analisadas várias informações disponíveis para diversos usuários a fim de gerar um feedback, e melhorar o projeto da instalação.

Para este trabalho, a definição de BIM tomada como base será a apresentada pela GSA (2007), por abordar diversas facetas dos usos de modelos BIM. Não obstante, as outras definições não estão incorretas. Apenas, entende-se que abordam aspectos diferentes da tecnologia.

A aplicação de BIM em mercado costuma se preocupar principalmente com os benefícios que uma tecnologia pode trazer para os seus negócios e, não necessariamente, com as definições, contextos e teorias por detrás de uma metodologia que é empregada. Para a indústria AECOM, costuma-se perceber o BIM acontecendo por meio dos *softwares*, e é muito discutido sobre o que se faz com essas ferramentas computacionais. Salta muito aos olhos a potência que os inovadores instrumentos de trabalho podem proporcionar e, muitas vezes, é daí que nascem os maiores problemas em implementação de inovações e processos. referência

A experiência do autor como atuante na AECOM permitiu verificar que, no mercado de trabalho, existem profissionais de alta maestria no uso de *software* ainda muito jovens, porém com dificuldades de empregar os fluxos de uma tecnologia BIM. Por outro lado, observou- profissionais que extraem ao máximo as capacidades de *hardware* e *software*, sabendo aliar diversas ferramentas e as funcionalidades de cada uma. Apesar disso, percebeu, nitidamente, que, para se obter sucesso nos fluxos de trabalho de uma incorporadora (seja do setor que for), não basta as equipes terem altas capacidades de manejo de *software*. É imprescindível processos bem alinhados e eficazes para atingir os resultados esperados e que possam auxiliar a equipe a usufruir ao máximo os benefícios e capacidades que suas ferramentas tecnológicas

possibilitam.

Naturalmente, faz parte do desenvolvimento de equipes fortes que atuam em BIM, que seus integrantes saibam manejar *softwares* com funcionalidades BIM. Porém, ao revisitar a teoria e o que os estudiosos no assunto trazem, verifica-se que a tecnologia vai muito além do *software* e que empregar fluxos de trabalho, tradicionalmente operacionalizados com ferramentas CAD, para ferramentas com funcionalidades BIM, não aproveita ao máximo os benefícios da tecnologia.

Para isso, é importante voltar às origens, daquilo que os teóricos que conceberam o BIM tinham em mente ao construir essa tecnologia ao longo de quase 50 anos. Conforme detalhado no livro “Manual de BIM” (Eastman et. al, 2007, p.13) BIM pode ser definido como “uma tecnologia de modelagem e um conjunto associado de processos para produzir, comunicar e analisar modelos de construção”. Em contrapartida, CAD é uma definição simples que nos traz a ideia da tecnologia, auxiliando a produção de graficação de projetos (no contexto do mercado AECOM, CAD costuma ser empregado para realizar projetos voltados para este mercado).

BIM não é apenas uma tecnologia que auxilia desenhos ou representações gráficas. Trata-se de uma tecnologia que tem seu principal alvo no gerenciamento e modelagem de informações e que empregado no contexto do mercado AECOM, possui diversas funcionalidades que auxiliam esse fim (Eastman et al., 2007).

O conceito aqui proposto não é por acaso, pois alguns profissionais entendem BIM apenas como as capacidades que alguns *softwares* têm de auxiliar a modelagem virtual 3D de elementos/objetos empregados na construção e colocar informações nesses objetos para, então, trabalhar com as informações das mais diversas formas (Eastman et al., 2007). A definição acaba sendo incompleta, pois não aborda todas as capacidades possíveis que o BIM pode proporcionar.

Para o objetivo deste TCC, torna-se imprescindível que, ao propor um *framework* de implantação de BIM em incorporadoras, se faça uma comparação, mesmo que breve e abstrata entre BIM e CAD, enfatizando benefícios e problemas encontrados.

### 2.1.2 BIM X CAD

Para fins de simplificação, neste trabalho ao se referir a *softwares* que possuem capacidades e funcionalidades de tecnologia CAD, será utilizada a expressão “*softwares CAD*” ou “ferramentas CAD”. Da mesma forma, para se referir a *softwares* com capacidades e funcionalidades de tecnologia BIM, utilizar-se-á “*softwares BIM*” ou “ferramentas BIM”. Ambas as simplificações são comumente usadas de forma convencional.

As tecnologias CAD e BIM possuem diversas similaridades. Ambas as tecnologias têm como, dentre muitos dos objetivos, auxiliar profissionais de diversas áreas a realizarem projetos e designs computacionais (nisto pode-se observar que a ferramenta, apesar do foco e público-alvo, pode ser aproveitada em outras áreas da indústria, conforme profissionais assim constatarem valor ao empregar as ferramentas em seus processos).

Ao passo que as tecnologias CAD revolucionaram o mercado AECOM, viabilizando formas muito mais ágeis para projetar, logo que outra tecnologia, com similaridades técnicas (e muitas vezes sendo usada para gerar os mesmos entregáveis) surge como uma melhoria, é importante entender as melhores formas de empregar essa nova tecnologia. Isto é trazido pois, conforme o Volume 4 da coletânea de implementação de BIM da CBIC (2017), muitos profissionais entendem ou usam as tecnologias BIM, primeiramente, como ferramentas de modelagem e representação visual em 3D.

Ao longo dos anos, os *softwares* vêm se desenvolvendo, permitindo acréscimo de informações nos desenhos (comprimento de linhas, ângulos, áreas, volumes), além de blocos de dados, textos, dados, tabelas associadas e outras funcionalidades permitirem fluxos de trabalho para análise/extração de informações e até quantificação. A introdução da modelagem 3D nos *softwares CAD* chegou a permitir definições complexas e avançadas, até mesmo com ferramentas paramétricas para geração de sólidos e superfícies (Eastman et al., 2007). A tecnologia CAD evoluiu em muito ao longo dos anos, sendo aliado importante dos profissionais do mercado AECOM para representar projetos mais complexos, assertivos e ágeis. Porém, com o avanço natural da tecnologia e dos processos de trabalho, foi surgindo a necessidade

de, além de transmitir as representações gráficas em desenhos e modelagens 3D, da inserção de informações dos elementos que compõem os projetos. Afinal, projetos no mercado AECOM são, em sua essência, formas de entregar soluções e informações para atingir ou viabilizar determinado fim. Neste contexto, o BIM surge como uma espécie de evolução da tecnologia CAD, porém com lógica bastante diferente, conforme mostra o item a seguir.

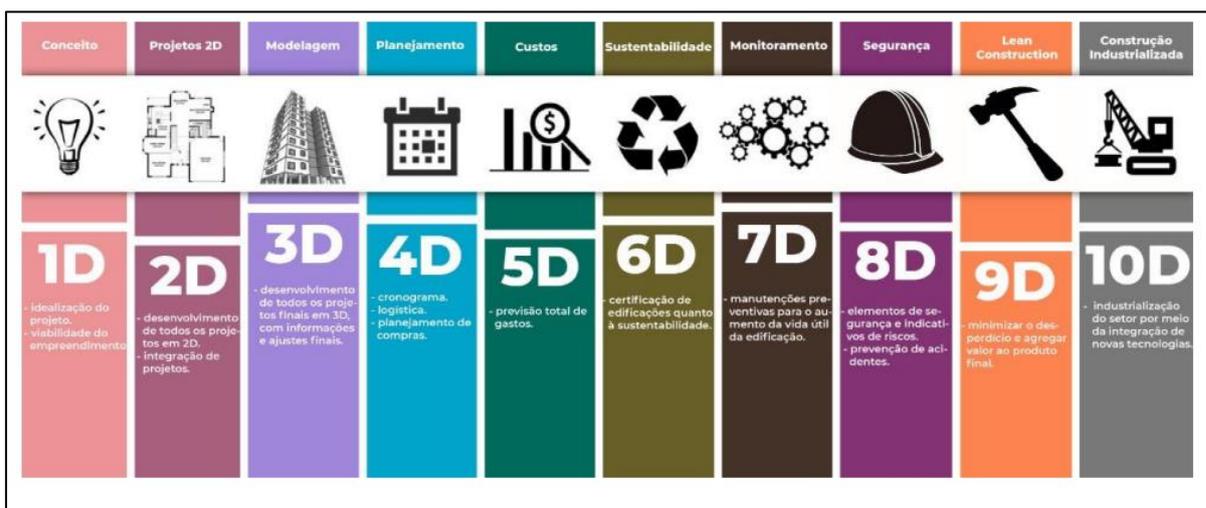
### **2.1.3 Dimensões de BIM**

Tendo em vista a mudança de processo de projeto da tecnologia BIM, foi necessário estudar formas de organizar e usar as informações geradas pelos modelos BIM. O conceito de dimensões do BIM surge como uma forma de explicar os macro usos possíveis de BIM, como se, além das 3 dimensões espaciais, BIM também atuasse com dimensões como tempo (4D) e custos (5D) (Lee et al, 2003).

Segundo KOUTAMANIS (2020), observa-se que há falta de consenso além da quinta dimensão de BIM e padronização de nomenclatura para impor consistência. Além disso, quando se aborda o conceito de dimensões de BIM, tende-se a usar o termo metaforicamente, falando sobre dimensões para expressar capacidades de processamento de informações para vários aspectos.

Não obstante, podemos encontrar diversos profissionais e acadêmicos que empregam a abordagem de dimensões de BIM para representar os demais âmbitos da informação, criando um verdadeiro sistema de classificação. A Figura 1 mostra o que hoje seriam as 10 dimensões do BIM.

Figura 1 – Dimensões de BIM



Fonte: Modelaz (2023)

De forma resumida, segundo a Modelaz (2023), as 10 dimensões de BIM podem ser descritas como:

- 1ª Dimensão
  - Idealização do projeto;
  - Viabilidade do empreendimento;
- 2ª Dimensão
  - Desenvolvimento de todos os projetos em 2D;
  - Integração de projetos;
- 3ª Dimensão
  - Desenvolvimento de todos os projetos finais em 3D, com informações e ajustes finais;
- 4ª Dimensão
  - Cronograma;
  - Logística;
  - Planejamento de compras;
- 5ª Dimensão
  - Previsão total de gastos;
- 6ª Dimensão
  - Certificação de edificações quanto à sustentabilidade;
- 7ª Dimensão

- Manutenções preventivas para o aumento da vida útil;
- 8ª Dimensão
  - Elementos de segurança e indicadores de riscos;
  - Prevenção de acidentes;
- 9ª Dimensão
  - Minimizar o desperdício e agregar valor ao produto;
- 10ª Dimensão
  - Industrialização do setor por meio da integração de novas tecnologias.

#### **2.1.4 Usos de BIM ou Usos de Modelo BIM**

Segundo Bilal Succar (2020):

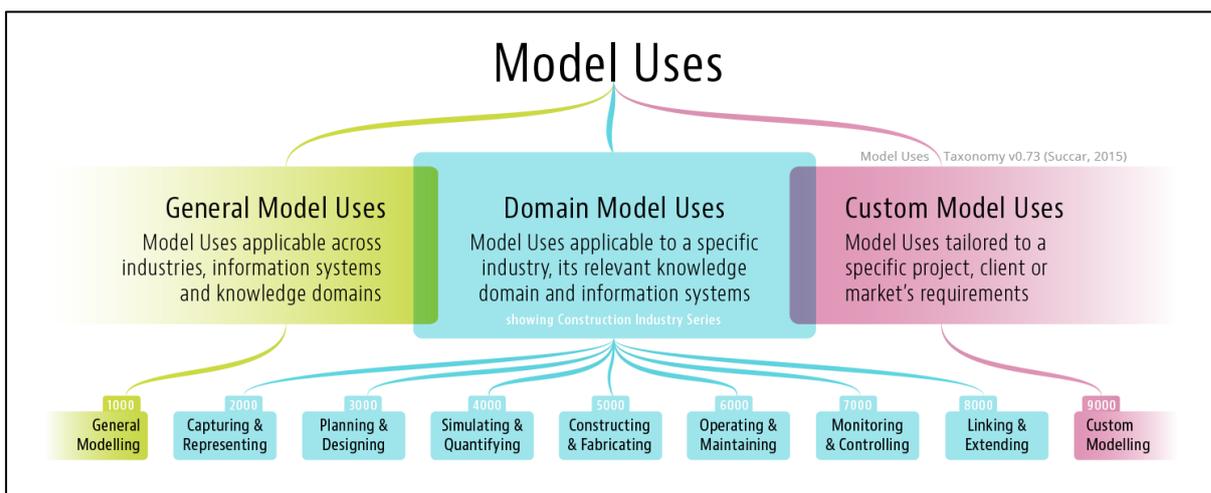
Os usos do modelo identificam e reúnem os requisitos de informação que precisam ser entregues como – ou incorporados em – modelos digitais 3D. Como um bloco de conhecimento, os usos do modelo fazem parte de uma linguagem modular maior que conecta requisitos de informações com unidades do sistema, funções definidas e itens de competência

Em outras palavras, um modelo BIM pode ter diversos usos, e estes usos são viabilizados pela forma com que a informação do modelo é organizada e quais informações estão nos objetos.

Succar (2020) apresenta os usos de modelo em uma taxonomia, que organiza os usos de BIM em uma estrutura em camadas que permite:

- agrupamento de usos de modelo de diferentes setores;
- estreito alinhamento com a Taxonomia de Competências (não será abordado neste trabalho);
- casos de uso personalizados para projetos exclusivos e;
- expansão futura para classificações de todo o ciclo de vida.

Figura 2 – Taxonomia dos usos de modelo, segundo Succar



Fonte: 211 in Model Uses List (Succar, 2020)

A taxonomia apresentada inclui 3 categorias e 9 séries conforme segue:

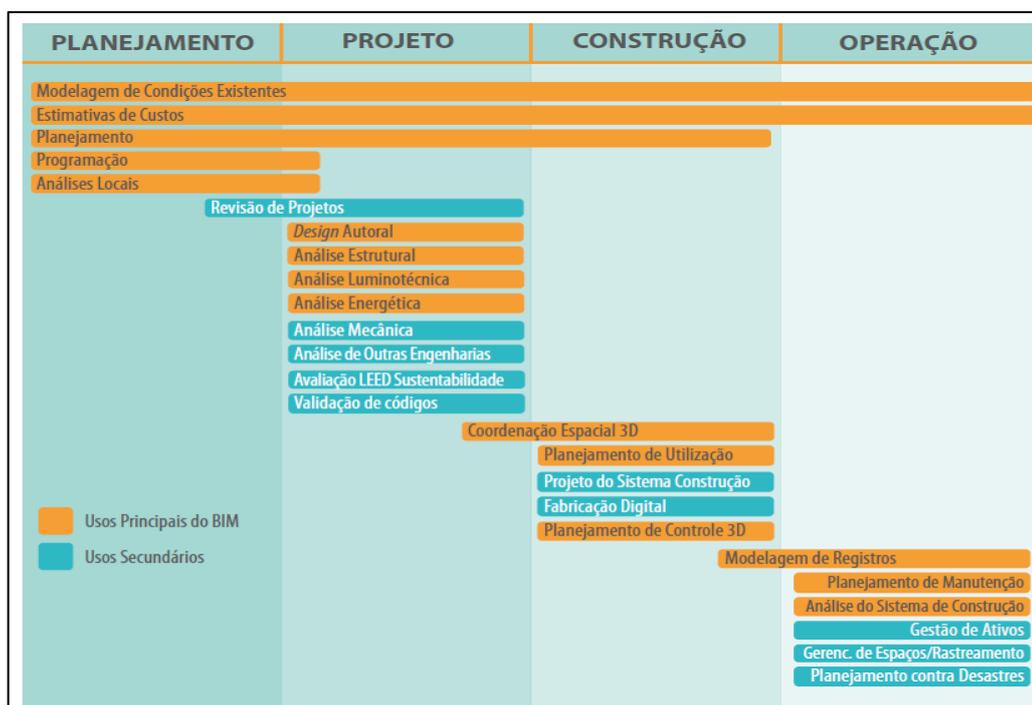
- **Categoria I (usos gerais do modelo):** representam todas as informações de modelagem aplicáveis em todos os domínios de conhecimento, indústrias e sistemas de informação. Esta categoria possui apenas a Série 1 de “Modelagem Geral”;
- **Categoria II (Usos de modelo de domínio):** representam informações de modelagem específicas do setor. Esta categoria se subdivide em 7 séries:
  - **Série 2:** Capturando e Representando
  - **Série 3:** Planejamento e Projeto
  - **Série 4:** Simulando e Quantificando
  - **Série 5:** Construção e Fabricação
  - **Série 6:** Operação e manutenção
  - **Série 7:** Monitoramento e controle
  - **Série 8:** Ligação e extensão
- **Categoria III (Usos de modelos personalizados):** são uma combinação de usos de modelos gerais e de domínio para atender aos requisitos não típicos de um projeto específico. Esta categoria conta apenas com a Série 9 “Modelagem Personalizada”.

