

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE  
GOIÁS - CAMPUS GOIÂNIA

DEPARTAMENTO DE ÁREAS ACADÊMICAS III

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

LUDMYLLA BARBOSA DA SILVA

**ESTUDO DA IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA BIM NA COORDENAÇÃO  
DE PROJETOS DE UMA CONSTRUTORA**

Goiânia

2021

**LUDMYLLA BARBOSA DA SILVA**

**ESTUDO DA IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA BIM NA COORDENAÇÃO  
DE PROJETOS DE UMA CONSTRUTORA**

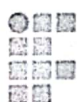
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Coordenação de Engenharia Civil, do Instituto  
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de  
Goiás, Campus Goiânia, como parte dos  
requisitos necessários para obtenção do título de  
Bacharel em Engenharia Civil.

**Área de Concentração:** Construção Civil

**Orientador:** Prof. MSc. Vinícius Carrião dos  
Santos

Goiânia

2021



**INSTITUTO FEDERAL**  
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
SISTEMA INTEGRADO DE BIBLIOTECAS

### TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

#### Identificação da Produção Técnico-Científica

- |                                                                      |                                                         |
|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Tese                                        | <input type="checkbox"/> Artigo Científico              |
| <input type="checkbox"/> Dissertação                                 | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro              |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização                 | <input type="checkbox"/> Livro                          |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC – Graduação                  | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ |                                                         |

Nome Completo do Autor: LUDMYLLA BARBOSA DA SILVA

Matrícula: 20161011050265

Título do Trabalho: Estudo da implementação da metodologia bim na coordenação de projetos de uma construtora

#### Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: ☒ Não ☐ Sim, justifique: \_\_\_\_\_

Informe a data que poderá ser disponibilizado no ReDi/IFG: 12/04/2021

O documento está sujeito a registro de patente? ☐ Sim ☐ Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? ☐ Sim ☐ Não

#### DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- i. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- ii. obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- iii. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Goiânia, 12/04/2021  
Local Data

Ludmylla Barbosa da Silva

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Si381e Silva, Ludmylla Barbosa da

Estudo da implementação da metodologia BIM na coordenação de projetos de uma construtora / Ludmylla Barbosa da Silva. – Goiânia: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, 2021.

96 f. : il.

Orientador: Prof. Me. Vinícius Carrião dos Santos.

TCC (Trabalho de Conclusão de Curso) – Curso de Bacharelado em Engenharia Civil, Departamento de Áreas Acadêmicas III, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Inclui apêndices.

1. Modelagem de Informação da Construção. 2. Implementação BIM. 3. Construção Civil. I. Santos, Vinícius Carrião dos (orientador). II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás. III. Título.

**CDD 690.0285**

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Karol Almeida da Silva Abreu CRB1/ 2.740  
Biblioteca Professor Jorge Félix de Souza,  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia.

## **CESSÃO DE DIREITOS**

**AUTOR:** Ludmylla Barbosa da Silva

**TÍTULO:** Estudo da implementação da metodologia BIM na coordenação de projetos de uma construtora

**ANO:** 2021

É concedida ao Instituto Federal de Goiás permissão para reproduzir cópias deste Trabalho de Conclusão de Curso e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desse trabalho pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

---

Ludmylla Barbosa da Silva  
Rua 75, n. 46, Centro,  
CEP 74055-110 – Goiânia – GO – Brasil.  
myllabds@gmail.com

**LUDMYLLA BARBOSA DA SILVA**

**ESTUDO DA IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA BIM NA COORDENAÇÃO  
DE PROJETOS DE UMA CONSTRUTORA**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Coordenação de Engenharia  
Civil, do Instituto Federal de Educação,  
Ciência e Tecnologia de Goiás, Campus  
Goiânia, como parte dos requisitos  
necessários para obtenção do título de  
Bacharel em Engenharia Civil.

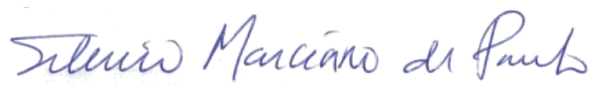
**Aprovado em 20 de março de 2021:**

  
**Me. Vinícius Carrião (IFG)**

(Orientador)

  
**Me. Glydson Ribeiro Antonelli**

(Banca Examinadora)

  
**Me. Silênio Marciano de Paulo**

(Banca Examinadora)

Goiânia, GO

(2021)

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar a Deus, por me guiar e me dar forças para concluir mais uma etapa.

Ao meu professor orientador Vinicius Carrião, pela orientação competente e assertiva. Por me receber como orientada e apoiar meu tema, minhas ideias desde o início, pela motivação e compromisso com meu trabalho, principalmente neste período de isolamento social. Vinicius, obrigada pelo exemplo de postura acadêmica que você me passou nestes anos de graduação.

À toda minha família, meus tios Luzimar e Cida. Aos meus pais Patrícia e a minha vizinha que tanto amo, Dona Lia. Vocês fazem parte desta conquista.

Ao meu noivo Ataliba Júnior, que sempre esteve do meu lado, apoiando e incentivando a crescer e buscar mais conhecimento. Você e sua família fazem parte dessa conquista.

À Ziza, sua amizade para mim é, e sempre será importante. Obrigada minha amiga, por me apoiar desde a minha chegada em Goiânia. Seu apoio, incentivo e conselhos foram essenciais para a conclusão deste curso. Obrigada a você e sua família.

Minha prima Letícia e Heliton, por me presentear com o Manual de BIM. A simplicidade das coisas são as mais lindas. Obrigada prima, por apoiar meus estudos.

Agradeço também ao Eliel, meu mentor profissional, por disponibilizar de tempo e conhecimento e me ajudar a crescer profissionalmente. Obrigada por toda ajuda para aplicar meus conhecimentos na prática.

Aos meus amigos Marcos, Paulo, Taise e Thalisson, pois sempre estiveram presentes, apesar da distância, nos momentos mais difíceis nesse período de 5 anos.

Por fim, a todos aqueles que diretamente ou indiretamente contribuíram com este trabalho, meu sincero obrigada.

## EPÍGRAFE

*“Os pequenos esforços repetidos  
completarão todo o trabalho. Concentre-se  
no progresso e não na perfeição”*

*(JB Carvalho)*

## RESUMO

Muitos profissionais têm empenhado em difundir o *Building Information Modeling* (BIM) ou Modelagem da Informação da Construção, mas equívocos nesta propagação têm se tornado um dos principais entraves para a correta implantação do conceito BIM nas empresas. É uma metodologia voltada para toda a indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC), com benefícios aplicados em todo o ciclo de vida de um empreendimento. É essencialmente colaborativa e trata-se de uma forma de processo de projeto distinta e não uma ferramenta ou *software*, sua efetiva implementação deve levar em conta: tecnologia, pessoas e processos. Esta pesquisa busca compreender os processos BIM em função das vantagens que esta ferramenta proporciona para os envolvidos e pelo interesse de conhecer a implementação eficaz desta metodologia em empresas. A partir do referencial teórico e das normas vigentes foi investigado o método de implantação dos processos BIM e as principais dificuldades enfrentadas para a sua adoção em uma construtora da cidade de Goiânia por meio de um estudo de caso. Foi possível conhecer pormenorizadamente um processo de implantação BIM e elencar suas características e entraves e ainda sugerir tópicos considerados essenciais para a constituição de um BIM *mandate* para a empresa.

Palavras-chave: Implementação BIM, coordenação de projetos, construção civil

## **ABSTRACT**

Many professionals have been dedicated to promoting Building Information Modeling (BIM), but the misunderstandings in this propagation have become one of the main obstacles to the correct implementation of BIM concept in companies. It is a methodology that involves the entire Architecture, Engineering and Construction (AEC) industry, with benefits applied throughout the life cycle of an enterprise. It is essentially collaborative and it is a different way of design process and not only a tool or software, its effective implementation must take into account: technology, people and processes. This research seeks to understand the BIM processes advantages and an effective implementation of this methodology in practice. Based on the literature review and the standards, a case study was conducted in a construction company in the city of Goiânia in which the method of implementation the BIM process and the main difficulties faced were investigated. It was possible to know in detail a BIM implementation process and list characteristics and also suggest topics considered essential for the constitution of a BIM mandated for the company.

Keywords: implementation BIM, project coordination, civil construction

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 – Classificação da pesquisa .....                                       | 21 |
| Figura 2 – Evolução da representação gráfica de projeto .....                    | 25 |
| Figura 3 – Dimensões do BIM .....                                                | 28 |
| Figura 4 – Exemplo 3D de uma instalação hidro-sanitária .....                    | 33 |
| Figura 5 – Simulação 4D gerada pelo <i>software Navisworks</i> da Autodesk ..... | 35 |
| Figura 6 – Ciclo de vida de um empreendimento da construção civil.....           | 36 |
| Figura 7 – BIM no ciclo de vida de um empreendimento .....                       | 36 |
| Figura 8 – Tubulações interferindo com vigas metálicas.....                      | 38 |
| Figura 9 – Troca de informação CAD <i>versus</i> BIM .....                       | 39 |
| Figura 10 – Modelo integrado de informações .....                                | 42 |
| Figura 11 – Ilustração LOD 100 .....                                             | 43 |
| Figura 12 – Ilustração LOD 200 .....                                             | 44 |
| Figura 13 – Ilustração LOD 300 .....                                             | 44 |
| Figura 14 – Ilustração LOD 400 .....                                             | 45 |
| Figura 15 – Ilustração LOD 500 .....                                             | 45 |
| Figura 16 – Estágios de maturidade BIM .....                                     | 48 |
| Figura 17 – Hierarquia de especialistas BIM.....                                 | 51 |
| Figura 18 – Pilares da implementação BIM.....                                    | 60 |
| Figura 19 – Curva comparativa do sistema tradicional (CAD) e BIM .....           | 62 |
| Figura 20 – Principais passos para implementação BIM em uma construtora .....    | 65 |
| Figura 21 – Resumo do plano de implantação BIM em escritório de projeto .....    | 65 |
| Figura 22 – Síntese da implantação BIM para construtoras.....                    | 67 |
| Figura 23 – Perfil dos respondentes.....                                         | 68 |
| Figura 24 – Fluxograma .....                                                     | 70 |

|                                          |    |
|------------------------------------------|----|
| Figura 25 – Organograma da empresa ..... | 75 |
|------------------------------------------|----|

## LISTA DE QUADROS

|                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------|----|
| Quadro 1 – Usos do BIM.....                                    | 31 |
| Quadro 2 – Características do gerente BIM da construtora ..... | 52 |
| Quadro 3 – Características do modelador BIM .....              | 53 |
| Quadro 4 - Verificação da síntese de implementação.....        | 79 |

## LISTA DE SIGLAS

|      |                                                              |
|------|--------------------------------------------------------------|
| ABDI | Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial             |
| AEC  | Arquitetura, Engenharia e Construção                         |
| AIA  | <i>American Institute Of Architects</i>                      |
| BCF  | <i>BIM Collaboration Format</i>                              |
| BDS  | <i>Building Description System</i>                           |
| BEP  | <i>BIM Execution Plan</i>                                    |
| BIM  | <i>Building Information Modeling</i>                         |
| CBIC | Câmara Brasileira da Indústria da Construção                 |
| CAD  | Desenho Assistido por Computador                             |
| DB   | <i>Design Build</i>                                          |
| DBB  | <i>Design Bid Build</i>                                      |
| EAP  | Estrutura Analítica de Projetos                              |
| GSA  | <i>General Services Administration</i>                       |
| IFC  | <i>Industry Foundation Classes</i>                           |
| IFG  | Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás |
| IPD  | <i>Integrated Project Delivery</i>                           |
| ISO  | <i>International Organization for Standardization</i>        |
| LOD  | <i>Level of Development</i>                                  |
| MCP  | Manual de Coordenação de Projetos                            |
| MDIC | Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior |
| NIBS | <i>National Institute of Building Sciences</i>               |
| ND   | Nível de Desenvolvimento                                     |
| PDE  | Perfil de Desempenho da Edificação                           |
| PEB  | Plano de Execução BIM                                        |

|      |                                                   |
|------|---------------------------------------------------|
| PQO  | Plano de Qualidade da Obra                        |
| SDAI | Sistema de Detecção e Alarme de Incêndio          |
| SIG  | Sistema de Gestão Integrada                       |
| SGQ  | Sistema de Gestão da Qualidade                    |
| SPDA | Sistema de proteção contra descargas atmosféricas |
| TI   | Tecnologia da Informação                          |
| TIC  | Tecnologia de Informação e Comunicação            |
| VDC  | <i>Virtual Design &amp; Construction</i>          |

## SUMÁRIO

|                                                                                  |           |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>CAPÍTULO 1 .....</b>                                                          | <b>17</b> |
| <b>1       INTRODUÇÃO .....</b>                                                  | <b>17</b> |
| <b>1.1      Considerações iniciais.....</b>                                      | <b>17</b> |
| <b>1.2      Justificativa para desenvolvimento desta pesquisa .....</b>          | <b>18</b> |
| <b>1.3      Objetivos .....</b>                                                  | <b>19</b> |
| <b>1.4      Metodologia .....</b>                                                | <b>20</b> |
| <b>1.5      Estrutura do trabalho .....</b>                                      | <b>21</b> |
| <b>CAPÍTULO 2 .....</b>                                                          | <b>23</b> |
| <b>2       REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>                                        | <b>23</b> |
| <b>2.1      Histórico da evolução gráfica de projetos .....</b>                  | <b>23</b> |
| <b>2.2      <i>Building Information Modeling (BIM)</i>.....</b>                  | <b>26</b> |
| <b>2.3      Benefícios e aplicabilidades BIM .....</b>                           | <b>30</b> |
| 2.3.1   Fidelidade da representação gráfica de projeto .....                     | 32        |
| 2.3.2   Simulação virtual da obra .....                                          | 34        |
| 2.3.3   Ciclo de vida.....                                                       | 35        |
| 2.3.4   Extração automatizada de quantitativos de materiais e serviços. ....     | 37        |
| 2.3.5   Compatibilização Simultânea .....                                        | 37        |
| <b>2.4      Processos colaborativos de projeto BIM .....</b>                     | <b>38</b> |
| 2.4.1   Definição de colaboração .....                                           | 40        |
| 2.4.2   Interoperabilidade.....                                                  | 41        |
| 2.4.3   Padronização dos processos .....                                         | 42        |
| 2.4.4   ND – Nível de desenvolvimento ( <i>Level of Development (LOD)</i> )..... | 42        |
| 2.4.5   Componentes BIM.....                                                     | 45        |
| 2.4.6 <i>Integrated Project Delivery (IPD)</i> .....                             | 46        |
| <b>2.5      Coordenação de projetos .....</b>                                    | <b>49</b> |
| <b>2.6      BIM <i>mandate</i> e Plano de Execução BIM (PEB) .....</b>           | <b>55</b> |
| <b>2.7      Barreiras para a implantação do BIM .....</b>                        | <b>55</b> |
| <b>2.8      Planejamento de uma implementação BIM .....</b>                      | <b>57</b> |
| <b>2.9      Porque é tão importante evoluir para o BIM? .....</b>                | <b>61</b> |

|                  |                                                               |    |
|------------------|---------------------------------------------------------------|----|
| 2.10             | BIM e as normativas brasileiras .....                         | 63 |
| 2.11             | Síntese da implementação BIM na coordenação de projetos ..... | 64 |
| CAPÍTULO 3 ..... |                                                               | 69 |
| 3                | METODOLOGIA DA PESQUISA.....                                  | 69 |
| 3.1              | ETAPA 1 .....                                                 | 69 |
| 3.2              | ETAPA 2 .....                                                 | 70 |
| 3.3              | ETAPA 3 .....                                                 | 71 |
| 3.3.1            | Estratégia de análise dos dados obtidos .....                 | 72 |
| 3.4              | ETAPA 4 .....                                                 | 73 |
| 3.5              | ETAPA 5 .....                                                 | 73 |
| CAPÍTULO 4 ..... |                                                               | 74 |
| 4                | ANÁLISE DOS DADOS COLETADOS.....                              | 74 |
| 4.1              | Caracterização da empresa .....                               | 74 |
| 4.2              | Processo de adoção do BIM pela empresa estudada .....         | 77 |
| 4.3              | Diagnóstico da adoção do BIM pela empresa.....                | 79 |
| CAPÍTULO 5 ..... |                                                               | 84 |
| 5                | CONCLUSÃO .....                                               | 84 |
| 6                | REFERÊNCIAS.....                                              | 87 |
| APÊNDICE A ..... |                                                               | 93 |
| APÊNDICE B ..... |                                                               | 95 |
| APÊNDICE C ..... |                                                               | 96 |