Até o momento atual, Succar (2019) levantou 128 usos de modelo BIM, estruturados nesta taxonomia. As iniciativas de Succar servem de suporte teórico para

diversos pesquisadores e profissionais, levantando material teórico para dezenas de usos possíveis de BIM. As nomenclaturas e categorizações para usos de BIM contam com fortes embasamentos e estudos. Porém, ainda estão em desenvolvimento e sendo difundidas aos poucos entre os profissionais.

Outra abordagem para usos de BIM é a da PennState University, utilizada como base teórica para importantes materiais brasileiros sobre BIM, como os da CBIC (2017), e os da ABNT/CEE-134<sup>1</sup>. A PennState University (Kreider et al., 2009) organizou cerca de 25 usos de BIM mais comuns por fases de projeto, após diversas entrevistas com especialistas do setor, análise de estudos de caso de implementação e revisão da literatura. Na Figura 3 é possível ver os usos levantados, em gráfico desenvolvido pela CBIC (2017), na coletânea BIM.

Figura 3 - Os 25 casos de usos BIM identificados pela PennState University, nos EUA em 2009. Em laranja estão os usos mais comuns, sendo os em azul considerados secundários ou menos comuns.



Fonte: Coletânea de Implementação de BIM, Volume 1. CBIC, 2017.

<sup>1</sup> ABNT/CEE-134: Comissão de Estudo Especial de Modelagem de Informação da Construção (BIM), é um grupo especial de estudos da ABNT responsável por desenvolver normas técnicas de BIM. Conta atualmente (03/2023) com pelo menos 14 normas publicadas.

Apesar da PennState apontar 25 usos de BIM mais comuns, Succar (2016) esquematizou dezenas de usos BIM em seus artigos. Portanto, não é recomendado se ater apenas aos usos de BIM mencionados. Outro ponto relevante, é que raros são os casos em que equipes utilizem todos os 25 usos listados de BIM em um mesmo projeto, apesar de estar se tornando cada vez mais comum sua utilização. As empresas que desejarem implantar BIM em seus fluxos, podem, naturalmente, focar seus esforços em implementar apenas alguns dos usos, conforme seus objetivos estratégicos.

No *BIM Project Execution Planning Guide, Version 2.2* (MESSNER et al., 2019), a PennState University em seus apêndices B's, trazem breves descrições de cada uso de BIM (em inglês, Model Use), com referências para aprofundar entendimentos. Cada um destes usos de BIM pode ser alocado no ciclo de vida de uma edificação e, por consequência, ser utilizado em algum nível por empresas de construção.

Para melhor abordar possíveis usos de BIM, serão trazidas as definições para alguns desses usos de BIM, conforme a PennState (2019).

#### 2.1.4.1 *Design Autoral (Design Authoring)*

Em tradução livre, o uso BIM de design autoral é descrito como:

Um processo no qual o *software* BIM é usado para desenvolver um Modelo de Informação da Construção com base em critérios que são importantes para a tradução do projeto do edifício. Dois grupos de aplicativos estão no centro do processo de projeto baseado em BIM: ferramentas de criação de projeto e ferramentas de auditoria e análise. As ferramentas de autoria criam modelos enquanto as ferramentas de auditoria e análise estudam ou aumentam a riqueza de informações em um modelo.

As ferramentas de criação de projetos são tidas como o primeiro passo para os usos de BIM, e muito a isto se deve por criarem os entregáveis que serão utilizados durante os fluxos de trabalho em BIM.

#### 2.1.4.2 Revisão de projetos (*Design Review*)

Em tradução livre, o uso de BIM para revisão de projetos é descrito como:

Um processo no qual as partes interessadas visualizam um modelo BIM e fornecem seus comentários para validar vários aspectos do projeto. Esses aspectos incluem avaliar o cumprimento do programa, visualizar a estética e layout do espaço em um ambiente virtual e definir critérios como layout, linhas de visão, iluminação, segurança, ergonomia, acústica, texturas e cores etc.

Revisões de projeto em BIM podem ser feitas tanto em *softwares* de computador quanto em outros dispositivos, como celulares e tablets, e até mesmo soluções em realidade aumentada (de Oliveira, 2019).

Em fins práticos, este uso de BIM pode ser empregado desde fins comerciais, até compatibilizações de fase inicial, suporte na execução das instalações e auditorias. É também particularmente útil para validar propostas de solução em uma construção. Por exemplo, pode-se realizar a modelagem em alto detalhamento de um pequeno trecho do empreendimento, a fim prototipar opções de soluções e facilitar análises minuciosas caso a caso.

#### 2.1.4.3 Estimativas de custo (*Cost Estimation*)

Em tradução livre, o uso de BIM para estimativas de custo é descrito como:

Um processo no qual o BIM pode ser usado para auxiliar na geração de levantamentos quantitativos precisos e estimativas de custo ao longo do ciclo de vida de um projeto. Esse processo permite que a equipe do projeto veja os efeitos de custo de suas alterações, durante todas as fases do projeto, o que pode ajudar a reduzir estouros excessivos de orçamento devido a modificações no projeto.

Dentre as principais informações que modelos BIM carregam, estão os quantitativos associados às propriedades geométricas (Tanko et al., 2019). Não apenas as partes envolvidas têm uma maior agilidade e facilidade em levantar

quantidades precisas, como também é possível avaliar visualmente nos modelos BIM e de maneira contextualizada os quantitativos que influem em custos. Em casos mais avançados, estas estimativas de custos podem ser associadas aos cronogramas de obra, facilitando o rastreo no espaço e tempo dos desembolsos financeiros.

#### 2.1.4.4 Planejamento (*Phase Planning / 4D Modeling*)

Em tradução livre, o uso de BIM para planejamento é descrito como:

Um processo no qual um modelo BIM 4D (modelos BIM 3D com a dimensão de tempo adicionada) é utilizado para planejar efetivamente a ocupação em fases em uma reforma, retrofit, adição ou para mostrar a sequência de construção e os requisitos de espaço em um canteiro de obras.

Diferente do planejamento tradicional de obras, baseado em sistemas ERP e tabelas com gráficos *Gantt* ou linha de balanço (MS Baijou et al., 2017), para este uso de BIM é possível associar objetos BIM aos serviços previstos nos cronogramas de obra (Sauer, 2019). Este uso BIM torna possível uma série de novos fluxos de trabalho em planejamento, ajudando, por exemplo, a contextualizar o andamento da obra de maneira visual, podendo levar a tomadas de decisão ainda mais assertivas. Pode, ainda ser associado a controle de material, ajudando a visualizar em quais fases do processo os quantitativos associados ao modelo foram utilizados.

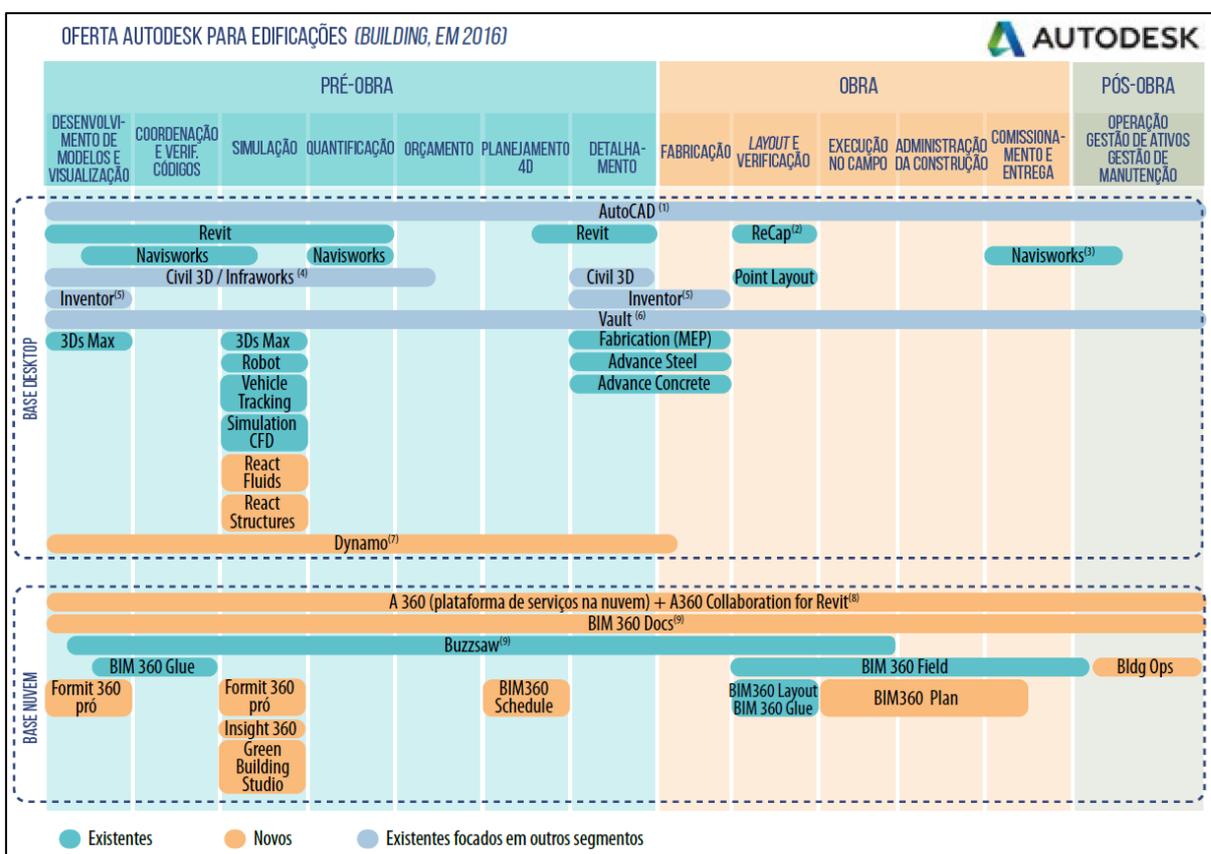
Outros usos de BIM poderiam ser citados, mas a título de exemplificação e apresentação dos usos, apenas estes 4 são trazidos. Cada uso de BIM merece estudos aprofundados que otimizem e proponham fluxos de trabalho que viabilizem estes usos da tecnologia nos mais diversos contextos.

#### 2.1.5 Exemplos de Softwares com Usos BIM

Um ponto interessante a se entender, é quais *softwares* hoje em dia poderiam atender aos usos de BIM pretendidos. Esta análise iria requerer uma grande análise e levar em conta as atualizações mais recentes dos *softwares*, tendo em vista que as

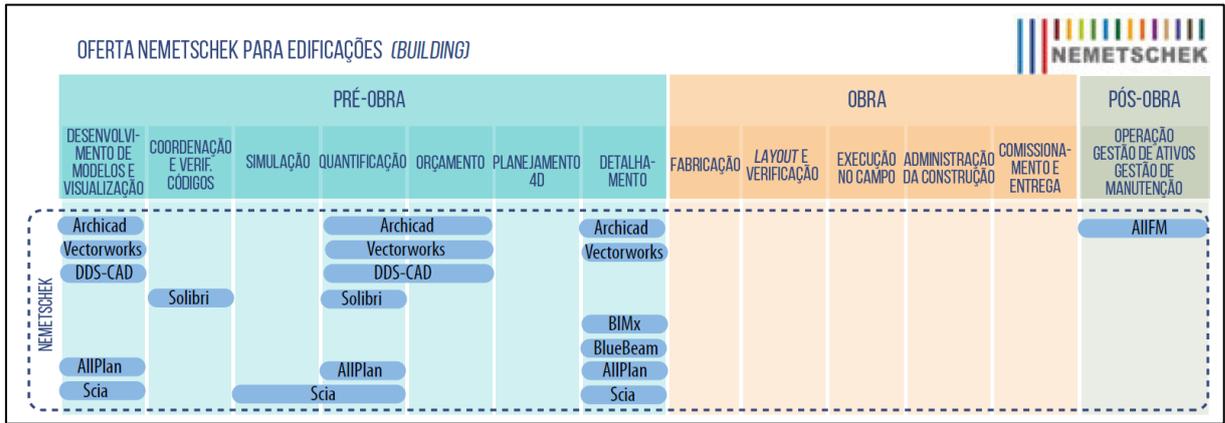
atualizações entregam funcionalidades que podem viabilizar novos usos BIM nos *softwares*. Não obstante, tem-se disponível pela Coletânea de Implantação de BIM da CBIC, Volume 3 (2017), uma descrição dos principais *softwares* BIM, e usos BIM possíveis que foram observados em cada um deles. As figuras a seguir ilustram estes resumos, lembrando que a lista é desatualizada e se refere às capacidades dos *softwares* em 2017:

Figura 4 – Usos BIM para cada *software* da Autodesk



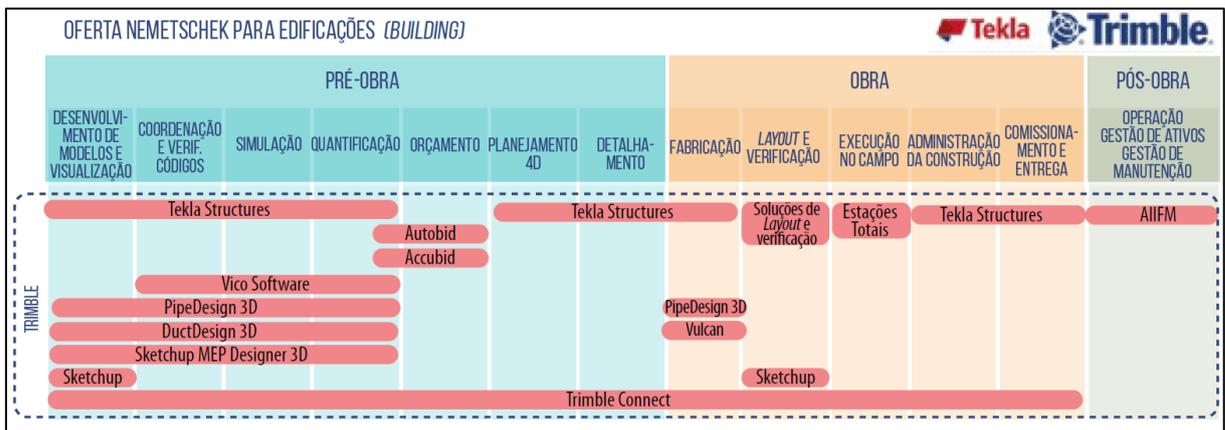
Fonte: Coletânea de Implementação de BIM, Volume 3. CBIC, 2017.