## CAPÍTULO 1

### 1 INTRODUÇÃO

Este capítulo contextualiza o foco deste estudo e apresenta os objetivos, descrevendo sucintamente as etapas do trabalho.

#### 1.1 Considerações iniciais

A indústria da construção civil com enfoque no subsetor de edificações apresenta uma cadeia produtiva heterogênea e complexa que pode se tornar um bloqueio para o seu desenvolvimento. Com a crescente globalização na segunda metade do século XX e o aumento de competitividade no mercado, as mudanças no cenário econômico levaram as empresas da construção civil a buscar novas estratégias e melhorias na qualidade dos seus produtos finais com o desenvolvimento e/ou modernizações tecnológicas (ULRICH, 2001).

*Building Information Modeling* (BIM), também conhecido como Modelagem da Informação da Construção é uma plataforma de informações aplicada à construção civil envolvendo Tecnologia da Informação (TI), capaz de gerenciar o processo de projeto de uma edificação e testar seu desempenho por todo seu ciclo de vida. Todas estas ações e resultados são alcançados por meio do uso de recursos computacionais organizados em plataformas digitais e com a utilização de objetos virtuais (CBIC, 2016a).

O termo BIM é de conceito amplo e pode ser entendido como uma nova forma gerencial que amplia a capacidade competitiva no setor produtivo da construção civil. Os benefícios das ferramentas BIM, no entanto, estão sendo explorados por diversos escritórios e empresas da indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) de forma subutilizada (ARAYICY *et al.*, 2011; COELHO, 2017).

Implantar a prática BIM impõe uma quebra de paradigmas, pois vai além da disponibilidade de infraestrutura de tecnologia da informação, envolve a capacitação de pessoal e mudanças nos processos e na cultura da empresa, pois amplia e aprofunda o conhecimento da edificação já no processo de projeto (EASTMAN, 2014; GONÇALVES, 2018).

Gomes (2017) e Coelho (2017) apontam que os processos BIM concentram a solução de problemas da construção e do edifício ainda na fase da concepção do projeto, o que necessariamente acarreta para as empresas uma renovação de postura e de visão diante do mercado de trabalho brasileiro.

## **1.2 Justificativa para desenvolvimento desta pesquisa**

O avanço tecnológico da automação de processos de produção iniciou-se com a revolução industrial do século XVIII e resultou no aumento de produtividade de diversos setores industriais. A automação pode ser definida como um conjunto de tecnologias com o objetivo de otimizar os processos produtivos proporcionando maior qualidade aos produtos bem como a redução do custo e prazo (AGUIAR, 2018).

A concorrência de mercado e a busca por modernização de técnicas faz com que as organizações busquem pela automatização dos seus processos pois eles são os aliados para o ganho de produtividade e redução de custos de produção. Diante de tantos desafios, a automação na construção civil ainda é localizada e particularizada, diferente de outras indústrias, como a automobilística (AGUIAR, 2018; AMORIM, 2020). A automação é capaz de mudar a dinâmica do mercado e é necessária para a sobrevivência de qualquer empresa para suprir a demanda de mercado e de produtividade neste mundo globalizado (CAPELLI, 2007).

A adoção bem-sucedida de novas tecnologias é uma ação progressiva e multifacetada por envolver a infraestrutura necessária para operação (tecnologia), profissionais com boa capacitação (pessoas), novas diretrizes e planos de trabalho (processos) (ABDI, 2017a).

Na indústria da construção civil, por se tratar de um setor de caráter produtivo tradicional e resistente a mudanças, a automação tem sido adotada de forma acelerada, sobretudo a partir da necessidade de incorporação do BIM aos processos de trabalho e porque o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) proporciona ao setor maior competitividade e melhoria na produtividade, o que, no entanto, é questionável devido à complexidade do processo de adoção de novas tecnologias e da maneira eficiente do emprego das mesmas (ABAURRE, 2014; AMORIM, 2020).

Há diversas barreiras e particularidades que têm impedido a adoção e implantação plena do BIM nas empresas brasileiras. Elas estão relacionadas principalmente com a correta compreensão do seu significado, os potenciais benefícios e a identificação de quem são os principais beneficiados dentro da cadeia produtiva (CBIC, 2016b).

Em diversos países do mundo, os governos federais têm apoiado o uso do BIM para a indústria da construção. No Brasil o decreto N° 10.306 de 02 de abril de 2020 determina a implementação de forma gradual com início da primeira fase a partir do dia primeiro de janeiro de 2021. Nos Estados Unidos a *General Services Administration* (GSA) instituiu em 2006 o BIM na fase de projetos. A adoção do BIM por lá foi uma alternativa de reação à crise imobiliária e foi estabelecida como uma forma de inovação e melhoramento dos seus processos e aumento da produtividade. Iniciativas e diretrizes foram estabelecidas em várias nações que resultaram em guias e manuais com auxílio de empresas privadas e públicas: Reino Unido, Chile, Finlândia, Hong Kong, Noruega e Singapura (MASOTTI, 2014; COELHO, 2017; CBIC, 2016a).

Calcada nos esforços do mercado da construção civil brasileira e do Governo Federal em introduzir o BIM como nova forma de trabalho para o setor produtivo da construção, que é estratégico na economia nacional, esta pesquisa busca contribuir com o conhecimento sobre o tema do uso e da implantação BIM no Brasil.

### **1.3 Objetivos**

Os objetivos deste trabalho se subdividem em objetivo geral e objetivos específicos.

#### **Objetivo geral**

Investigar as atividades de implantação dos processos BIM em uma empresa de construção na cidade de Goiânia, contrapondo-as àquelas recomendadas pelos principais guias de implementação BIM no Brasil.

## **Objetivos específicos**

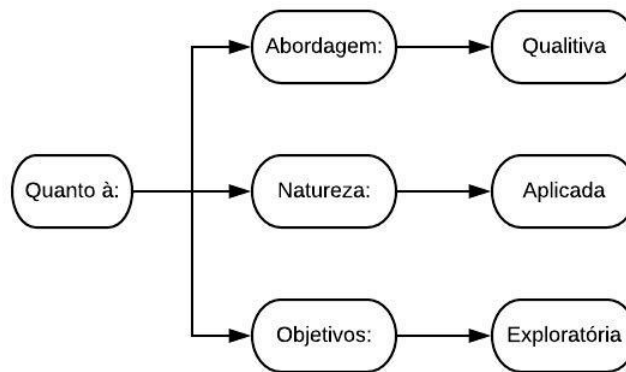
Em relação aos objetivos específicos, definiu-se:

- a) Aprofundar o conhecimento sobre os conceitos e os processos da construção do edifício a partir das ferramentas BIM.
- b) Caracterizar como foi a transição para o processo BIM em uma construtora por meio de um estudo de caso, comparando a transição efetivamente realizada com a sequência de ações recomendadas pelos manuais brasileiros de implementação dos processos BIM.
- c) Apontar as principais dificuldades vivenciadas na implantação de processos BIM pelo departamento de coordenação de projetos da construtora estudada.
- d) Identificar os resultados obtidos com a implantação BIM adotada no estudo de caso e apontar sugestões ao processo.