Figura 5 - Usos BIM para cada software da Nemetschek e da Graphisoft



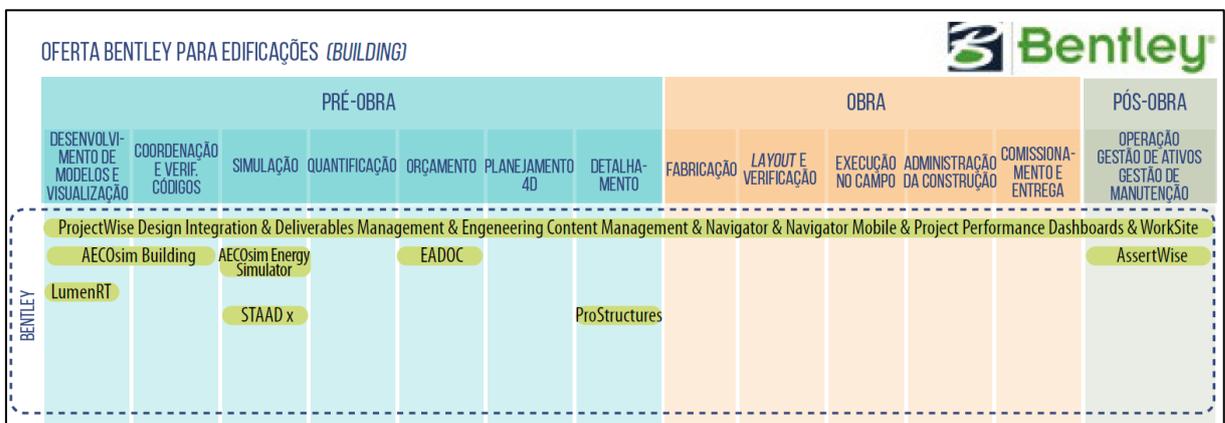
Fonte: Coletânea de Implementação de BIM, Volume 3. CBIC, 2017.

Figura 6 - Usos BIM para cada software da Trimble e Tekla

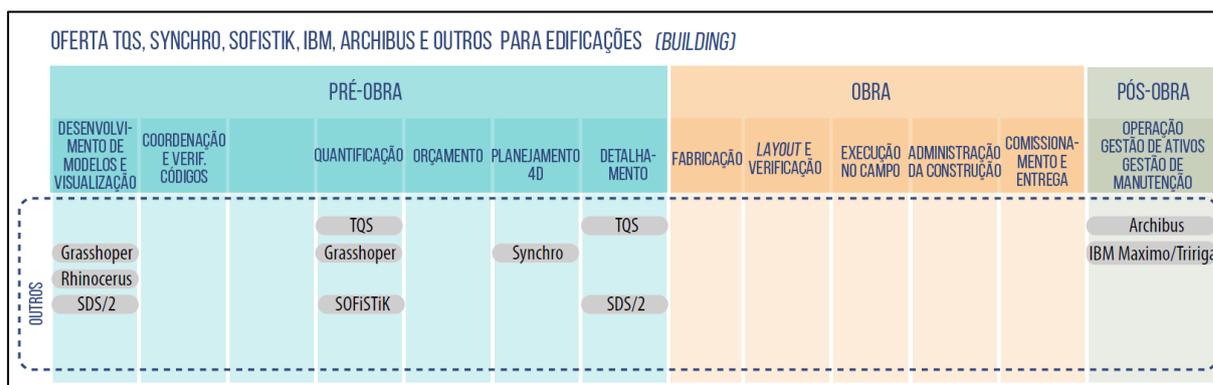


Fonte: Coletânea de Implementação de BIM, Volume 3. CBIC, 2017.

Figura 7 - Usos BIM para cada software da Bentley



Fonte: Coletânea de Implementação de BIM, Volume 3. CBIC, 2017.

Figura 8 - Usos BIM para cada *software* da TQS, *Synchro*, *SOFiSTiK*, *IBM*, *Archibus* e outros

Fonte: Coletânea de Implementação de BIM, Volume 3. CBIC, 2017.

Hoje em dia estes *softwares* abrangem maiores capacidades, e alguns foram descontinuados, as tabelas acima têm a função de ilustrar usos de BIM e exemplos de *software* que atendem estes usos. No Brasil, segundo a Pesquisa Nacional do BIM Fórum Brasil (2022), os *softwares* da *Autodesk* são os mais usados pelos profissionais, sendo adotados enquanto *software* por 73% dos entrevistados, conforme Tabela 1. Estes dados podem ajudar a guiar os esforços das empresas a selecionar os *softwares* que melhor atendem suas demandas, ou mesmo quais soluções tecnológicas os profissionais mais estão habilitados a operar.

Tabela 1 - % dos participantes da pesquisa com experiência em cada *software* BIM

Soluções de <i>software</i>	% dos participantes
<i>Autodesk</i>	73%
AltoQI	34%
TQS	21%
Outras	9%
<i>BIMCollab</i>	7%
<i>Trimble</i>	7%
<i>Graphisoft</i>	7%
<i>Bentley</i>	6%
<i>Solibri</i>	5%
ACCA	3%
<i>Vectorworks</i>	2%

(Fonte: Pesquisa sobre Digitalização das Engenharias no Brasil; BIM Fórum Brasil, 2022)

## 2.2 Partes Envolvidas em um Empreendimento

Além da definição da incorporadora, tendo ela papel central em uma cadeia extensa de partes envolvidas em um empreendimento, é relevante descrever suficientemente outros tipos de profissionais/empresas e quais suas funções dentro do contexto para viabilizar um empreendimento. A própria lógica de BIM incentiva para que haja muito mais cooperação, colaboração e compartilhamento de informações (Eastman et al., 2007). Dito isso, é bastante importante entender suficientemente as formas de trabalho, os entregáveis e funções das partes que irão colaborar para o atingimento do objetivo.

### 2.2.1 Incorporador

Podemos trazer enquanto definições para um incorporador a Lei Federal nº 4.591/64, que “dispõe sobre o condomínio em edificações e as incorporações imobiliárias” (Brasil, 1964). No título II a Lei dispõe o seguinte:

Art. 28. As incorporações imobiliárias, em todo o território nacional, reger-se-ão pela presente Lei.

Parágrafo único. Para efeito desta Lei, considera-se incorporação imobiliária a atividade exercida com o intuito de promover e realizar a construção, para alienação total ou parcial, de edificações ou conjunto de edificações compostas de unidades autônomas.

Art. 29. Considera-se incorporador a pessoa física ou jurídica, comerciante ou não, que embora não efetuando a construção, compromisse ou efetive a venda de frações ideais de terreno objetivando a vinculação de tais frações a unidades autônomas, em edificações a serem construídas ou em construção sob regime condominial, ou que meramente aceite propostas para efetivação de tais transações, coordenando e levando a térmo a incorporação e responsabilizando-se, conforme o caso, pela entrega, a certo prazo, preço e determinadas condições, das obras concluídas. [...]

Art. 30. Estende-se a condição de incorporador aos proprietários e titulares de direitos aquisitivos que contratem a construção de edifícios que se destinem a constituição em condomínio, sempre que iniciarem as alienações antes da conclusão das obras.

Os incorporadores podem ter diversos benefícios com usos de BIM. Conforme traz a Coletânea de BIM da CBIC (2017), incorporadoras, podem atuar em diversas

fases do ciclo de vida de um empreendimento, e a depender do contexto, fazer interações com quase todos os 25 usos BIM listados, de maneira direta ou indireta<sup>2</sup>.

### **2.2.2 Construtor**

Construtor é um termo que no livro Manual de BIM (Eastman et al., 2007) se dá aos profissionais contratados para construir um empreendimento e que poderia se dar de maneira simplificada aos profissionais que atuam em construtoras. Os construtores, enquanto empresa, podem ter seus escritórios, mas muitas vezes são os profissionais que se encontram nos canteiros de obras, que são engenheiros, arquitetos, especialistas, técnicos, mestres de obra e outros profissionais pertinentes para um gerenciamento de obra. No quadro destes profissionais encontram-se escopos de planejamento, orçamentação, controle e gerenciamento de obras. Neste controle e gerenciamento é importante frisar o direcionamento que estes profissionais dão aos instaladores para realizarem os serviços em sequências adequadas, seguindo padrões de qualidade e escopos contratados.

Os construtores são os profissionais conhecidos por gerenciar as operações em canteiro de obras, podendo apresentar diversos cargos e escopos para organizar a equipe, como gerentes de obra, engenheiros de obra, analistas, auxiliares, assistentes, estagiários, etc.

Dentre os muitos benefícios que construtores podem ter com o uso de BIM, pode-se trazer a centralização de informações no modelo federado, em que os objetos podem trazer especificações e suas quantidades. Os recursos de visualização também podem ajudar a traçar estratégias de sequenciamento produtivo, seja pela interpretação qualitativa quanto pela maior facilidade em verificar medidas complexas ou detalhes minuciosos. Outros usos como o planejamento 4D podem ser citados, onde recursos visuais do modelo são unidos ao cronograma, sendo outra poderosa ferramenta para tomada de decisão.

---

<sup>2</sup> Para mais informações sobre os 25 usos de BIM aplicados ao ciclo de vida de um empreendimento, consultar o item 4.3.2 - Logigrama geral - ciclo de vida completo de uma edificação nova, no Volume 4 da Coletânea de Implementação de BIM da CBIC.

### 2.2.3 Instaladores

Instalador é uma nomeação de definição abrangente que se dá aos profissionais que, no contexto de construção e incorporação de edificações, são contratados para exercer as atividades operacionais para viabilizar uma construção (Eastman et al., 2007). Podemos citar como exemplo, os profissionais que executam as instalações hidrossanitárias previstas nos projetos hidrossanitários, ou os profissionais que realizam as atividades necessárias para a concretar um pavimento. Tanto incorporadoras, quanto construtoras, podem ter instaladores em seu quadro de funcionários, mas em muitos casos, também pode-se optar por terceirizar parcial ou integralmente este ramo de funcionários.

Instaladores podem ser mais especializados em determinados serviços, ou serem generalistas, ou seja, não possuem alta expertise em um pequeno escopo, mas podem atuar em grande gama de serviços de baixa ou média complexidade (a depender do profissional).

Uma incorporadora que tem em seu quadro de funcionários instaladores pode ter como finalidade atividades diversas, como por exemplo de assistência técnica aos empreendimentos que já realizaram. Em construtoras (que muitas vezes são ramo de uma empresa de incorporação), também é bastante comum ter em seu quadro de funcionários instaladores e estes, atuarem em diversas obras que a construtora atua.

Seja uma incorporadora ou construtora com instaladores em seu quadro, se forem funcionários que trabalham há bastante tempo na empresa, estes guardam a experiência dos empreendimentos em que já atuaram, sabendo em detalhe como executar os padrões construtivos da empresa e quais resultados se obtém a depender de cada contexto.

Esses instaladores, dependendo do tempo de trabalho e qualificação recebida, guardam bastante expertise técnica no que se refere a fazer a construção acontecer de fato e são muitas vezes fonte de conhecimento importante para soluções em obra. No Manual de BIM (Eastman et al., 2007) é trazido a ideia de que trazer a expertise do instalador para as concepções de projetos é bastante interessante para tornar os projetos mais realistas a respeito daquilo que funciona melhor ou não em um canteiro de obra, juntamente com a experiência que os construtores e projetistas trazem.

Para estes profissionais, Eastman traz que dentre os muitos benefícios que poderiam ter com BIM está a maior facilidade em realizar desenhos, documentações e levantamentos de informações, de maneira ágil e personalizada. No processo padrão em CAD, é comum que os projetistas entreguem uma quantidade específica de projetos em desenho, e nada além destes. Com um modelo BIM, situações de falta de informação visual da instalação a ser executada, ou mesmo dificuldades de interpretação podem ser superados com os diversos recursos visualização, filtragens e gestão de informação das ferramentas BIM.

#### **2.2.4 Projetistas**

Segundo a NBR 5671:1990, um escritório de projetos, ou firma projetista, pode ser caracterizado como a "pessoa jurídica, legalmente habilitada, contratada para elaborar, através de seu quadro técnico, o projeto de um empreendimento ou parte deste".

Os projetistas podem trabalhar em escritórios grandes e estruturados, ou menores, ou mesmo de maneira autônoma. Ainda, o projetista normalmente tem maior especialidade em projetar um conjunto específico de disciplinas, como projetos de arquitetura, interiores, estruturas, instalações elétricas, hidrossanitárias, etc.

Os projetistas são parte essencial na cadeia produtiva do mercado AECOM quando se trata de implantação de BIM, pois sendo os profissionais contratados para elaborar os projetos, são os principais responsáveis pela geração de entregáveis. Neste caso, é extremamente importante que estes profissionais, geralmente com alto grau especialista e técnico, possuam conhecimentos em BIM sólidos para viabilizar os usos e capacidades requeridos pelos contratantes. Estes profissionais podem se beneficiar pelo uso de BIM das mais diversas formas, sendo "Projeto Autoral" um dos usos levantados pela PennState (2019). A própria natureza de BIM é revolucionária na forma de projetar, pois diferente de CAD, o projetista basicamente prepara um modelo em escala reduzida do empreendimento. Diferente dos modelos físicos, modelos virtuais podem ser exatos em qualquer escala (Eastman et al., 2007), podendo conter informações que não são possíveis em modelos físicos, assim como análises e parametrizações.

## 2.3 Boas Práticas Recomendadas para a Construção Civil

Neste item, serão abordadas algumas práticas importantes observadas nas empresas AECOM e que precisam ser caracterizadas para ponto de discussão dentro do *framework*.

### 2.3.1 Serviços finalizados por fase do empreendimento

Em cenário otimizado, no ciclo de vida de um empreendimento são seguidos diversos fluxos de trabalho de maneira sequenciada a planejada, evitando retrabalhos e otimizando uso de recursos. No Volume 4 da coletânea de Implementação de BIM (CBIC, 2017), é apresentado um logigrama do ciclo de vida de um empreendimento, levando em conta oportunidades de uso de BIM em cada fase. O logigrama não será apresentado devido à sua extensão. Porém será usado como referência para alocar oportunidades de uso BIM em uma construção.

Cabe ressaltar que a NBR 13531:1995 nomeia e caracteriza as etapas das atividades técnicas dos projetos, e de fato o que se observa é uma adaptação dessas nomenclaturas com variações até de conceito, a depender da região (CBIC, 2017). Destas definições da NBR 15531, as etapas de projeto mais comuns usadas no Brasil, são:

- **Estudo preliminar:** Etapa destinada à concepção e à representação do conjunto de informações técnicas iniciais e aproximadas, necessários à compreensão da configuração da edificação, podendo incluir soluções alternativas;
- **Anteprojeto:** Etapa destinada à concepção e à representação das informações técnicas provisórias de detalhamento da edificação e de seus elementos, instalações e componentes, necessárias ao inter-relacionamento das atividades técnicas de projeto e suficientes à elaboração de estimativas aproximadas de custos e de prazos dos serviços de obra implicados;
- **Executivo:** Etapa destinada à concepção e à representação final das informações técnicas da edificação e de seus elementos, instalações e

componentes, completas, definitivas, necessárias e suficientes à licitação (contratação) e à execução dos serviços de obra correspondentes.

Fluxos ideias de coordenação e compatibilização de projetos garantem que os projetos são executáveis antes do envio para execução (LEUSIN, 2019). A prática parece simples, porém é comum decisões estratégicas de diretoria influenciarem na falta de refinamento do planejamento de uma obra. Exemplo de alguns setores chave que precisam estar em nível avançado ou finalizado de atividade em um empreendimento, antes do início de uma construção:

- **Projetos:** Fomenta o avanço e adequação dos projetos feitos pelos escritórios de arquitetura e engenharia contratados. Antes do início da obra, o setor precisa garantir que todos os projetos, ou pelo menos os que são executados primeiro, estejam bem resolvidos antes do início de obra (ou seja, estejam em final de executivo e bem coordenados). Em diversas incorporadoras, é comum que setores de projeto ainda tenham bastante pendências de projetos concomitantemente ao avanço da obra. Esta situação pode acarretar em soluções ineficazes sendo executadas, ou mesmo baixo domínio da equipe sobre as informações de projeto. É natural que algumas compatibilizações e coordenações pontuais ocorram ao longo da obra, até mesmo por alterações para *as built*, ou personalizações. Porém, um alto volume de incompatibilidades pode ocasionar prejuízos gravíssimos, desde especificações não-ótimas, até acidentes ou patologias severas (como em projetos estruturais)
- **Custos:** Sem quantitativos de material e/ou serviços bem levantados ou organizados, não é possível fazer compras assertivas de materiais. Nestes casos, muitas vezes os quantitativos e especificações são feitos às pressas, levando a compras também com pressa, conduzindo, em grande parte dos casos, a desperdícios;
- **Suprimentos:** Ao iniciar a obra, é imprescindível o uso de materiais, por vezes muito caros e até mesmo instaladores especializados. Neste caso, este setor, estando com atividades pendentes, poderá ocasionar, por exemplo, falta de material e por consequência atrasos, ou mesmo soluções incompletas;
- **Planejamento:** O adequado planejamento de longo e médio prazo, irá ajudar a mapear os esforços e frentes de trabalho. Obras sem ou com pouco planejamento, principalmente grandes ou complexas, tendem a um aumento

expressivo de custo e de tempo para execução. Muito disto se deve pela falta de visão do que precisa ser feito ou quais recursos precisam ser alocados, com vista marcos importantes ou redes de precedência entre atividades.