## **1.4 Metodologia**

Uma pesquisa pode ser classificada quanto à sua abordagem, quanto à sua natureza e quanto aos seus objetivos. Uma pesquisa qualitativa almeja interpretar um fato no qual o pesquisador está centrado em descrever, compreender e explicar o objeto de estudo. A pesquisa aplicada, por sua vez, objetiva produzir conhecimentos que serão utilizados para a solução de problemas de interesse do grupo social envolvido. Já o caráter exploratório da pesquisa proporciona ao pesquisador maior familiaridade com o problema e para a análise e compreensão do tema este trabalho desenvolveu um estudo de caso (GERHARDT; SILVEIRA, 2009). Na Figura 1 está caracterizado o perfil deste estudo.

Figura 1 – Classificação da pesquisa



Fonte: Elaborada pela autora.

O estudo buscou identificar os métodos e estratégias de implementação dos recursos BIM adotados por uma empresa e os comparou com aqueles apresentados e recomendados nas coletâneas da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC, 2016) e da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI, 2017).

O estudo de caso proposto foi realizado em uma construtora localizada na cidade de Goiânia com o foco de análise no departamento de projetos, apresentando as principais atividades desenvolvidas neste setor e como o BIM está presente no processo.

### 1.5 Estrutura do trabalho

O presente trabalho está dividido em cinco capítulos, sendo este o capítulo introdutório, as considerações iniciais do tema da pesquisa, a justificativa, objetivos e a descrição sumária do método de pesquisa.

No Capítulo 2 é apresentada a revisão bibliográfica que serve como base teórica para o desenvolvimento do estudo de caso, contribuindo para o domínio do tema. É apresentado o planejamento de uma implementação BIM segundo a literatura adotada.

O Capítulo 3 compreende a descrição do método de pesquisa e a estratégia de análise utilizada para o diagnóstico da organização em estudo.

O Capítulo 4 apresenta a caracterização da empresa do estudo de caso e a análise da implementação da metodologia BIM na empresa selecionada, apontando

como se deu essa implantação, quais ferramentas foram utilizadas e o nível de desenvolvimento que se encontram. A análise permitiu comparar o que foi desenvolvido pela companhia no processo de adoção do BIM com a síntese realizada a partir da revisão bibliográfica.

No Capítulo 5 são apresentadas as conclusões, contribuições e considerações finais da pesquisa.

## CAPÍTULO 2

### 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo serão abordados conhecimentos e argumentos relacionados ao processo de projeto e a evolução dos projetos baseados em métodos tradicionais (CAD) para projetos utilizando processos BIM. São apresentadas as definições do termo BIM, assim como os benefícios e barreiras à implantação dessa ferramenta. É discutido ainda porque é tão importante evoluir para BIM e como se dá o planejamento de uma implantação em uma construtora, com foco na área de coordenação de projetos.

#### 2.1 Histórico da evolução gráfica de projetos

Na década de 80 do século XX, a utilização de ferramentas computacionais e o emprego da Tecnologia da Informação (TI) ressignificou o trabalho dos escritórios de projetos através do sistema *Computer Aided Design* (CAD) para o desenvolvimento dos seus projetos, pois as empresas da construção civil, assim como as demais indústrias, precisaram reformular suas estratégias produtivas para sobreviver num mercado competitivo, garantindo a qualidade dos seus produtos e aliada à produtividade (NUNES; LEÃO, 2018; ULRICH, 2001).

Na antiguidade os profissionais (técnicos, arquitetos e engenheiros) não documentavam suas ideias, eles desenvolviam as soluções construtivas no próprio local da construção. Como as obras civis são estruturas complexas devido à quantidade de informações que possuem, estes profissionais passaram a documentar suas ideias por meio de representações gráficas tendo o papel como suporte. A representação gráfica passou a exigir dos profissionais uma maior habilidade imaginativa para a visualização dos elementos ali representados (CBIC, 2016a).

De acordo com Soares (2007) a evolução da representação gráfica se deu pelo advento de demandas da sociedade que necessitava cada vez mais de produtos com maior qualidade e precisão. Assim surgem novas tecnologias aliadas ao processo de projeto e clientes mais exigentes com prazos, custos e eficiência do produto final (NUNES; LEÃO, 2018).

A qualidade<sup>1</sup> e a competitividade tornaram-se parceiras no processo de evolução gráfica de projetos e de fato a qualidade representa desde tempos remotos um fator de extrema importância para empresas e sociedade em geral (FABRÍCIO, 2002). Os esforços em ter padrões de exigência no mercado que atendam clientes e fornecedores levaram as organizações a buscarem métodos de padronização surgindo então o conjunto de normas ISO 9000 que tratam da gestão da qualidade em qualquer tipo de organização (MELHADO, 1994).

Kowaltowski *et al.* (2011) comenta que os avanços de *software* e *hardware* concedeu aos profissionais a exploração das potencialidades dos ambientes dos edifícios projetados com a visualização instantânea em projeções virtuais. Com o advento do CAD, o universo de projeto tornou-se mais expressivo e de difícil raciocínio, exigindo cada vez mais dos projetistas habilidades para lidar com a criatividade e complexidade do projeto e do *software*.

O CAD mudou a rotina dos projetistas colocando-os em um contexto onde era possível organizar as informações, padronizar os processos através de camadas (*layers*) e estilos de textos e ainda visualizar e manipular os objetos dentro do arquivo através de blocos. Ao manipular todos estes elementos dentro do arquivo criava-se um padrão (*template*) e a partir deste arquivo-padrão novos projetos podem ser criados. O *template* há anos auxilia diversos escritórios na concepção e elaboração dos seus projetos (KOWALTOWSKI *et al.*, 2011).

Como um aprimoramento do CAD surge o BIM, que não deve ser entendido como uma ferramenta de projeto, pois é uma tecnologia aliada a processos que modificam totalmente a forma como um empreendimento é concebido, projetado e construído (AZHAR *et al.*, 2012).

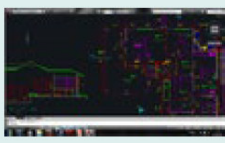
Para diversos autores como Eastman (2014), Manzione (2013), Succar (2009) e Kowaltowski *et al.* (2011) trata-se de uma metodologia embasada no compartilhamento de informações de um empreendimento ao longo do seu ciclo de vida: projeto, construção, operação, manutenção e demolição, que permite que o

---

<sup>1</sup> Qualidade é produzir produtos e/ou serviços em conformidade com requisitos, que atenda e satisfaça as expectativas do cliente e das partes interessadas, e agrega valor aos processos da organização (NBR ISO 9000:2015).

ser humano interaja virtualmente com o edifício antes da sua execução. Na Figura 2 é apresentada a evolução das maneiras como a representação gráfica de projeto foram utilizadas e de como o uso da tecnologia da informação é importante para o processo de projeto repleto de informações distintas e associadas de forma complexa.

Figura 2 – Evolução da representação gráfica de projeto

| Maquetes físicas                                                                  | Pranchetas                                                                        | CAD                                                                                | BIM                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  |  |
| Sem documentação                                                                  | Apenas documentos (desenhos)                                                      | Apenas documentos (desenhos)                                                       | Modelos e documentos                                                                |

Fonte: CBIC, 2016a.

As principais diferenças entre a tecnologia BIM e CAD são: a representação, a visualização e a atualização de informações em um projeto, conforme apontam Azhar, Khalfan e Maqsood (2012). Os autores retratam que a visualização em CAD é independente em planta, corte e elevação, ou seja, a atualização em qualquer vista requer que todas as outras sejam revisadas. Isso é uma das principais deficiências da documentação de projetos em CAD. Porém, em projetos realizados utilizando a tecnologia BIM, as vistas são modificadas simultaneamente.