### **2.3.2 Treinamentos**

É importante que as empresas oportunizem momentos de capacitação para sua mão de obra, seja para crescimento de carreira, ou mesmo para garantir que os padrões de trabalho sigam os critérios de qualidade estabelecidos. Apesar de se esperar que o profissional busque capacitação também externa, é interessante que sejam oferecidos treinamentos, principalmente quando há o interesse de garantir que alguma prática ou conhecimento seja de fato aplicado nas atividades da empresa.

Esses treinamentos podem ser fornecidos por empresas terceiras, ou mesmo por profissionais internos, que ensinam aos outros os padrões da instituição e como certas atividades podem ou devem ser executadas. Para instaladores, estes treinamentos são muito relevantes, pois, dependendo de como foi a capacitação do profissional, podem haver muitas divergências ou mesmo lacunas de entendimento para certos serviços, sendo ainda notório observar que as construtoras, muitas vezes, aplicam soluções diferentes para situações similares.

### **2.3.3 Conferência de atividades**

Conforme uma obra avança, os serviços vão sendo executados e as informações que estavam em projeto vão se materializando. É praticamente padrão que profissionais de uma construtora tenham fluxos de conferência de atividades mais ou menos eficientes. Basicamente, um estagiário, assistente, auxiliar, ou qualquer outro profissional que esteja com este escopo, precisa fazer verificações regulares sobre como os serviços estão sendo executados e garantir que aquilo que é escopo do serviço está sendo seguido, respeitando padrões de qualidade (seja normativas, de legislação, técnicos, ou que foram estabelecidos pela empresa). Tomando como exemplo, após uma execução de serviço de instalações hidrossanitárias, a

conferência do serviço pode sinalizar que há defeito no material empregado e solicitar o seu ajuste, impedindo futuras patologias na edificação. Outro exemplo seriam os serviços de concretagem, em que o profissional estando presente para conferir e bater escopo de serviços com os operadores pode garantir por exemplo:

- que instalações embutidas em laje sejam todas posicionadas;
- concreto com as especificações corretas e padrão de qualidade;
- gerenciar rotinas que evitem patologias futuras;
- fazer o controle de aços que serão empregados nos elementos estruturais, seja pela qualidade do material, bitola ou posicionamento das barras;

Conferência de execução de serviços pode ser uma atividade executada de diferentes modos e ter diversas formas de controle e gerenciamento. Além disso, auxilia a garantir um bom padrão executivo nas construções.

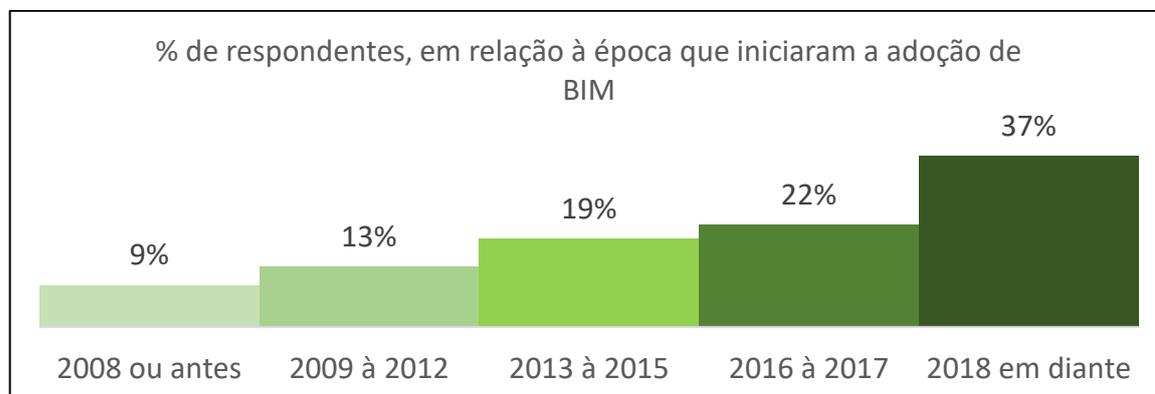
## **2.4 Cenário do BIM no Mundo**

O Brasil tem evoluído bastante na adoção de BIM pelos profissionais. Dados cada vez mais bem detalhados e recentes vem sendo feitos para o entendimento deste cenário e conseguir o engajamento de maneira ordenada de esforços. Avaliar o nível de adoção ou maturidade de uso de BIM em um país segue diversos critérios e ponderações e são utilizados métodos, que inclusive são cases de estudo na academia, com a finalidade de garantir assertividade nas análises (Succar, 2017). A seguir, será realizada uma análise via indicadores sobre o cenário do BIM no mundo. Posteriormente, será feita uma avaliação da utilização do BIM na América do Sul e no Brasil.

### **2.4.1 Principais países no mundo**

A *Dodge Data & Analytics* em 2021 publicou um relatório com indicadores de diversos países trazendo o contexto de disseminação de BIM nestas regiões. A Figura 9 mostra que nos últimos anos o BIM vem sendo cada vez mais implementado pelos profissionais.

Figura 9 – Ano em que os usuários de BIM entrevistados declaram ter iniciado a adoção da tecnologia



Fonte: Dodge Data & Analytics, 2021

Dentre os países analisados, é possível ver, na Figura 10, que em países da América do Norte, Austrália, Nova Zelândia, Reino Unido e Irlanda estão entre os países com mais tempo de adoção de BIM.

Figura 10 – Tempo médio de adoção de BIM, para usuários de BIM em cada país

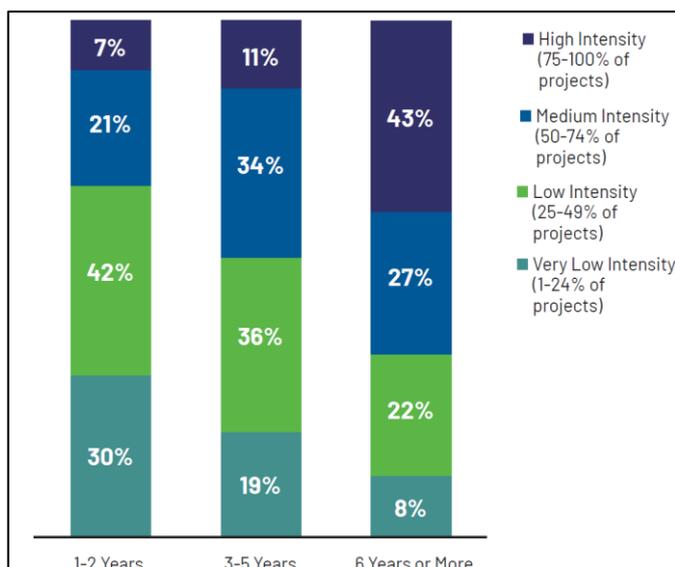
	Very Long 2008 or Earlier	Long 2009 to 2012	Medium 2013 to 2015	Recent 2016 to 2017	Very Recent 2018 or Later
North America	19%	27%	20%	17%	17%
AU/NZ	3%	10%	23%	29%	35%
UK/Ireland	6%	8%	26%	25%	35%
France	6%	6%	19%	28%	41%
Germany	6%	4%	16%	28%	46%
Japan	2%	4%	18%	16%	60%
Scandinavia	3%	8%	8%	23%	58%

Fonte: Dodge Data & Analytics, 2021

Na Figura 11 é possível comparar a intensidade de uso de BIM na quantidade de projetos de profissional/empresa com o tempo médio de adoção, mostrando que

há relação positiva entre altos usos de BIM e maiores tempos de adoção BIM por parte do profissional/empresa.

Figura 11 – Intensidade de uso de BIM em relação ao tempo médio de adoção pela empresa/profissional



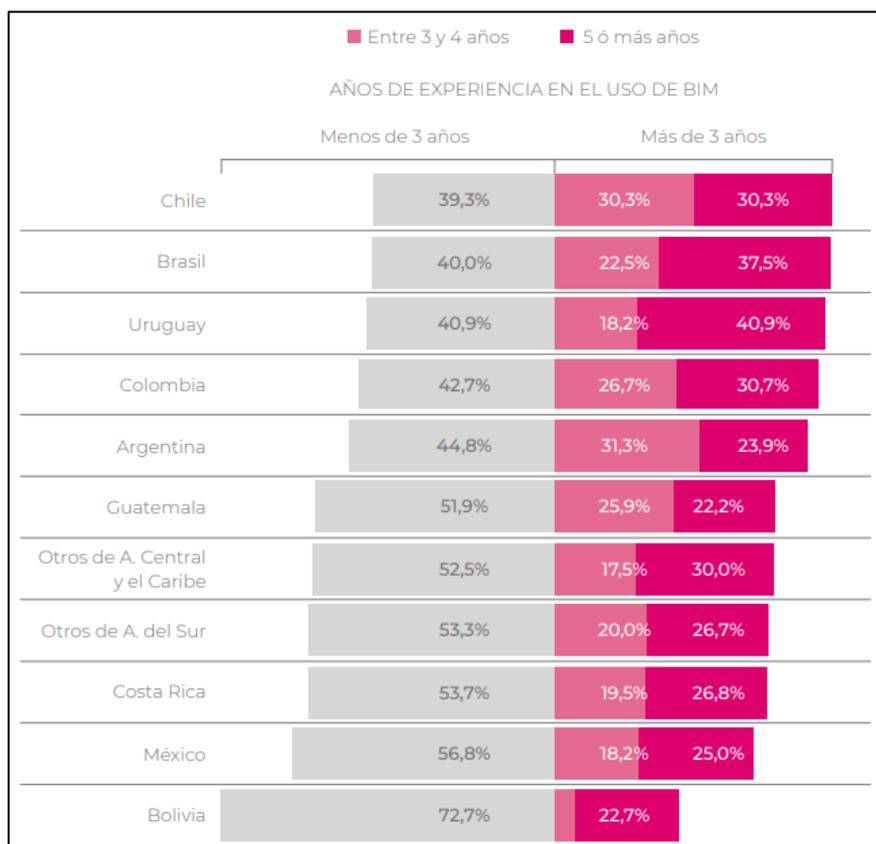
Fonte: Dodge Data & Analytics, 2021

## 2.4.2 América do Sul

Em análise global, os países da América Latina mais avançados em BIM são o Chile e o Brasil. A Figura 4, nos apresenta o tempo médio de experiência em BIM das empresas respondentes, que declaram usar BIM. A pesquisa foi feita em 2020, dando como linha divisória o ano de 2017, marcando em empresa com adoção de BIM:

- Em 2018 ou depois: Menos de 3 anos;
- Entre 2017 e 2016: Entre 3 e 4 anos, e;
- Em 2015 ou antes: Mais de 5 anos.

Figura 12 - Tempo médio de experiência em BIM dos profissionais que usam BIM em cada país



Fonte: Encuesta BIM América Latina y el Caribe 2020 (BID, 2020)

Em comparação aos países analisados pela Dodge Data, pode-se observar que a adoção de BIM na América do Sul é em média mais recente que em outros países do mundo, conforme discutido no item 2.4.1.

### 2.4.3 Cenário do BIM no Brasil

Muitos grupos de trabalho e organizações surgiram no Brasil para ajudar no fomento do BIM em âmbito nacional. A seguir serão ilustrados alguns pontos acerca do contexto de implantação e maturidade do BIM no Brasil, a fim de ilustrar oportunidades e desafios frente a esforços de implantação desta tecnologia.

### 2.4.3.1 *Produção acadêmica*

Segundo o Mapeamento BIM da ABDI (2018), o Brasil apresenta proeminente produção técnico-científica em universidades brasileiras em comparação aos países sul-americanos, apresentando em 1999 e 2015 mais de 400 trabalhos acadêmicos. Produções técnico-científicas nacionais sobre BIM são benéficas não apenas pelo fato de agregar novas análises, discussões, estudos, percepções e até conteúdos sobre BIM a nível nacional. Cabe ressaltar também destas produções capacitarem profissionais ao decorrer da produção acadêmica, e aos que se envolvem com as produções, como por exemplo:

- professores que levam suas pesquisas para as salas de aula;
- profissionais que criam cursos para compartilhar seus conhecimentos;
- profissionais que se capacitam em BIM ao longo de suas pesquisas acadêmicas, e levam sua expertise ao mercado;
- relacionamentos que podem ser estabelecidos academicamente, trazendo inovações ao Brasil.

O Mapeamento da ABDI (2018) aponta, ainda, que há diversos eventos que possibilitam publicação e divulgação de produções sobre BIM, sendo não apenas eventos generalistas da construção civil, como também eventos específicos sobre BIM, fomentados por diversas organizações públicas ou privadas. Nestes eventos há enormes oportunidades não apenas de networking de profissionais, mas também contatos importantes com novos conhecimentos que podem ser trazidos da academia para o mercado, ou benchmark entre profissionais de mercado.

Outra oportunidade importante na produção acadêmica proeminente do Brasil, são as possíveis parcerias que pesquisadores podem fazer com universidades tanto lusófonas, quanto de outros países, proporcionando não apenas o acesso a inovações das mais diversas, como intercâmbios de pesquisadores e profissionais.

#### 2.4.3.2 *Estratégia Nacional de Disseminação do BIM*

Segundo o Mapeamento internacional de Bibliotecas BIM (ABDI, 2018), em 17 de maio de 2018, instituiu-se oficialmente por meio do Decreto nº 9377 uma das mais famosas iniciativas públicas em relação ao BIM, a “Estratégia Nacional de Disseminação do BIM” ou “Estratégia BIM BR”. Em resumo, os nove objetivos da Estratégia BIM BR são:

- Difundir o BIM e seus benefícios;
- coordenar a estruturação do setor público para a adoção do BIM;
- criar condições favoráveis para o investimento, público e privado, em BIM;
- estimular a capacitação em BIM;
- propor atos normativos que estabeleçam parâmetros para as compras e as contratações públicas com uso do BIM;
- Desenvolver normas técnicas, guias e protocolos específicos para a adoção do BIM;
- desenvolver a Plataforma e a Biblioteca Nacional BIM;
- estimular o desenvolvimento e aplicação de novas tecnologias relacionadas ao BIM;
- incentivar a concorrência no mercado por meio de padrões neutros de interoperabilidade BIM.

A cada um destes objetivos específicos é explicitado em sua cartilha de apresentação (Brasil, 2018), ações a serem executadas para atingir os objetivos, que para maiores detalhes cabe leitura da cartilha.

#### 2.4.3.3 *BIM Fórum Brasil*

O BIM FÓRUM BRASIL (BFB) é uma associação civil de âmbito nacional, neutra, sem fins lucrativos que reúne os diversos agentes da Cadeia Produtiva da construção envolvidos e interessados na disseminação do conceito e prática do BIM (RUSCHEL, 2022).

Foi concebido para unir os esforços que visam estimular a adoção do BIM no

setor público e privado, otimizando os esforços e iniciativas, unindo as lideranças para que suas ações sejam democráticas, isonômicas e possuam a necessária representatividade de todos os interessados.

A estrutura de governança do BFB, garantida pelo estatuto, não permite que nenhum grupo específico domine sua direção, mantendo a neutralidade e a ampla representatividade dos diversos agentes da Cadeia da Construção. Os seus Grupos de Trabalho, parte do seu Comitê Científico e Técnico (CCT), desenvolvem diferentes projetos e iniciativas voltados para as práticas e disseminação dos usos do BIM, como articulação entre as entidades, produção de conteúdo, programas de capacitação e educação, entre outras ações.

No âmbito internacional, o BFB atua no intercâmbio com as entidades análogas de outros países buscando a troca de experiências e referências de excelência nas práticas do BIM.