A transição do CAD para ferramentas BIM será de menor impacto nos escritórios do setor AEC devido à informatização presente no cotidiano dos profissionais, diferentemente de quando mudou-se da prancheta para o CAD (TAVARES JÚNIOR, 2014). No entanto, diversos autores têm relatado que o principal problema nesta transição é a real compreensão do termo BIM pelos profissionais do setor (MANZIONE, 2013; CBIC, 2016a).

Melhado (1994), Ulrich (2001) e Gomes (2017) entendem que o processo de produção do projeto é crucial para que exista coerência e continuidade nas fases seguintes de um empreendimento. É nesta fase que se define todas as necessidades, informações e parâmetros finais que o empreendimento possui e quanto mais cedo identificadas menor será o impacto e improvisações no canteiro

de obras, garantindo eficiência na fase de execução pois as soluções adotadas terão maior eficácia para implantação.

Neste contexto, a modelagem da informação da construção (BIM) surge como uma inovação ao setor da construção civil, promovendo melhorias no fluxo dos processos inerentes à esta cadeia produtiva. É uma plataforma onde as informações estão integradas garantindo maior assertividade das soluções para a obra. Porém, como qualquer outra tecnologia, implantar novos processos requer desafios e mudanças que podem se tornar barreiras para a implantação (EASTMAN, 2014; COELHO, 2017).

## **2.2 Building Information Modeling (BIM)**

O conceito e o termo BIM (*Building Information Modeling*) está em difusão na indústria AEC e ainda não tem uma definição acordada nas diversas instituições em que é estudado. Charles M. Eastman criou o conceito no final dos anos 70 do século XX, mas a nomenclatura BIM teria sido popularizada por Jerry Laiserin ao padronizá-la em processos de construção virtual que envolveria a troca de informação (COELHO, 2017).

O conceito mais antigo de BIM aparece no trabalho “*Building Description System*”<sup>2</sup>, em que os elementos construtivos têm a forma interativa, derivando de seções e planos, de modo que qualquer mudança em um dos planos alteraria a forma nas demais vistas. O trabalho colaborativo passa a ser possível dentro do próprio projeto na metodologia BIM e todos os elementos físicos componentes do edifício são consistentes a ponto de serem analisados simultaneamente. Os projetistas teriam um banco de dados integrado com os modelos.

Segundo Succar (2009, p. 357):

*Building Information Modeling (BIM) ou Modelagem da Informação da Construção é um conjunto de políticas, processos e tecnologias que ao interagirem, geram uma metodologia para gerenciar os dados essenciais do projeto e da construção em formato digital, no decorrer de todo seu ciclo de vida.*<sup>3</sup>

---

<sup>2</sup> O *Building Description System* (BDS) publicado por Eastman no extinto jornal AIA em 1975.

<sup>3</sup> Trecho original: *Building Information Modelling (BIM) is a set of interacting policies, processes and technologies generating a “methodology to manage the essential building design and project data in digital format throughout the building's life-cycle.”* – Tradução livre da autora

Manzione (2013) expõe que o *Building Information Modeling* está relacionado com o processo que permite a gestão da informação de modelos digitais, enquanto *Building Information Model* é o conjunto de modelos compartilháveis, cheios de informações que vão além de representações geométricas.

Eastman *et al.* (2014) definem “[...] BIM como uma tecnologia de modelagem. É um conjunto de processos associados para produzir, comunicar e analisar os modelos de edificações...e que o BIM não é uma coisa ou um tipo de *software*, mas uma atividade humana que envolve mudanças amplas no processo de construção”.

O autor descreve o BIM como uma abordagem promissora para a indústria AEC, pois através desta tecnologia é possível produzir um modelo virtual de uma edificação com geometria exata e dados consistentes, que dará suporte à construção, fabricação e todos os insumos necessários para a idealização da construção.

A CBIC em seus manuais (CBIC, 2016) definiu o termo como um processo progressivo, uma nova plataforma onde o projeto se tornou um modelo capaz de armazenar, trocar e consolidar a informação sobre uma edificação que se deseja construir, usar e manter. É uma nova abordagem aplicada na construção civil de forma automatizada envolvendo novas ferramentas, os *softwares*, para atender todo o ciclo de vida de uma edificação.

Os guias da ABDI (ABDI, 2017) explicitam o BIM como uma tecnologia, onde o produto é uma reprodução virtual de modelos paramétricos, ou seja, são representações geométricas repletas de informações tais como: processos executivos, referências normativas, custos, homens-hora e diversas informações que são relevantes para simular todas as etapas de uma construção virtual.

O *National Institute of Building Sciences* (NIBS), organização não governamental norte americana define BIM que:

Modelagem da Informação da Construção é uma representação digital das características físicas e funcionais de um empreendimento. Como tal, serve como um recurso de conhecimento compartilhado para obter informações sobre a edificação, e forma uma base confiável de decisões desde o início do seu ciclo de vida. Uma premissa básica da Modelagem de Informação da Construção é a colaboração de diferentes partes

interessadas em diferentes fases do ciclo de vida de uma edificação para inserir, extrair, atualizar ou modificar informações no modelo<sup>4</sup>.

O BIM não está apenas associado à modelagem paramétrica e a visualização 3D do modelo, de acordo com Miranda e Salvi (2019) se expande para diferentes camadas de informações que são denominadas de dimensões conforme é apresentado na Figura 3.

Figura 3 – Dimensões do BIM



Fonte: Adaptado de BIBLUS, 2018.

O nível de informação que envolve um modelo BIM tem o potencial de auxiliar a compreensão do processo de construção do empreendimento, definindo as diferentes dimensões do BIM. As informações adicionadas a estes modelos farão o usuário assimilar quanto tempo, quanto custa, como a edificação deverá ser

---

<sup>4</sup> Trecho original: "Building Information Model (Model) is a digital representation of physical and functional characteristics of a facility. As such, it serves as a shared knowledge resource for information about a facility forming a reliable basis for decisions during its life cycle from inception onward. A basic premise of Building Information Modeling is collaboration by different stakeholders at different phases of the life-cycle of a facility to insert, extract, update or modify information in the model". – Tradução livre da autora

mantida (MCPARTLAND, 2017) e que estes modelos serão utilizados para diversas finalidades (GUEDES, 2018).

- a) **3D**: trata-se da modelagem paramétrica, representando o empreendimento com todos projetos integrados (arquitetônicos, hidráulicos, elétricos, esgotos, mecânicos, telecomunicações, GLP, SPDA, SDAI, etc.), o que permite a melhor visualização espacial e compatibilização entre as diversas disciplinas.
- b) **4D**: neste modelo será incrementado a variável tempo aos elementos de projeto, sendo possível vincular o cronograma da obra ao modelo 3D e poder simular o planejamento da obra de forma virtual. Essa ferramenta proporcionará a exploração do canteiro de obras e cronogramas enxutos.
- c) **5D**: o fator custo será agregado ao modelo 3D e ao planejamento, propiciando levantamento de insumos de forma automatizada e um orçamento da obra em tempo real. A integração do custo no modelo permite ao gestor analisar o cronograma físico-financeiro de forma mais precisa.
- d) **6D**: o modelo é vinculado ao estudo de eficiência energética do empreendimento. São feitas simulações de insolações, isolamento térmico, materiais sustentáveis. Os estudos dos modelos 6D conduzem a estimativas de gastos energéticos mais aproximados e permitindo assim fazer instalações de alto desempenho energético.
- e) **7D**: essa dimensão possibilita a análise do ciclo de vida do empreendimento. As informações dos projetos são registradas num manual de operação e manutenção do edifício, que permitirá o gerenciamento das instalações com base nas especificações dos fornecedores e fabricantes e prazos de garantia. Viabiliza que os gestores extraiam as informações relevantes do empreendimento.