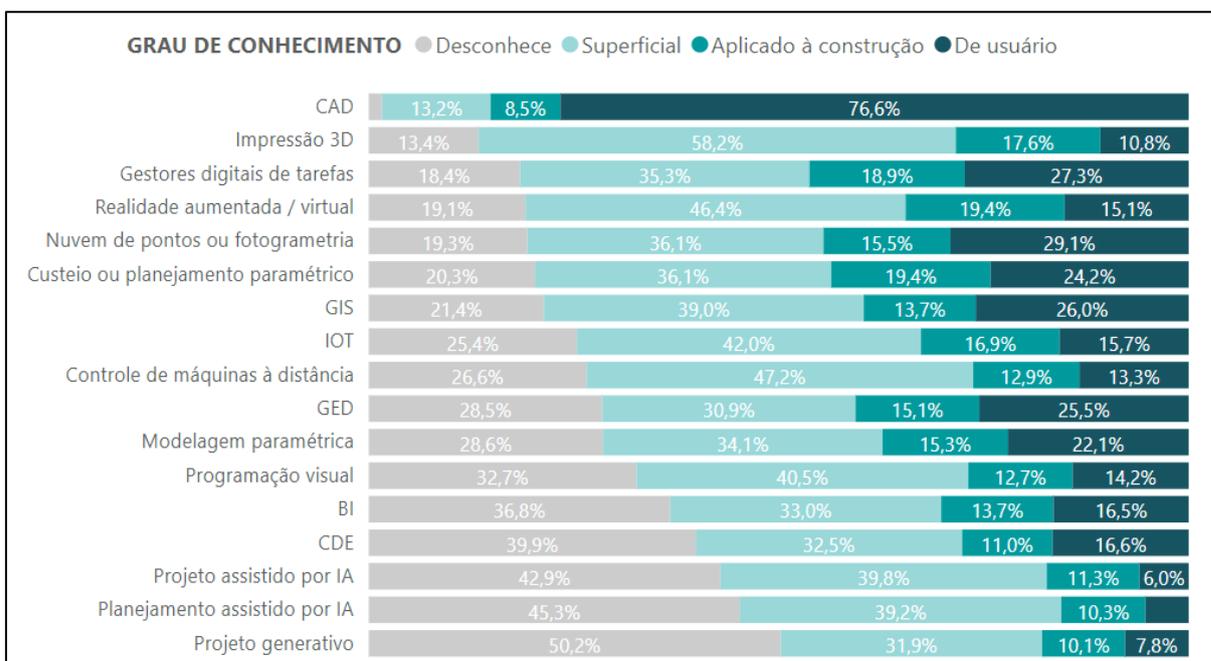
#### *2.4.3.4 Resumo do cenário brasileiro*

O BIM Fórum Brasil, em parceria com entidades como o CONFEA (Conselho Federal de Engenharia e Agronomia) e o CREA (Conselho Regionais de Engenharia e Agronomia), promoveram em maio de 2022 uma das maiores pesquisas nacionais sobre “Digitalização nas engenharias no âmbito da indústria da construção”, com cerca de 5056 respondentes válidos de todo o país, com os resultados estando disponíveis em seu site. A Figura 13 mostra que as engenharias empregam extensivamente ferramentas CAD em suas atividades, sendo que 76,6% dos respondentes com conhecimento a nível de usuário, e 8,5% fazendo algum nível de aplicação em suas atividades. Estes dados permitem observar que, provavelmente, o CAD trata-se de uma tecnologia dominante no mercado brasileiro, onde a maioria dos profissionais de engenharia conhece e emprega em seus fluxos de trabalho. Porém, as outras tecnologias apresentadas, que complementam a modernização das atividades do mercado AECOM, e são complementares em diversos fluxos BIM tem uma adesão muito menor no mercado. Das tecnologias a nível de usuário particularmente relevantes ao BIM podemos citar algumas:

- Realidade aumentada / virtual: 15,1%
- Nuvem de pontos ou fotogrametria: 29,1%
- Custeio ou planejamento paramétrico: 24,2%
- GIS (*Geographic information system*): 26%
- Modelagem paramétrica: 22,1%
- Programação visual: 14,2%

Estes dados apontam uma possível oportunidade de modernização nos fluxos de trabalho, em que o grau de ganho e recorrência do uso da tecnologia pode variar em cada caso, dependendo do escopo de atividade pretendida.

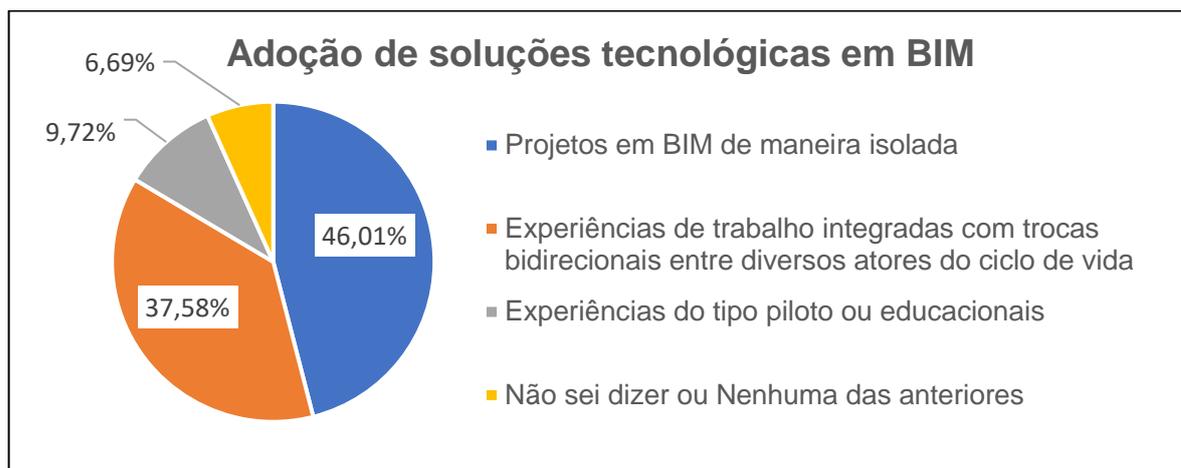
Figura 13 – Grau de conhecimento dos usuários em cada uma das Tecnologias digitais aplicadas à construção civil



(Fonte: Pesquisa sobre Digitalização das Engenharias no Brasil; BIM Fórum Brasil, 2022)

Na Figura 14, pode-se observar que a maioria dos profissionais de engenharia no Brasil já teve pelo menos algum nível de contato com BIM, onde 46,01% declaram usos pontuais e outros 37,58% declaram alto nível de uso. Destes dados, pode-se supor que a tecnologia BIM já ultrapassou a fase de novidade restrita a certos grupos e passa a ser cada vez mais acessível e comum no mercado AECOM.

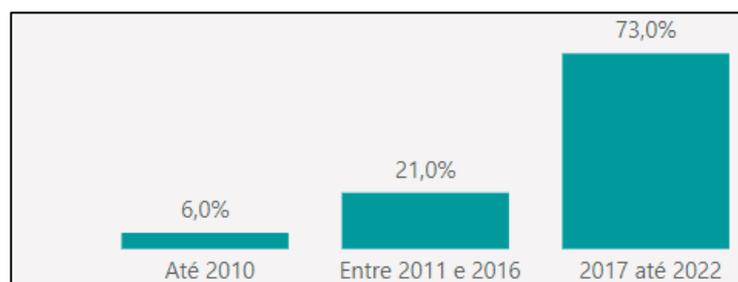
Figura 14 – Nível de adoção de soluções em BIM, pelos profissionais de engenharia no Brasil



(Fonte: Pesquisa sobre Digitalização das Engenharias no Brasil; BIM Fórum Brasil, 2022)

Em complemento, a pesquisa aponta que a grande maioria (73%) dos profissionais de engenharia que trabalham com BIM no Brasil começaram o uso da tecnologia de maneira bastante recente (2017 até 2022). Na Figura 15 é possível ver que houve um grande aumento na adesão dos profissionais de engenharia à tecnologia BIM no período de 2017 a 2022.

Figura 15 – Tempo de experiência em BIM, dos profissionais de engenharia que usam a tecnologia BIM no Brasil



(Fonte: Pesquisa sobre Digitalização das Engenharias no Brasil; BIM Fórum Brasil, 2022)

A busca dos profissionais para adotar BIM em suas atividades sofre algumas barreiras importantes. Dentre elas, a pesquisa aponta conforme a figura abaixo:

Figura 16 – Principais barreiras para adoção de BIM no Brasil, segundo os profissionais da Engenharia

48,4 %	Os investimentos necessários para adquirir licenças de software
30,4 %	A falta de alternativas de treinamento
29,1 %	Conhecimento insuficiente para avaliar as diferentes alternativas de software BIM no mercado
28,3 %	Falta de pessoal treinado no uso de soluções de software BIM
19,3 %	Falta de tempo disponível para desenvolver a implementação

(Fonte: Pesquisa sobre Digitalização das Engenharias no Brasil; BIM Fórum Brasil, 2022)

Em complemento a estes dados, a pesquisa ainda aponta que:

- 67,5% veem suas ações de adoção de BIM interrompidas por falta de recursos;
- 18,8% têm seus esforços descontinuados por causa de incertezas sobre o processo de adoção.

Se não bastasse a restrição de capacidade técnica, os *softwares* BIM tendem a ter um valor mais elevado que os *softwares* CAD, além de computadores e outros dispositivos mais robustos, que acabam por também encarecer a adoção de BIM pelos profissionais. Não obstante, a maioria dos profissionais de engenharia que adotam BIM percebem benefícios em seus processos, tal qual aponta a tabela abaixo:

Tabela 2 – Nível de benefício percebido pelos profissionais de engenharia no Brasil, por benefício

Tipo de benefício	Nulo	Baixos	Médios	Elevados
Diminuição de eventos de retrabalho	1,5%	8,0%	29,6%	60,5%
Diminuição nos tempos para validações e aprovações	4,0%	8,7%	27,0%	58,9%
Gestão mais eficiente de compras de insumos	5,0%	12,6%	31,7%	45,0%
Maior eficiência na gestão de ativos	5,6%	11,6%	30,0%	44,9%
Maior eficiência por meio da colaboração com proprietários ou outros membros da equipe	2,9%	9,8%	30,5%	53,8%
Melhor controle de custos e previsibilidade	4,1%	6,8%	31,0%	54,9%
Melhora na qualidade dos entregáveis	1,9%	2,9%	22,9%	69,5%
Redução de conflitos de coordenação durante a fase de construção	1,7%	5,0%	27,2%	64,3%
Redução de erros e omissões na documentação de trabalho	1,2%	6,6%	27,8%	60,8%

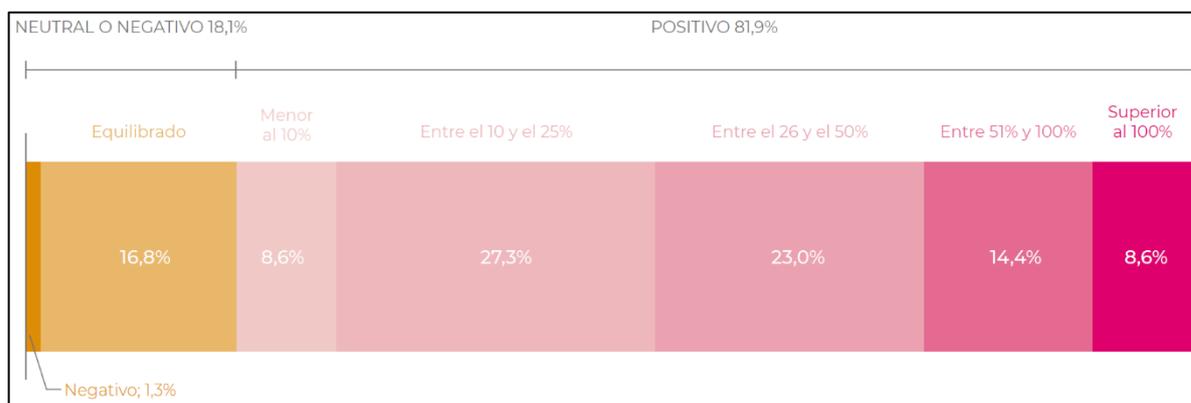
(Fonte: Pesquisa sobre Digitalização das Engenharias no Brasil; BIM Fórum Brasil, 2022)

Cada parte envolvida no mercado AECOM poderá experienciar diferentes

benefícios no uso de BIM, e em níveis diferentes dependendo de diversos fatores, como escopo de atuação, contexto de empresa e soluções empregadas. Os dados acima trazidos são um pequeno exemplo dos diversos benefícios que diversas pesquisas já apontaram na adoção de BIM.

Outro dado importante a se observar seria o ROI (*Return Over Investment*) a respeito do investimento que se faz para adotar BIM em uma organização. Na Figura 16, pode-se observar que, na pesquisa feita pelo BIM Fórum LATAM em 2020, apenas 1,3% dos profissionais consultados declaram ter tido prejuízo financeiro ao adotar BIM. Para fins de comparação, 81,9% dos profissionais declaram ROI superior, mostrando ser um investimento que financeiramente acaba sendo vantajoso.

Figura 17 – ROI do investimento financeiro para adotar BIM, por profissionais da América Latina



(Fonte: ENCUESTA BIM AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE 2020, BID; FIIC; BIM Forum LATAM)

Cabe ressaltar que o mercado a AECOM, muitas vezes lida com altos montantes financeiros, tornando erros durante o processo, muitas vezes bastante custosos. Tendo em vista estas situações em que pode haver grandes custos envolvidos, o BIM pode surgir como uma oportunidade de garantir maior assertividade nas atividades, podendo gerar grandes economias financeiras no processo.

No cenário apresentado pela **Revisão Teórica**, pode-se observar que:

- Ao longo dos últimos anos houve um significativo aumento na adesão de BIM no mundo;
- Os fluxos de trabalho CAD ainda são grande maioria ao redor do Brasil;
- Ainda há baixa adesão dos profissionais de engenharia em diversas novas tecnologias, processos e ferramentas disponíveis;

- Profissionais percebem diversas barreiras que os levam a não adotar, ou que dificultam seus processos de adoção do BIM;
- A maioria dos profissionais observou ROI positivo do investimento em adotar BIM;
- Diversos benefícios são apontados pelos profissionais que adotaram BIM.

Com vistas no contexto apresentado, surge a necessidade do desenvolvimento de uma alternativa que colabore com o aumento da utilização da tecnologia BIM no Brasil. Este trabalho visa o desenvolvimento de um *framework* com a finalidade auxiliar os profissionais da AECOM a transicionar seus fluxos de trabalho do CAD para o BIM.

### 3 MÉTODO DE IMPLANTAÇÃO DO BIM EM EMPRESAS DE MÉDIO PORTE

Segundo a *BIM Dictionary* (Succar, 2019), implementação BIM refere-se ao conjunto de atividades desenvolvidas por uma unidade organizacional para preparar, implementar ou melhorar os Entregáveis BIM (produtos) e seus fluxos de trabalho relacionados (processos). Uma incorporadora, antes da implantação de BIM encontra-se no estado de “Pré-BIM”, que, segundo Succar (2019), indica a contínua dependência do desenho a mão, cálculos manuais e documentação baseada em CAD 2D/3D. Há diversas formas de classificar as capacidades e níveis maturidade de uso BIM em empresas do mercado AECOM e, conforme uma empresa melhora seus padrões de uso de BIM, mais avançada se encontra nestas escalas.

Segundo apresentado no item 3.2, a incorporadora de estudo para implantação de BIM é composta por setores que desempenham diversas atividades, que visam viabilizar um empreendimento. Em paralelo, no item 2.1.4 são apresentados exemplos de usos de BIM, que podem ser úteis às atividades da incorporadora. Neste, observa-se que BIM pode ser implementado em várias fases do ciclo de vida de um empreendimento, podendo agregar valor das mais diversas formas.

É importante frisar que a tecnologia BIM é abrangente demais para que uma organização, em curto ou médio prazo possa ter sucesso em implantar diversos usos de BIM. Segundo a PennState (2019), as equipes não devem se concentrar em usar ou não o BIM em geral, mas sim definir as áreas e usos específicos de implementação. Há muitos casos de processos de implementação de BIM que resultaram em aumento de custos, atrasos de cronograma ou mesmo pouco ou nenhum valor agregado, justamente por não ter havido planejamento efetivo neste processo.