Delatorre e Santos (2014) retratam que a adoção do BIM nos processos de trabalho exigirá uma mudança no fluxo atual das organizações, que implicará em trabalhos colaborativos juntamente com uma coordenação especializada que

deverá estabelecer procedimento e padronizar os processos de trabalhos. Isso inclui pessoas e tecnologia como afirma a ABDI (2017a).

Diante da complexidade da produção de um edifício, há uma fragmentação no relacionamento dos projetistas, fabricantes, distribuidores de materiais e executores de obras, de modo que é adotado um trabalho sequencial para as organizações dentro da construção civil, e isso tem apresentado diversas falhas no processo de execução e na fase de operação e manutenção, conforme abordam Melhado (1994) e Okamoto *et al.* (2014). Ayres (2009) alude à amplitude de estudo do BIM: “conceitos, atividades, técnicas, ferramentas e atores, reunidos em relacionamentos complexos e distribuídos por todas as atividades inerentes à indústria da construção. ”

### **2.3 Benefícios e aplicabilidades BIM**

Eastman (2014) e Manzione (2013) destacam os benefícios do uso do BIM para as melhorias de processos na construção civil por incrementar práticas ao setor que reduzem o custo e o prazo de execução de um empreendimento, diferentemente das práticas tradicionais, sendo algumas listadas no Quadro 1. Os benefícios e as potencialidades que as ferramentas BIM proporcionam ao setor da construção civil são diversas e destacam-se: a fidelidade da representação gráfica de projeto, a simulação virtual da obra, o estudo do ciclo de vida, a extração de quantitativos de materiais de forma automática e a compatibilização simultânea.

Gonçalves (2018) também destacou a ampliação da comunicação e a troca de informações entre todos os agentes envolvidos na produção do edifício como principais ganho ao processo de produção dos edifícios.

Quadro 1 – Usos do BIM (continua)

|                   |                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Projeto</b>    | Visualização   | Projetos com visualização em 3D<br>Controle de ciclos de revisões<br>Documentação e detalhamento<br>Escaneamento de edifícios com raio laser<br>Fotogrametria<br>Representação realística<br>Realidade virtual<br>Realidade aumentada                                                                                                                                                                                                                         |
|                   | Análise        | Verificações de requisitos de normas<br>Estimativas de custo<br>Análises estruturais por elementos finitos<br>Simulação de fogo e fumaça<br>Análises de luminotécnica<br>Levantamentos quantitativos<br>Análises de implantação no terreno<br>Estudos de radiação solar<br>Coordenação espacial e análise de interferências<br>Análise estrutural<br>Análises de sustentabilidade<br>Análises energéticas<br>Análises térmicas<br>Estudos do impacto do vento |
| <b>Construção</b> | Execução       | Construtibilidade<br>Construção virtual<br>Segurança do trabalho<br>Especificações da construção<br>Projeto de sistemas construtivos<br>Tecnologias móveis para uso no canteiro<br>Planejamento e controle da produção<br>Licitações e contratações                                                                                                                                                                                                           |
|                   | Pré-fabricação | Estruturas metálicas<br>Estruturas em concreto pré-moldado                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|                   | Aquisição      | Coordenação dos suprimentos<br>preparação de pacotes de compras                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

Quadro 1 – Usos do BIM (conclusão)

|                         |                                                                                                                                                   |                                                                                                                                               |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Operação</b>         | Gerenciamento                                                                                                                                     | Rastreamento dos ativos<br>Manutenção dos ativos<br>Monitoramento de ativos por GPS<br>Gerenciamento dos espaços<br>Gerenciamento de reformas |
|                         | Simulação                                                                                                                                         | Gestão dos sistemas<br>Planejamento para situações de emergência<br>Análises do consumo energético<br>Rastreamento da ocupação                |
| Otimização de processos | <i>Lean construction</i><br>Gestão da cadeia de suprimentos<br>Gestão do conhecimento<br>Análises de valor<br>Melhoria do processo de comunicação |                                                                                                                                               |

Fonte: Manzione, 2013.

De acordo com Eastman (2014), ainda não há registros de nenhum projeto que tenha contemplado o uso do BIM em todas as fases do ciclo de vida e os benefícios que a tecnologia proporciona ainda estão em fase de percepção do usuário, ou seja, há muito o que explorar e descobrir sobre essa plataforma.

### 2.3.1 Fidelidade da representação gráfica de projeto

O BIM impacta a representação gráfica dos projetos ao aumentar o número de detalhes, sobretudo em três dimensões, nas pranchas de projeto. A possibilidade de visualização do projeto em sua totalidade permite ler com mais clareza o projeto nos seus aspectos mais complexos sem que haja a necessidade de abrir diversas vistas em 2D.

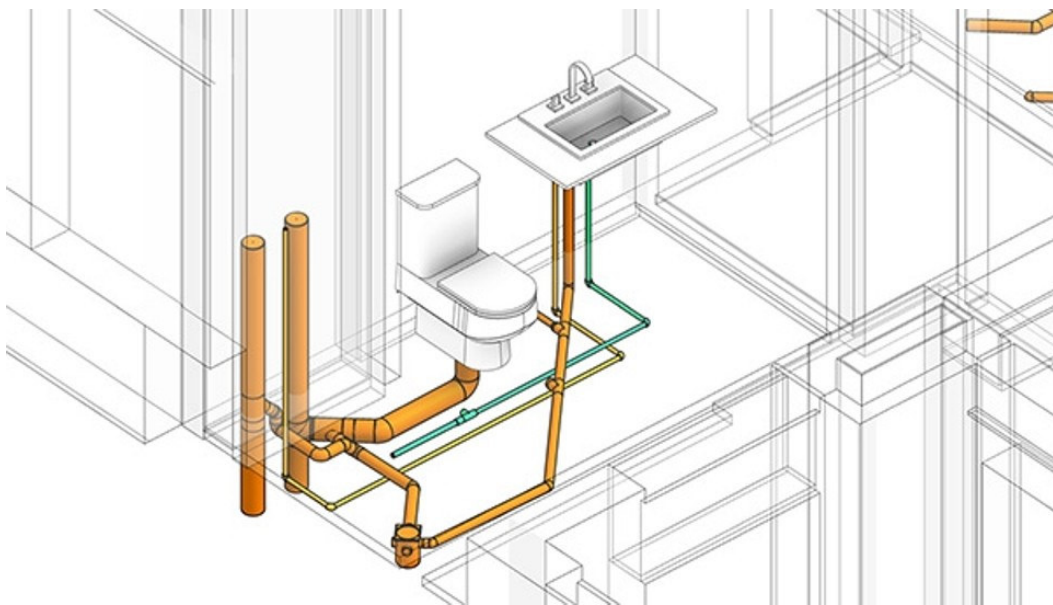
As alterações são feitas automaticamente nos projetos, independente da vista na qual o usuário esteja trabalhando, desde que o mesmo atualize as informações no modelo, pois, estes objetos trabalham com regras e parâmetros que servem de controle de mudanças e de suas formas geométricas. Como exemplo pode ser citada a mudança de posição de uma porta em planta baixa e a sua atualização no corte. No método tradicional, o projetista teria o trabalho de realizar a alteração em planta e o retrabalho de modificar todas as demais vistas

relacionadas (plantas, fachadas, cortes). Essas alterações automatizadas contribuem para a garantia da consistência e integridade das soluções adotada nos projetos.

Os projetos passam a ser vistos como modelos coordenados e colaborados (desde que se garanta a interoperabilidade – o conceito de interoperabilidade será definido no item 2.4.2 deste capítulo), de modo que os problemas podem ser visualizados e corrigidos proporcionando uma melhoria contínua nos projetos, facultando maior eficácia na produção de todos os projetos da edificação de forma simultânea e não sequencial (TAVARES JÚNIOR, 2014).

Para o canteiro de obra, os projetos chegam mais completos juntamente com os modelos, tornando a montagem mais compreensível como mostrado na Figura 4.