Dentre os investimentos para a implantação de BIM, é necessário considerar treinamentos às equipes envolvidas, a infraestrutura tecnológica disponível, mudanças de processos internos, além de possíveis mudanças de equipe. Neste caso, é necessário ter como objetivo, principalmente para os primeiros esforços de adoção de BIM na organização, implementar usos de BIM com fins de maximizar valor agregado, minimizando custos e impactos na cadeia de produção.

Visando otimizar o uso de recursos e esforços em torno da adoção de BIM em incorporadoras, sugere-se que a organização estabeleça um projeto para implantação

que seja minimamente formal, estruturado e documentado. Para este trabalho, a metodologia de *Design Thinking* foi escolhida para tentar solucionar o problema de implantação da tecnologia BIM nas incorporadoras de médio porte.

### **3.1 Design Thinking**

Segundo Tim Brown (2008), *Design Thinking* é uma abordagem criativa e orientada para soluções de problemas, que se concentra nas necessidades das pessoas e usa ferramentas e a forma de pensar dos designers para desenvolver soluções inovadoras.

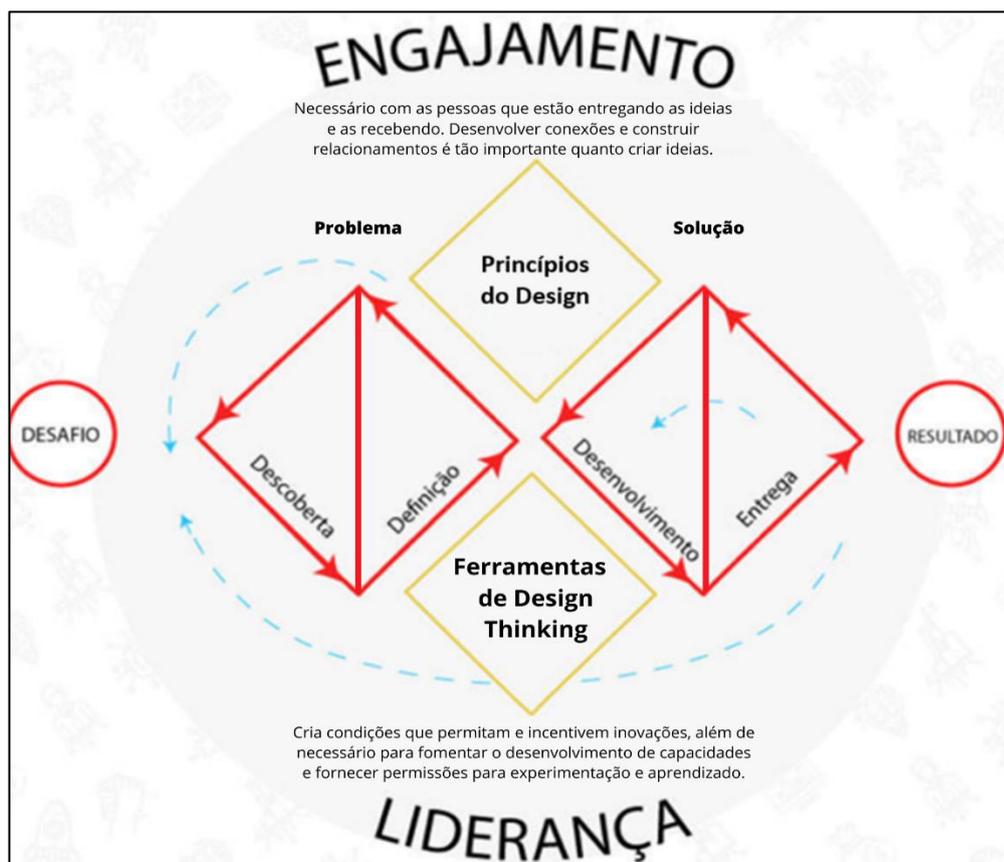
Conforme apontado na revisão teórica, grande parte das barreiras para adoção de BIM nas empresas está vinculado, principalmente, a aspectos humanos. Tendo em vista esta abordagem, foi escolhida a metodologia do Design Thinking como norteadora para o desenvolvimento do framework, como auxílio de implementação da tecnologia BIM nas empresas.

Esta abordagem é fomentada por diversos teóricos e profissionais, tendo nela pilares, princípios, sistemas de trabalho estruturados e ferramentas, sendo alguns destes aspectos abordados a seguir.

#### **3.1.1 Estrutura de trabalho no *Design Thinking***

Uma das formas propostas de sistematizar o processo de *Design Thinking* é com o método Duplo Diamante, criado em 2004 pela *Design Council* (Council, 2019). Este método consiste num *framework*, criado para abordar uma problemática geral para, ao final, entregar uma solução de um problema específico. A Figura 18 mostra, de maneira esquemática, o método Duplo Diamante.

Figura 18 – Método do Duplo diamante. Adaptado pelo autor



Fonte: *Framework for Innovation: Design Council's evolved Double Diamond* (Design Council, 2019)

Este método possui diversas adaptações, nomes, definições e até subdivisões diferentes. Não obstante, o conceito final permanece o mesmo e, neste modelo apresentado pela *Design Council*, o método é dividido em duas macro etapas. No layout apresentado na Figura 18 os dois losangos, ou dois diamantes, representam, respectivamente, a abordagem do problema e da solução. Cada diamante inicia com uma etapa divergente e finaliza com uma etapa convergente. Nas etapas divergentes, amplia-se e explora-se o entendimento acerca do problema ou solução, levantam-se diversas opções e hipóteses. Nas etapas convergentes, aproveita-se os levantamentos e conhecimentos da etapa anterior para afunilar e desenvolver um foco específico em soluções.

A estrutura de Duplo Diamante enfatiza a importância do pensamento divergente e convergente como processos complementares necessários para chegar a soluções eficazes. Ao incorporar ambas as fases no processo de resolução, os profissionais são capazes de explorar uma ampla gama de possibilidades e, ao mesmo tempo,

garantir que a solução final seja prática e eficaz.

As quatro etapas, destas duas macro etapas, são:

- **ETAPA 1: Descoberta, imersão ou empatizar**

A primeira etapa consiste em ajudar as pessoas a entender, ao invés de simplesmente supor, qual o problema. Nesta etapa, podem ser empregados métodos para ampliar o entendimento da equipe sobre a problemática envolvida, como entrevistas, pesquisas e até experiências práticas de vivência com o público-alvo;

- **ETAPA 2: Definição, análise ou síntese**

Nesta fase, é necessário reunir todas as informações obtidas na etapa anterior, para definir de maneira sistemática um problema específico que precisa ser resolvido. Diversas problemáticas e dores do público-alvo podem surgir. Essas questões podem ser trabalhadas de forma conjunta, ou mesmo separadamente, em futuros projetos;

- **ETAPA 3: Desenvolvimento ou ideação**

O segundo diamante encoraja as pessoas a dar respostas diferentes para o problema claramente definido, buscando inspiração em outros lugares e cocriando com uma variedade de pessoas diferentes. Nesta etapa, ferramentas como *brainstorming* e *benchmarks* podem ser úteis para levantar possíveis soluções ao problema encontrado. Sendo essa uma etapa divergente, é necessário priorizar a quantidade de ideias e não a qualidade, para, em uma etapa posterior, categorizá-las, desenvolvê-las e selecionar as mais adequadas.

- **ETAPA 4: Entrega**

Esta etapa pode ser dividida em prototipação e teste, segundo o método tradicional de Tim Brown (2008). A prototipação consiste em um modelo funcional, porém em pequena escala, feito para validar o conceito da solução, e assim gerar aprendizados práticos. O teste envolve aplicar os protótipos em versão mais desenvolvida diretamente com o público-alvo. É uma fase mais intensa de validação do conceito da solução escolhida, novamente retroalimentando o desenvolvimento por meio da experiência e feedback do público.

Alguns autores colocam ainda, entre os 2 diamantes, a etapa do “ponto de vista”,

que se trata apenas de um ponto de transição, que irá ajudar a direcionar qual o problema específico a ser trabalhado (Shanks, 2010). Esta abordagem é interessante, pois, após a primeira convergência, muitos problemas importantes podem ser levantados, trazendo oportunidades de melhoria para a organização. Porém, nem sempre é possível resolver diversos problemas importantes com a mesma solução, ou com uma solução rapidamente aplicável, sendo assim importante que no processo haja um momento a se definir o problema ou conjunto de problemas específicos a serem verificados.

### 3.1.2 Princípios do *Design Thinking*

Para sistematizar e trabalhar de maneira mais eficaz com esta estrutura de inovação, a *Design Council* (2019) traz 4 princípios fundamentais:

- **PRINCÍPIO 1: Colocar as pessoas em primeiro lugar.**  
Começar buscando uma compreensão das pessoas envolvidas no contexto e que, possivelmente, serão o público-alvo do serviço proposto. Buscar entender suas necessidades, pontos fortes e aspirações;
- **PRINCÍPIO 2: Comunicar-se de forma visual e inclusiva.**  
Facilitar para as pessoas a obtenção de uma compreensão compartilhada do problema e das ideias;
- **PRINCÍPIO 3: Colaborar e cocriar.**  
Trazer diversos pontos de vista para enriquecer o entendimento de uma problemática. É sugerido, inclusive, que os processos, dentro desta lógica, invistam em equipes multidisciplinares de trabalho, em que as expertises dos envolvidos possam se complementar.
- **PRINCÍPIO 4: Iterar.**  
Incentivar a prototipagem, testes e validações de ideias, a fim de detectar erros com antecedência, evitar riscos e aumentar a confiança em suas ideias. A ideia de iterar é, também, para mostrar que o processo não é linear, podendo, dentro do processo estruturado, ocorrer retornos a exploração de problemática, ou mesmo, a prototipação de diversas soluções propostas.

### **3.1.3 As três lentes do processo**

Durante o estágio de ideação no processo de Duplo de Diamante, para auxiliar a selecionar as ideias de maior potencial de sucesso, conforme a IDEO.org (2015), é necessário que as soluções apresentadas passem pelo menos pelos seguintes filtros.

#### *3.1.3.1 Desejabilidade*

É necessário criar ou propor soluções que os usuários realmente desejem fazer uso. As soluções, para de fato funcionarem, precisam ter o engajamento e uso dos usuários finais, independente da eficácia das soluções ou benefícios dos serviços/produtos pensados. Neste caso, pode ser importante pensar em formas de engajar o público-alvo na solução apresentada.

#### *3.1.3.2 Viabilidade*

Tem a ver com o modelo de negócios ou contexto por detrás da solução proposta. No processo criativo podem surgir soluções que necessitem de muitos recursos, capacidades e prazos longos, com benefícios ou mesmo retornos financeiros, que não compensem a implementação da solução ou produto. Neste caso, é necessário ter em vista se o produto ou solução apresentada é sustentável ao longo do tempo, dentro do contexto da equipe, além de trazer benefícios coerentes aos investimentos requeridos.

#### *3.1.3.3 Possibilidade*

É necessário que o produto possa ser realizado com os recursos e capacidades disponíveis, ou que os recursos e capacidades necessárias possam ser acessados de maneira realista no prazo pretendido.

### 3.2 Incorporadora de médio porte para estudo

Este trabalho tem como foco a implantação de BIM em incorporadoras de médio porte de Porto Alegre. Desta forma, torna-se importante que se tragam algumas características que tem se observado na organização das incorporadoras deste caso. Para este fim, será apresentado um modelo hipotético e representativo, baseado em uma incorporadora da cidade de Porto Alegre.

As incorporadoras em Porto Alegre, de maneira geral são compostas por profissionais divididos em setores internos, conforme escopo de atuação de cada profissional na empresa. A quantidade de setores, o escopo, e quantidade de profissionais por setor varia de empresa para empresa. Esta variedade é natural e ocorre por diversos fatores, como por decisões gerenciais e fluxos de trabalho da, personalidade e expertise dos profissionais alocados e a relação que todos os fatores têm entre si.

No nosso modelo hipotético e representativo, a incorporadora, que também possui uma construtora, utiliza os seguintes setores para atuar diretamente com a obra:

- **Novos negócios:** Busca novos terrenos para lançar empreendimentos, levando em conta os melhores potenciais para retorno financeiro;
- **Incorporação:** Dependendo da empresa, pode ser alocado dentro do macro Setor de Engenharia interna. Atua em conjunto ao “Novos negócios” para propor produtos em cada terreno. Também atua com “Projetos” para definições em projetos que envolvam a estética do empreendimento, como arquitetura, paisagismo e interiores;
- **Projetos:** Alocado dentro do macro Setor de Engenharia interna. Atua na coordenação e compatibilização dos projetos dos empreendimentos, garantindo a coerência dos projetos conforme contratado para que os outros setores possam se basear em definições confiáveis;
- **Custos:** Alocado dentro do macro Setor de Engenharia interna. Presta suporte a suprimentos e obra, além de outros setores conforme necessidade, nos levantamentos de material, e controle de gastos ao longo da obra. Dependendo da incorporadora, este setor pode ser unido ao setor de

Planejamento ou mesmo ter uma subdivisão para orçamentos de viabilidade e executivos de empreendimentos.

- **Suprimentos:** Alocado dentro do macro Setor de Engenharia interna. Em posse dos quantitativos e especificações dos materiais, é responsável pelas compras de materiais que são demandados, principalmente pelas obras, buscando os melhores fornecedores em termos de prazo, qualidade, custo etc;
- **Planejamento:** Alocado dentro do macro Setor de Engenharia interna. Profissionais de planejamento ajudam a sequenciar as atividades que ocorrem nas obras, com vistas em longo e médio prazo, podendo prestar suporte a planejamentos de curto prazo. Os sequenciamentos de atividades visam otimizar o uso de prazos e recursos, evitando retrabalhos por interferências entre atividades, ou por falta de definições/recursos;
- **Qualidade:** Alocado dentro do macro Setor de Engenharia interna. Responsável por documentar e sistematizar as instruções de trabalho que guiam todas as atividades da empresa. Realiza, também, auditorias em obras para garantir o padrão de qualidade a ser seguido nas entregas, além de treinamentos para os setores, garantindo a manutenção de melhorias nos padrões de trabalho da empresa;
- **Obra:** Representa a construtora que atua com a incorporadora, recebe suporte principalmente do macro Setor de Engenharia interna. O suporte recebido pelos outros setores tem como fim que o foco permaneça em controlar e gerir a produção dos instaladores da obra. Como exemplo, utiliza os materiais comprados por Suprimentos, busca atender os planejamentos de longo e médio prazo do Planejamento, e segue as definições de escopo organizadas por Projetos;
- **Comercial:** Composto por especialistas em vendas e comunicação dos empreendimentos, fomentam as vendas ou aluguéis das unidades dos empreendimentos, sejam eles comerciais ou residenciais.
- **Assistência técnica:** Cuidam principalmente dos empreendimentos já entregues, atendendo chamados de clientes que solicitam reparos nas unidades devidos a patologias resultantes de mau desempenho na construção. Este setor aumenta seu tamanho ou atuação conforme a incorporadora possui mais empreendimentos cobertos pela garantia;
- **Relacionamento:** Responsável pelo contato direto com clientes comuns

(pessoas que já possuem algum produto ou serviço com a incorporadora), salvo contatos feitos para fins de assistência técnica;

- **Entregas:** Responsável pela transição do empreendimento do estado de “obra” para o estado de “entregue”. Pode realizar conferências no empreendimento visando entrega, para que a equipe de engenharia resolva, ou mesmo fomentar com equipe específica as atividades finais operacionais e burocráticas;
- Entre outros setores que tem função secundária.

Além das variações naturais de estrutura organizacional entre incorporadoras, a quantidade e complexidade dos empreendimentos que uma incorporadora gerencia, tem também grande influência nesta estrutura organizacional. Neste caso, é comum que as incorporadoras aumentem a quantidade de funcionários conforme aumentam a quantidade de empreendimentos para gerenciar, ou quando assumem obras muito extensas ou complexas.