Figura 4 – Exemplo 3D de uma instalação hidro-sanitária



Fonte: SELEÇÃO ENGENHARIA, 2017.

O Centro Aquático Nacional de Pequim construído em 2008 para o Jogos Olímpicos é um empreendimento que utilizou ferramentas da plataforma BIM em 3 estágios do projeto: preparação do modelo para o concurso, desenvolvimento do projeto e documentação.

Este empreendimento de grande complexidade, que aludia a um “Cubo d’Água” experimentou benefícios que as ferramentas BIM proporcionam: redução de erros humanos devido à automação dos processos de projetos, e a atualização

automática de todos os desenhos (EASTMAN, 2014). Todas as plantas e documentação final foram coordenadas dentro da ferramenta selecionada, resultando em um modelo completo de informações.

### 2.3.2 Simulação virtual da obra

A automação dos processos permite que a obra seja ensaiada no computador mesmo antes de ser implantado o canteiro de obras. Isso favorece a tomada de decisões de forma antecipada e melhores soluções técnicas. *Softwares* BIM 4D possibilitam o planejamento integrado a partir do modelo 3D, onde poderá ser estudado o sequenciamento das atividades de execução da obra e a simulação, a Construção Virtual (*Virtual Design & Construction – VDC*).

As simulações 4D de um projeto são ferramentas potenciais para melhorar a colaboração dos planejadores do empreendimento ao permitir que utilizem da visualização das etapas ocorrendo virtualmente e assim possam evidenciar possíveis gargalos (Eastman, 2014). Na Figura 5 é apresentado um quadro instantâneo da simulação de um canteiro de obras de um empreendimento hipotético.

Além das visualizações das etapas, a simulação da obra no computador é benéfica para apresentar aos leigos os impactos que poderiam sobrevir com a construção, bem como a logística do canteiro de obras. Esses estudos de viabilidade são cruciais para o início de qualquer empreendimento.

A torre Comercial *One Island East* localizada em *Hong Kong* produziu a visualização do sequenciamento do edifício. Com o cronograma atualizado e detalhado os gerentes do projeto puderam visualizar e analisar diferentes etapas e cenários.

Figura 5 – Simulação 4D gerada pelo software Navisworks da Autodesk



Fonte: DARÓS, 2019.

### 2.3.3 Ciclo de vida

Os empreendimentos da construção civil têm muitas fases compostas por diversas especialidades (arquitetura, estrutura, instalações, etc.) e essas fases caracterizam o ciclo de vida desses empreendimentos como representado na Figura 6 (SOUZA, 2009). O ciclo de vida pode ser entendido como todas as fases que compõe a vida útil de uma edificação desde a concepção até a demolição e que leva anos (na ordem de décadas) para se concretizar (FABRICIO, 2002). De acordo com a ABNT NBR 15.575:2013 a vida útil é o período temporal estabelecido para a durabilidade da edificação que foi projetada, considerando a correta execução.

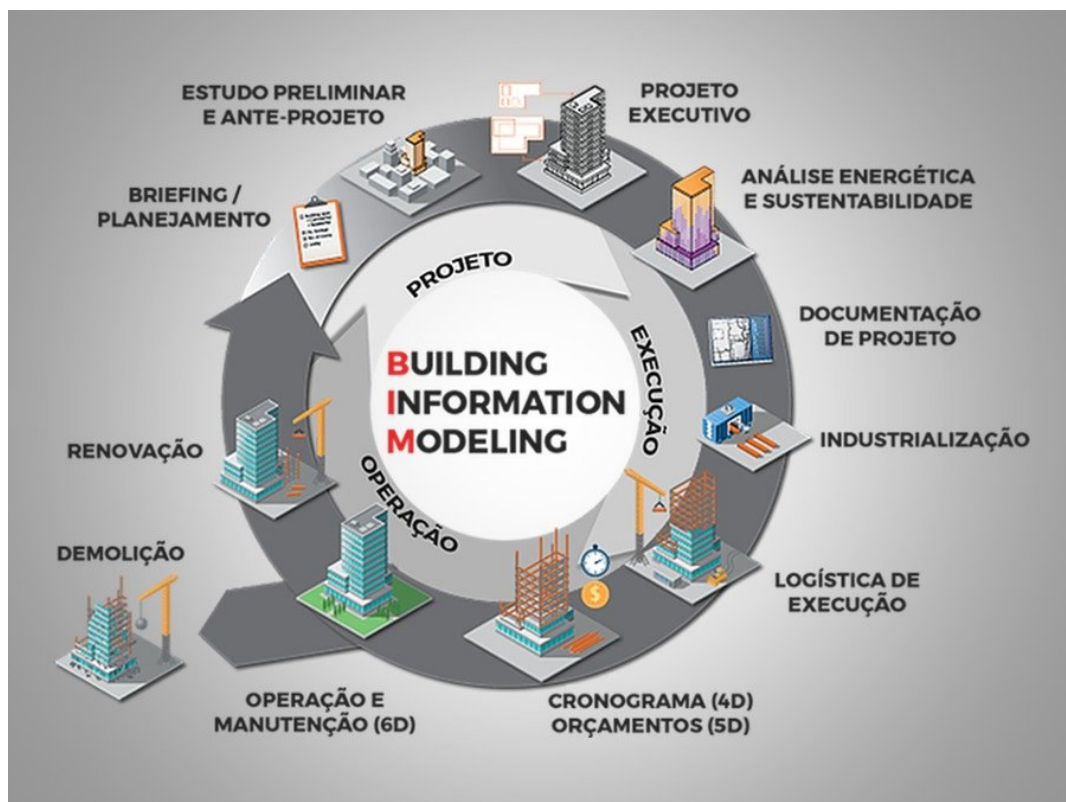
Figura 6 – Ciclo de vida de um empreendimento da construção civil



Fonte: CBIC, 2016a.

O bom planejamento de um empreendimento da construção civil exige um complexo processo de detalhamento de todas as fases do seu ciclo de vida. A utilização de ferramentas BIM no ciclo de vida, a citar: projeto, planejamento, orçamentação, operação, construção, manutenção e demolição como apresentado na Figura 7, permitem a obtenção de informações das edificações a qualquer instante (MANZIONE, 2013; CBIC, 2016a).

Figura 7 – BIM no ciclo de vida de um empreendimento



Fonte: GMartini Engenharia, 2018.

Para Li, Thomas, Skitmore, Zhang, Jin (2017) e Turk (2016) o envolvimento do BIM no ciclo de vida do empreendimento configura-se numa base confiável de informações para a tomada de decisões, permitindo que não haja a omissão de informações ou erros.

#### 2.3.4 Extração automatizada de quantitativos de materiais e serviços.

Os modelos BIM são caracterizados por objetos inteligentes, componentes com regras paramétricas atribuídas, permitindo a extração de dados consistentes para levantamento de quantitativos e especificações (ABDI, 2017a; EASTMAN, 2014).

No processo tradicional de elaboração de projeto, o conjunto de informações ficam armazenadas nos projetos e é com esforço e dificuldades que são alinhadas todas as informações para ser realizado o levantamento de materiais. A extração automática de quantidades e serviços que os *softwares* da plataforma BIM proporcionam tem sido a função que mais chama a atenção dos responsáveis dos escritórios que pretendem evoluir ao BIM, por ser um processo automatizado que garante precisão e instantaneidade no acesso às informações. Essa automatização refina a elaboração do orçamento e do planejamento visto que as falhas nos processos podem ser reduzidas (CBIC, 2016a).