Os empreendimentos que a incorporadora gerencia, conforme observado no mercado, são classificados conforme seus status dentro do ciclo de vida. Os 3 principais status dos empreendimentos, mais relevantes para este trabalho são:

- **Lançamento:** Empreendimento já anunciados ao mercado, porém com obras ainda não iniciadas. A empresa apresenta ao público diversas descrições do empreendimento, a fim de apresentar o produto que irá construir visando principalmente atrair compradores e lançar seu nome no mercado;
- **Obras:** O empreendimento ainda recebe ações de marketing, e ainda há ações visando venda de unidades, porém a obra já foi iniciada. É o momento que a construtora mobiliza os instaladores para executar as atividades, conforme planejamento, para viabilizar o empreendimento até sua finalização.
- **Entregue:** Neste ponto, o empreendimento conta como 100% construído, e já foi liberado para uso dos clientes. O nível de trabalho, investimento e funcionários da incorporadora e construtora envolvidos no empreendimento diminui bastante. Neste ponto, são necessárias atuações pontuais, dentro de um período de garantia do empreendimento, do setor de assistência técnica e dos setores que a ele prestam eventual suporte.

As atividades e movimentações da incorporadora giram em torno do progresso de seus empreendimentos, conforme apresentado. O desempenho da empresa e de

seus empreendimentos, depende do adequado serviço cooperativo entre as partes envolvidas, tanto internas quanto externas à empresa. Com isto em vista, para o bom desempenho da incorporadora, no capítulo 2.3 foi feita uma relação de algumas práticas que podem contribuir para o bom desempenho e crescimento da incorporadora. No capítulo 2.1.4, foram apresentados também alguns usos de BIM que podem trazer benefícios a setores da empresa.

### **3.3 Framework para implantação de BIM em incorporadoras com base no *Design Thinking***

No contexto no mercado AECOM, acredita-se que o *Design Thinking* é capaz de proporcionar uma cultura de maior abertura, entendimento e engajamento das equipes, facilitando inovações e soluções criativas. Aplicar sistemas como o Duplo Diamante para a resolução de problemas, fomenta, para a equipe envolvida, um maior entendimento tanto do contexto da problemática, quanto das capacidades e qualidades das soluções elencadas. Além disso, essa metodologia leva em consideração o conceito de empatia com o público, possibilitando o engajamento dos envolvidos com o uso da solução proposta.

Ainda no contexto de implantações de BIM em empresas AECOM, o primeiro diamante poderia se ocupar, por exemplo, na exploração do contexto da empresa, seus processos, dificuldades, e nas experiências dos colaboradores. Entre os 2 diamantes estaria o ponto de vista, em que as lideranças ajudariam a definir a problemática ou conjunto de problemáticas que precisam ser resolvidas inicialmente. A coletânea de Implementação de BIM, Volume 4 (CBIC, 2017) traz alguns exemplos de objetivos corporativos que uma incorporadora pode almejar com usos de BIM:

- Reduzir 10% dos custos totais dos empreendimentos lançados e comercializados;
- Reduzir 20% do índice de reclamações de clientes finais sobre as unidades produzidas e comercializadas;
- Reduzir 20% da quantidade de conflitos com contratados;
- Aumentar a acurácia das estimativas iniciais de custos dos empreendimentos, reduzindo a margem de erro para uma média de 15%.



melhorar os resultados ou desempenho dos serviços/produtos.

### 3.3.2 Primeiros usos de BIM em uma incorporadora

Avaliando as ações de implantação nos filtros de *Design Thinking* (viabilidade, possibilidade e desejabilidade), torna-se importante dedicar esforços em ações que sejam bastante atingíveis e que tragam bons benefícios. No aspecto de ser atingível, sugere-se que os primeiros usos de BIM estejam voltados para revisões de projeto, coordenação e compatibilização e que o setor que atue majoritariamente com BIM, seja inicialmente o de projetos.

Justifica-se essa sugestão pelo fato de que profissionais de setor de projetos, já tem, em seu escopo, a interpretação para validação de projetos e, normalmente, acesso a infraestrutura tecnológica mais robusta na empresa. É comum que os profissionais desta área analisem projetos em computadores que estão dentre os melhores da empresa, utilizando programas como *AutoCAD* e leitores de PDF (em fluxos CAD). Aqui, as primeiras mudanças se dariam para profissionais que já tem afinidade com *softwares* de projeto, que tem acesso a computadores razoáveis (que não necessariamente necessitarão de melhoria) e que, com poucos novos recursos, já teriam grandes ganhos de eficiência.

Outro ponto importante, é que, garantir meios para que os projetos sejam mais bem compatibilizados, irá facilitar o entendimento e revisão destes e impactará positivamente em diversos setores da empresa direta ou indiretamente. Essa questão corrobora com o que é trazido na coletânea de BIM da CBIC (2017), que, dentre os usos BIM elencados para uma implantação, é bastante importante levar em conta na escolha os usos que possam facilitar a habilitação posterior de outros usos de BIM.

Dando sequência às diretrizes com base no Duplo diamante, com a problemática e objetivos específicos definidos, parte-se para a fase de ideação ou desenvolvimento, no segundo diamante. Nessa etapa, os profissionais da equipe podem levantar diversas propostas para melhorar os indicadores apresentados, ou para solucionar os problemas elencados. No contexto de implantação de BIM, estas ações precisariam estar voltadas a mudanças que ocorreriam nos processos de trabalho.

A seguir, serão apresentadas algumas sugestões de ações propostas a ocorrer para a implantação de BIM em uma incorporadora.

### 3.3.3 Capacitações da tecnologia BIM para os funcionários

Uma empresa que utiliza BIM, naturalmente possui uma equipe interna e parceiros com as habilidades e conhecimentos necessários para desempenhar certos usos de BIM (conforme função de cada um na cadeia produtiva). Estes profissionais podem ser projetistas de engenharia ou arquitetura, empreiteiros, instaladores, planejadores, orçamentistas, coordenadores de projeto, incorporadores etc. Uma empresa em nível Pré-BIM (antes da implantação de BIM), não desempenha fluxos de trabalho em BIM, ou faz usos pouco relevantes, sendo um contexto em que a equipe não é obrigada a saber usar BIM. Paralelo a isto, para uma empresa ter usos de BIM em seus fluxos de trabalho, necessariamente necessitará de profissionais com as competências necessárias a realizar estes usos. Com isso em vista, a empresa que deseja implantar precisa de um olhar sobre como irá fomentar o uso de BIM em uma equipe que até o momento não a empregou para suas atividades.

Nesse cenário, os profissionais de nível gerencial, junto aos recursos humanos, precisam identificar as partes envolvidas que irão atuar nos fluxos de trabalho (CBIC, 2017). Neste caso diversas ações podem ser tomadas, que vão desde treinar a equipe existente para executar os novos fluxos de trabalho, ou mesmo aos poucos ir introduzindo novos profissionais que irão atuar como peças centrais na disseminação das novas práticas. Nesta fase de identificar as partes envolvidas, podem surgir profissionais que já tem bastante conhecimentos nos de BIM pretendidos, ou mesmo profissionais que se opõem às ações de uso de BIM. Alterar os fluxos de trabalho, e valorizar capacidades diferentes após a implantação, pode naturalmente fomentar alterações, por exemplo, nas funções dos membros da equipe, na organização e até mesmo na hierarquia.

Sugere-se que as capacitações de profissionais devam ocorrer já desde o início do processo de implantação de BIM, focando inicialmente em capacitações generalistas, para após nas ações de solução, concentrar em capacitações mais especializadas.

As capacitações generalistas são extremamente importantes para os que estarão direta ou indiretamente envolvidos com BIM, quanto mais pessoas forem

capacitadas, melhor. Capacitações especializadas, como usos de compatibilização de projetos, extração de quantitativos, ou modelagens 4D, precisam ser endereçadas principalmente a profissionais que diretamente irão executar estas atividades especializadas.

Conforme a Pesquisa sobre Digitalização nas Engenharias (BFB, 2022), as principais ações voltadas a adoção de BIM por parte das empresas AECOM, envolvem questões de capacitação, conforme Tabela 3.

Tabela 3 – Principais ações voltadas para adoção de BIM no Brasil

Tipo de ação	% participantes
Investimento em treinamento & capacitação	48,1%
Desenvolvimento de estratégia própria	46,4%
Assessoramento com fornecedores de <i>software</i>	14,7%
Contratação de serviços de consultoria	13,9%
Contratação de pessoas já capacitadas	7,8%
Outras	5,4%

(Fonte: Pesquisa sobre Digitalização das Engenharias no Brasil; BIM Fórum Brasil, 2022)

Algumas estratégias que ainda poderiam ser apontadas seriam:

- **Contratação de “gerente BIM”:** Um profissional com expertise em usos de BIM e processos de implantação da tecnologia, que irá contribuir para a implementar os novos processos e fluxos na organização;
- **Capacidades em usos de BIM como diferencial na contratação:** Principalmente no início da implementação, aumentar a quantidade de pessoas habilitadas a fazer os usos pretendidos de BIM, facilitará para dar andamento e difundir as novas práticas;
- **Treinamentos direcionados:** Diversas empresas têm apresentado como boa prática a aplicação de treinamentos para as equipes, conforme trazido no item 2.3.2. Treinamentos gravados poderiam ser comprados ou alugados de empresas terceiras, ou mesmo produzidos internamente para ajudar a padronizar o conhecimento em BIM da equipe. Os treinamentos, de preferência precisam ter fins generalistas, mas também fins direcionados, como

treinamentos para BIM 4D para planejadores, orçamentistas e construtores, ou revisão de projetos para construtores e compatibilizadores de projeto;

- **Consultoria especializada:** A consultoria em BIM vem se tornando um nicho de atuação no mercado AECOM, em que empresas especializadas ajudam seus contratantes a migrarem seus processos, documentos para fluxos BIM, além de habilitar a equipe para realizar usos de BIM. Segundo STUMPP (2020), empresas que investiram em transições mais aprofundadas, com avaliações, consultorias, treinamentos etc., apresentaram maior valor de Maturidade BIM.

As capacitações precisam focar, principalmente, nas habilidades que cada profissional precisa ter para cada cargo. Profissionais de nível mais operacional, estagiários, assistentes, analistas, engenheiros e arquitetos, precisam ter necessariamente maiores domínios de ferramenta, pois precisarão operar mais regularmente os *softwares*.

Profissionais de nível gerencial ou coordenação, podem ter conhecimentos de nível mais generalista, pelo menos num primeiro momento, mas precisam saber bem os caminhos de implantação de BIM, seus benefícios e desafios.

### 3.3.4 Infraestrutura tecnológica

Tecnologias BIM, em geral, requisitam muito mais capacidades dos computadores do que tecnologias CAD. Quanto maior o modelo BIM, e mais rico de informações, mais os programas irão demandar dos computadores. Neste aspecto, a empresa precisará definir um orçamento para investir nas melhorias de sua infraestrutura tecnológica. Algumas melhorias que podem ser apontadas são:

- **Melhorias de computadores:**

Aqui coloca-se como sugestão que os melhores computadores sejam destinados aos profissionais que farão os usos mais intensos de *software*;

- **Aquisição de licenças de *softwares*:**

Precisa ser avaliado caso a caso quais *softwares* cada profissional de fato irá usar, em qual frequência, e em quais atividades. Tendo em vista que os *softwares* BIM costumam ser custosos, a maior relação custo-benefício viria dos profissionais que fariam usos mais intensos ou estratégicos das

ferramentas;

- **Compra de dispositivos móveis robustos para uso de modelos BIM:**

A depender do caso. Em muitos casos os próprios profissionais possuem smartphones robustos ou tablets que conseguem atender aos usos de modelo. A aquisição destes dispositivos por parte da empresa, pode ajudar a democratizar este tipo de uso BIM dentro de setores e entre os profissionais;

- **Aumento na capacidade de servidores e/ou repositórios em nuvem:**

Esta melhoria é devido ao fato de os arquivos em BIM serem muito maiores que os arquivos de entregáveis em CAD. Não é incomum que em pouco empreendimentos em BIM, a capacidade de armazenamento dos servidores precise aumentar algumas centenas de *gigabytes* ou mesmo alguns *terabytes*.

- **Aumento das capacidades de internet:**

A depender do caso, pois as capacidades das coberturas de internet têm se democratizado e melhorado muito nos últimos tempos, sendo cada vez mais acessíveis planos de internet já bem robustos por padrão. Todavia, pela troca de arquivos grandes em BIM, é necessário que a internet possa suprir esse grande processamento, armazenamento e troca de dados.

No quesito de software, é preciso que sejam fornecidos os softwares certos, para as funções certas, e aqueles que os profissionais têm capacidade, ou terão capacidade de utilizar. Nos softwares há maior facilidade em desperdício financeiro, tendo em vista que nem todo software realiza todos os usos BIM, e raros são os profissionais que conseguem usar todas funcionalidades e benefícios possíveis de uma ferramenta BIM. Há de se trazer também, que muitos cases de implantação de BIM malsucedida envolvem investimentos em softwares que não atendem às demandas da empresa, ou mesmo que os profissionais não conseguiram extrair os benefícios.

Outras melhorias incrementais poderiam ser trazidas, aquisição de projetores para visualização de modelos federados, ou aparelho de suporte a realidade aumentada (como óculos VR). Todavia, é muito importante, até para manter o engajamento e adesão da equipe aos processos em BIM, que a infraestrutura tecnológica viabilize e facilite os usos de BIM. Neste caso, como sugestão, quanto mais robusta a infraestrutura física tecnológica, melhor, pois nisto os profissionais terão benefícios nos mais diversos contextos.

É importante ressaltar que, para casos em que a infraestrutura tecnológica da empresa é bastante limitada, como por exemplo, uso de computadores com configurações básicas ou antigas, a adaptação de infraestrutura é ainda mais importante. Investimentos de aquisição de computadores ou novos softwares pode representar um grande investimento para a empresa, ainda mais em situações de contenção financeira, ou mesmo lucros médios reduzidos. Não obstante, como dito anteriormente, modelos BIM, quanto maiores e mais complexos, exigem mais dos computadores e aparelhos. Entende-se que, adaptações mal dimensionadas de infraestrutura tecnológica, que não viabilizam aos colaboradores computadores de configurações suficientes, pode ser um grande entrave às implantações de BIM. Nestes casos, poderia se esperar que, na prática, os profissionais acabassem apelando a processos antigos de trabalho, pelo fato de suas ferramentas disponíveis estarem melhor adequadas a eles.

### **3.3.5 Modelos de contratações de projetos**

Para os futuros projetos funcionarem em fluxo BIM, a incorporadora precisa trabalhar com modelos BIM. Quanto melhor for feita a contratação e controle de entregas, melhor serão os materiais que a incorporadora terá disponível para seus fluxos de trabalho. Esta parte envolve uma reformulação de documentos como contratos de escopo e jurídicos, aditivos, briefings, e a elaboração de documentos específicos no contexto de contratação de BIM. O principal documento que deve ser criado para uma implantação bem-sucedida de BIM, segundo MANENTI (2018) é o Plano de Execução ou *BIM Execution Plan* (PEB ou BEP).

#### *3.3.5.1 BEP - Plano de execução BIM*

Este documento tem como finalidade registrar entre contratante e contratado as definições de padrões, formatos, propriedade e demais itens que sejam relevantes para a elaboração do projeto de forma a atender aos requisitos do cliente (MANENTI, 2018). Este é o principal documento que deve ser feito pelo contratante ao se pretender uma implantação de BIM. É referenciado nos contratos entregues aos

projetistas, assim como deve ser disponibilizado e seguido pelos contratados. Segundo a PAS 1192-2 (BSI, 2013), os BEP's precisam ser divididos em BEP pré-contratual e pós-contrato, sendo este último o mais completo. Este documento é único para cada empreendimento, e algumas das informações que se sugere colocar no documento, segundo a PAS 1192-2, são:

- **Informações de gerenciamento**
  - Papéis, responsabilidades e autoridades dentro do ciclo de produção do empreendimento;
  - Principais marcos do projeto consistentes com o cronograma do projeto (definições e marcos de estudo preliminar, anteprojeto, projeto legais etc);
  - Estratégia de entrega do modelo de informações do projeto;
  - Uso de dados legais existentes;
  - Formato de aprovação de informações; e
  - Processo de autorização do Modelo de informação do projeto (PIM);
  
- **Planejamento e documentação:**
  - Plano de implantação BIM revisado confirmando a capacidade da cadeia de suprimentos;
  - Processos de projeto acordados para colaboração e modelagem de informações;
  - Matriz de responsabilidades, acordada em toda a cadeia produtiva do empreendimento;
  - Plano(s) de entrega de tarefas (TIDP); e
  - Plano de entrega da informação (MIDP);
  
- **Método e procedimento padrão:**
  - A estratégia de volume (pode-se referir a forma com que serão feitas as subdivisões da volumetria do empreendimento);
  - Origem e orientação do PIM (que também podem ser georreferências à superfície terrestre usando uma projeção especificada). Esta informação é também conhecida como coordenadas de projeto e origem, especificando o ponto base de onde virão as modelagens;
  - Convenção de nomenclatura de arquivos;

- Convenção de nomenclatura de camada, quando usada (exemplos, camadas de piso ou parede feitas no *Revit*);
  - Tolerâncias de construção acordadas para todas as disciplinas;
  - Modelos de folha de desenho;
  - Anotação, dimensões, abreviaturas e símbolos; e
  - Dados de atributos;
- **Soluções de TI**
- Versões de *software*;
  - Formatos de troca de informações (neste caso, quais formatos de arquivos os contratados irão fornecer); e
  - sistemas de gerenciamento de processos e dados (neste caso, pode-se tratar de plataformas digitais para apontamentos, CDE e ERP's).

Cada BEP criado pela contratante pode ter requisitos diferentes de contratação, e depende fortemente de quais usos BIM a contratante pretende dar maior foco. Tendo em vista o alto grau técnico do documento, e sua importância, sugere-se fortemente que o primeiro ou primeiros BEP's da empresa sejam feitas por profissionais com expertise no assunto, como consultores especializados, ou profissionais internos com boa experiência em BIM. Conforme a empresa for evoluindo seus usos de BIM, é importante que essas novas possíveis demandas sejam contempladas nos BEP's de novos empreendimentos.

### 3.3.6 Reformulação de processos

Este ponto irá variar pelo contexto da empresa, todavia, os profissionais que irão atuar em BIM, precisam, dentro de suas capacitações generalistas e específicas, aprender como funcionam fluxos de trabalho em BIM.

Na coletânea de implantação de BIM da CBIC (2017) e no *BIM Project Execution Planning Guide, Version 2.2* (MESSNER et al., 2019), por exemplo, são elencados diversos fluxos de trabalho em BIM, que podem ser usados como base para a reformulação dos processos internos da empresa.

Sugere-se neste ponto, que as mudanças de procedimentos sejam graduais, e

bastante embasadas em análises de risco que cada mudança pode dar. Por este ponto, é que a sugestão inicial de uso BIM sejam os usos de coordenação, compatibilização e revisão, e em setores de projetos, pois os impactos seriam reduzidos devido à baixa variação de escopo e rotina das equipes.

### 3.3.7 Primeiros cases

No processo de implantação de BIM, a incorporadora pode decidir fazer uso de BIM em empreendimentos já entregues, ou mesmo em novos empreendimentos. Sugere-se que a incorporadora faça um projeto piloto de uso de BIM em um empreendimento real. Entende-se que testar os aprendizados, reformulações de procedimentos e documentos em um projeto desde o início do seu ciclo de vida, é uma forma mais completa de validar hipóteses, colher melhorias e até mesmo agilizar resultados positivos ou negativos das estratégias.

Antes do projeto-piloto, é importante que a empresa tenha:

- Adotado o foco de capacitações generalistas iniciais;
- Adequado sua infraestrutura tecnológica para viabilizar usos de BIM;
- Com base nas capacitações e explorações, definido os primeiros profissionais que atuarão em BIM, e seus escopos;
- Investido em treinamentos direcionados para cada uso de BIM e escopo dos profissionais que irão atuar no projeto;
- Reestruturado processos antigos de trabalho, para processos em BIM;
- Reformulado documentos de contratação, com apoio de especialistas;
- Contratado projetos em BIM;
- Contratado pelo menos 1 especialista em BIM para atuar junto ao empreendimento, para auxiliar dúvidas e dificuldades da equipe.

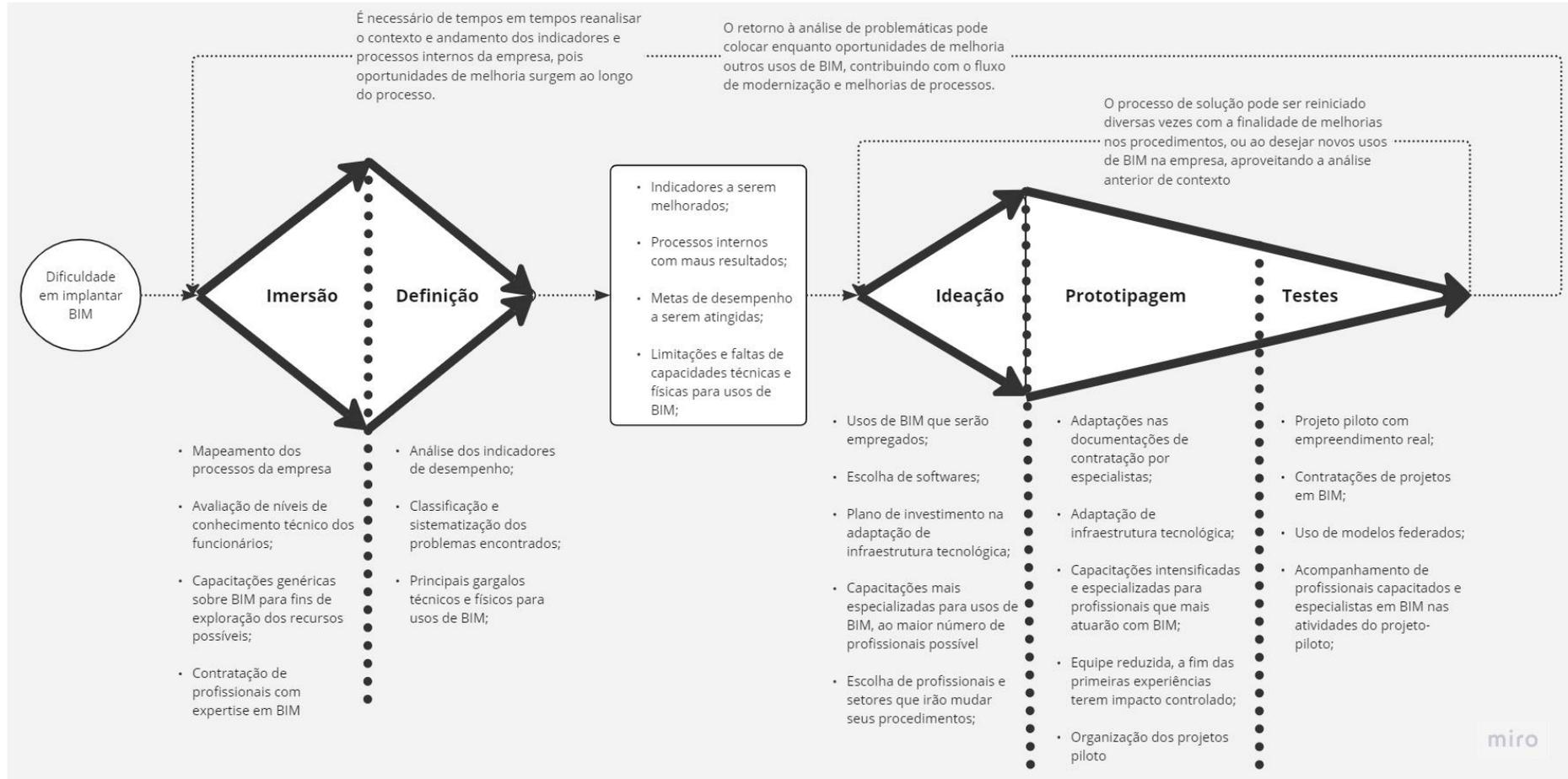
Os projetos piloto são práticas não apenas observadas no método do *Design Thinking*, com a lógica de testar e validar os produtos, como também uma prática sugerida pela CBIC (2017) e outros profissionais.

A cada empreendimento que a incorporadora empregar usos de BIM, poderá retroalimentar este processo, colhendo aprendizados pelas experiências em cada

empreendimento em BIM. As capacitações regulares, os acessos a especialistas e a contratação de profissionais com expertise em BIM, facilitará que, pouco a pouco se possa implementar usos mais complexos, e assim modernizar sua cadeia produtiva.

Um resumo do *framework* de implantação de BIM pode ser visto na Figura 20.

Figura 20 – Framework de implantação de BIM, com base no método duplo diamante



Fonte: Autor (2023)

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho traz uma proposta de framework de implantação de BIM com base em revisão teórica da literatura, experiências profissionais pessoais e de terceiros, e principalmente, a abordagem do *Design Thinking*.

O referencial teórico mostrou que o Brasil tem avançado muito nos usos de BIM, e que há formas bastante promissoras de implantar a tecnologia e seus usos, viabilizando grandes melhorias aos indicadores das incorporadoras.

Os profissionais da AECOM que desejarem aplicar inovações ou melhorias em suas empresas, o *Design Thinking* mostra-se promissor, não apenas para implantação de BIM, mas também como ferramenta para resolução de problemas ou melhoria de processos.

Conforme visto, o *Design Thinking* é composto pelas fases de imersão, definição, ideação e entrega. Neste trabalho chegou-se até a fase de **ideação**, ou seja, o framework não foi prototipado ou testado, sendo necessário validá-lo em trabalhos futuros.

## 5 REFERÊNCIAS

A, Jones, Stephen; Laquidara-Carr, Donna. **Accelerating Digital Transformation Through BIM**. Bedford, 2021. Disponível em: <https://www.construction.com/toolkit/reports/Digital-Transformation-Through-BIM>. Acesso em: 18 mar. 2023.

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INTERNACIONAL. **Mapeamento internacional de bibliotecas de *building information modelling* (BIM): Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC**. Brasília, DF: ABDI, 2017

AOUAD, Ghassan et al. **nD modelling—a driver or enabler for construction improvement**. RICS Research paper series, v. 5, n. 6, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13531:1995: **Elaboração de projetos de edificações – Atividades técnicas**. Rio de Janeiro, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5671:1990: **Participação dos intervenientes em serviços e obras de engenharia e arquitetura**. Rio de Janeiro, 1990.

B. Succar, **211 in Model Uses List**, 2019, Disponível em: <<https://bimexcellence.org/resources/200series/211in/>>. Acesso em: 23 mar.2023

BAJJOU, Mohamed Saad; CHAFI, Anas; EN-NADI, Abdelali. **A comparative study between lean construction and the traditional production system**. In: International Journal of Engineering Research in Africa. Trans Tech Publications Ltd, 2017. p. 118-132.

BIM Forum Brasil, 2022 – **Primeira Pesquisa Nacional sobre Digitalização das Engenharias na Indústria da Construção - CONFEA, CREA e MUTUA**; Disponível em: <<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiNjNmZDk1YzAtMTBhZC00M2MyLTImZGMtMTk3NjJkYjY215liwidCI6IjZiYmJjNWVmLTcxZDAtdmZiNC04NGM1LTl4ODNIZjYkYjY3YiJ9&embedImagePlaceholder=true&pageName=ReportSection53a>> Acesso 20 de mar. de 2023

BRASIL. Lei Nº 4.591, de 16 de dezembro de 1964. **Dispõe sobre o condomínio em edificações e as incorporações imobiliárias**. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 1964.

BRASIL. Ministério da Economia. **Estratégia BIM BR: Estratégia Nacional de Disseminação do *Building information modelling*: BIM**. Brasília, DF: Ministério da Economia, 2018.

BROWN, Tim et al. **Design Thinking**. *Harvard business review*, v. 86, n. 6, p. 84, 2008.

BSI GROUP et al. **Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling**. PAS 1192-2: 2013, 2013.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO – CBIC. **Coletânea de Implementação BIM para Construtoras e Incorporadoras** – vols. 1-5. Brasília, 2017.

DE OLIVEIRA, Rui Ramos; CUPERSCHMID, Ana Regina Mizrahy. **BIM associado à Realidade Aumentada no processo de compatibilização de projetos**. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, v. 2, p. 1-8, 2019.

*DESIGN COUNCIL*. **Framework for Innovation: Design Council's evolved Double Diamond**. *Design Council*, 17 Maio 2019. Disponível em: <<https://www.designcouncil.org.uk/our-work/skills-learning/tools-frameworks/framework-for-innovation-design-councils-evolved-double-diamond/>>. Acesso em: 27 Março 2023.

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

*GENERAL SERVICES ADMINISTRATION* – GSA. **GSA BIM Guide Series 01 – BIM Guide Overview**. Disponível em: <<https://www.gsa.gov/real-estate/design-construction/3d4d-building-information-modeling/bim-guides/bim-guide-01-bim-overview>>. Acesso em: 23 mar.2023

GRANT THORNTON; SIENGE. **Maturidade BIM no Brasil. 2020**. Disponível em: [https://www.sienge.com.br/relatorio-mapeamento-de-maturidade-bim/?utm\\_source=cpc\\_google-search-ads&utm\\_medium=cpc&utm\\_content=siengego&utm\\_campaign=f4-p4-performance-max&gclid=CjwKCAiA3pugBhAwEiwAWFzwdd7LpsA3p2Aukb-Etl\\_MpHav7-fPm6u5364Ju93G5xuOPyKEAcPxxoCI7YQAvD\\_BwE](https://www.sienge.com.br/relatorio-mapeamento-de-maturidade-bim/?utm_source=cpc_google-search-ads&utm_medium=cpc&utm_content=siengego&utm_campaign=f4-p4-performance-max&gclid=CjwKCAiA3pugBhAwEiwAWFzwdd7LpsA3p2Aukb-Etl_MpHav7-fPm6u5364Ju93G5xuOPyKEAcPxxoCI7YQAvD_BwE). Acesso em: 20 Mar. 2023.

IDEO.org. 2015. **The field guide to human-centered Design**. Disponível em: <http://www.designkit.org/resources/1>. Acesso em: 16 Abr. 2023.

KASSEM, Mohamad; SUCCAR, Bilal. **Macro BIM adoption: Comparative market analysis. Automation in construction**, v. 81, 2017.

KOUTAMANIS, Alexander. **Dimensionality in BIM: Why BIM cannot have more than four dimensions?. Automation in Construction**, v. 114, p. 103153, 2020.

KREIDER, Ralph; MESSNER, John; DUBLER, Craig. **Determining the frequency and impact of applying BIM for different purposes on projects.** In: **Proceedings of the 6th international conference on innovation in architecture, engineering, and construction (AEC).** 2010

L. Lacaze, “**Encuesta bim: América latina y el caribe 2020.**” <https://publications.iadb.org/es/encuesta-bim-america-latina-y-el-caribe-2020>, 2021.

MANENTI, Eloisa Marcon et al. **Diretrizes para elaboração do plano de execução BIM para contratos de projetos de edificações.** 2018.

MESSNER, John et al. ***BIM Project Execution Planning Guide*** (v. 2.2). 2019.

RUSCHEL, Regina; MACHADO, Fernanda. **Conheça os Projetos do BFB e seu Impacto no Mercado Brasileiro.** **BIM Fórum Brasil**, 2022. Disponível em: <https://www.bimforum.org.br/post/conhe%C3%A7a-os-projetos-do-bfb-e-seu-impacto-no-mercado-brasileiro>. Acesso em: 18 mar. 2023.

SAUER, NATACHA. **Integração da Gestão de Custos ao Planejamento e Controle da Produção baseado em Localização na Construção com apoio de BIM.** 2019. Tese de Doutorado. Dissertação de Mestrado-UFRGS, Porto Alegre.

SHANKS, Michael. **An introduction to *Design Thinking* process guide.** 2010.

STUMPP, Monika Maria; ALVES, Rodrigo Vitória; MANICA, Carlo Rossano. **BIM maturity index: analysis and comparison of architecture office’s BIM performance in Porto Alegre.** Blucher Design Proceedings. Blucher, 2020.

TANKO, Bruno Lot; CHAI, Chang Saar; LEE, Cen-Ying. **Limitations of using the *Revit-BIM software* for quantification.** 2019.