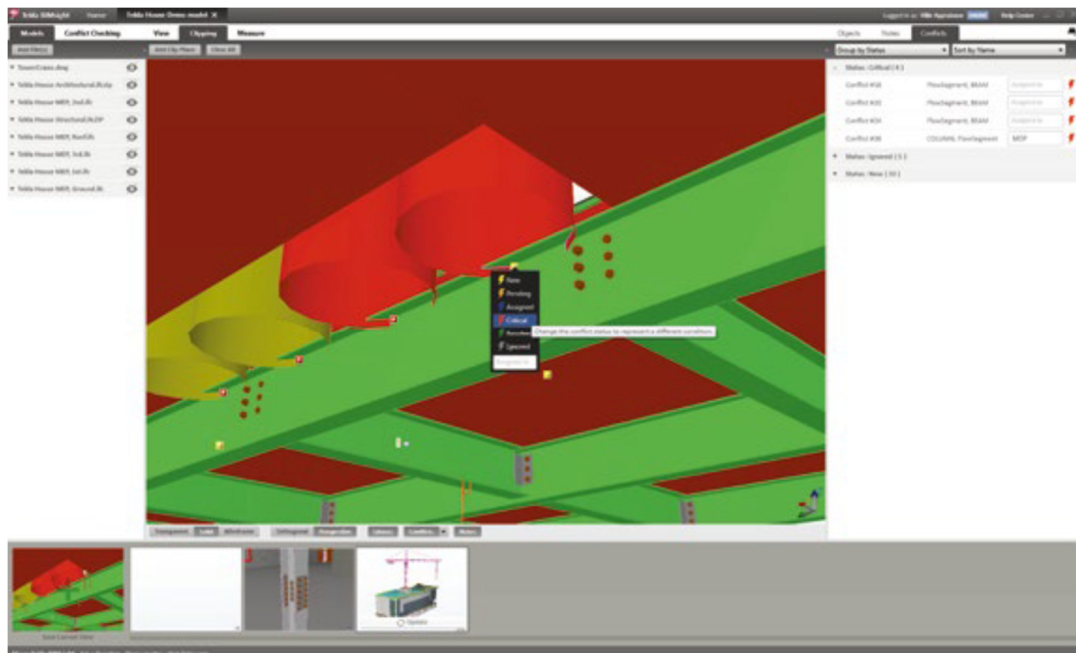
A torre Comercial *One Island East* foi um dos edifícios que usou o modelo BIM para a extração de quantitativos de forma automática. A utilização desta abordagem possibilitou uma precisão maior no levantamento e uma redução de tempo e esforço que era utilizando no levantamento manual (EASTMAN, 2014).

#### 2.3.5 Compatibilização Simultânea

*Softwares* da plataforma BIM permitem que as interferências físicas em projetos, como demonstrado na Figura 8, sejam detectadas automaticamente e a esta ferramenta dá-se o nome de *clash detection*. A compatibilização de projetos deve ocorrer constantemente entre as disciplinas e é uma tarefa inerente ao projetista responsável por cada área garantir que os projetos estejam compatíveis. Ao final da modelagem, de forma complementar, é recomendado a integração dos modelos BIM para a checagem geral de incompatibilidades, o que geralmente fica

ao encargo de um profissional ou de um escritório. A análise de interferências auxilia de forma eficiente a qualidade dos projetos e evita que os problemas sejam resolvidos no canteiro de obras (ASBEA, 2013).

Figura 8 – Tubulações interferindo com vigas metálicas



Fonte: CBIC, 2016d.

A torre Comercial *One Island East* utilizou de ferramentas BIM para efetuar a coordenação do empreendimento. A equipe técnica contou com ferramentas BIM para fazer a detecção de interferências geométricas, resultando em mais de 2 mil interferências resolvidas que causaram um impacto significativo nos custos devido a correção dos problemas antes da execução (EASTMAN, 2014).

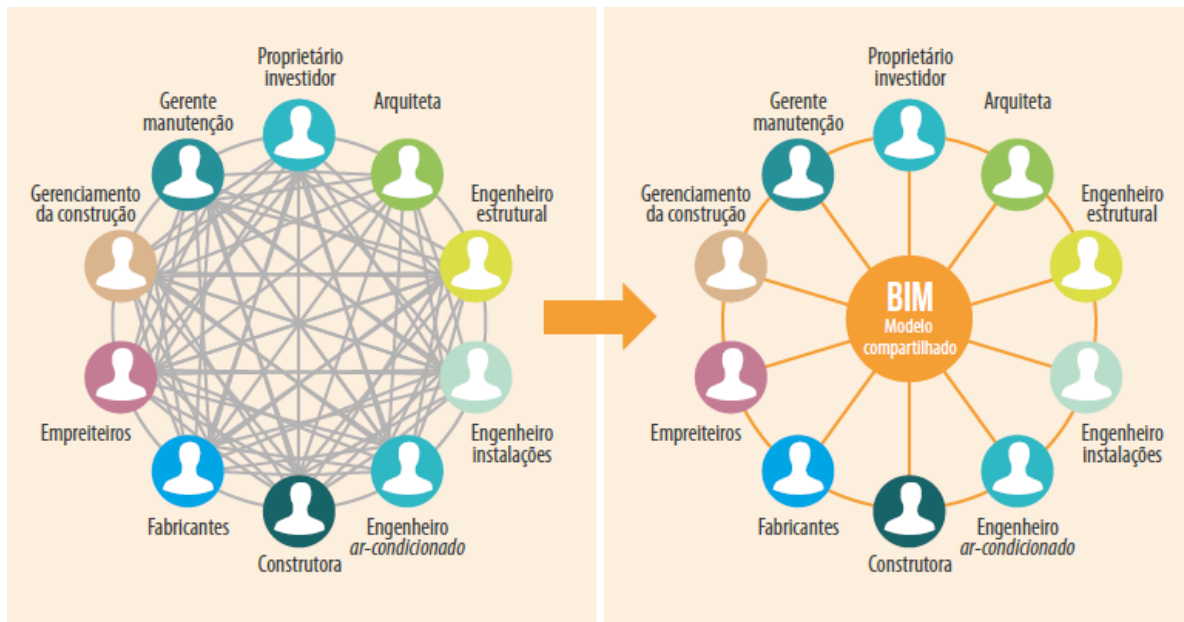
## 2.4 Processos colaborativos de projeto BIM

Atualmente os projetos de empreendimentos de maior porte são conduzidos por equipes multidisciplinares, o que torna o fluxo de informações mais amplo e difícil de administrar. A abordagem colaborativa aliada a um sistema de gestão eficaz facilitará o gerenciamento destas informações ao longo do ciclo de vida do empreendimento e a tomada de decisão o que culminará em maior qualidade nos projetos (SOUZA, 2016).

Santos (2014) aponta que a assertividade no processo de projeto está diretamente ligada aos profissionais que farão parte da equipe. O autor defende que essa equipe deve ser integrada e com informações acessíveis para a tomada de decisões. Para que a integração ocorra de fato é necessário que os processos colaborativos, as habilidades das equipes, a organização da informação, automatização dos sistemas e a gestão do conhecimento tenham a sua eficiência garantida (ABAURRE, 2014).

Tradicionalmente, a coordenação de projetos desenvolvidos em CAD, devolve aos diferentes projetistas as demandas de correção de forma paralela o que culmina no acúmulo de informações e muitas vezes em desvios, resultando em diversas incompatibilidades nos projetos. Através dos modelos BIM que utiliza os princípios da colaboração e a utilização de plataformas de comunicação bem definidas, a coordenação do projeto torna o compartilhamento e a disponibilização de informações unidirecional, isto é, direcionando apenas para o modelo federado<sup>5</sup> como pode ser visto na Figura 9 (ASBEA, 2015; CBIC, 2016c).

Figura 9 – Troca de informação CAD *versus* BIM



Fonte: CBIC, 2016c.

<sup>5</sup> “Aqueles que são feitos individualmente e em determinados momentos são aglutinados para análise da coordenação e de todos os envolvidos”. – ASBEA (2015)

Diversos autores afirmam que o BIM potencializa o trabalho colaborativo, mesmo não sendo uma tarefa imediatista e de fácil execução e podendo até se tornar uma barreira para a adoção da metodologia nos escritórios (CBIC, 2016c).

#### 2.4.1 Definição de colaboração

Colaborar significa cooperar para a realização de alguma atividade, e quando essa abordagem é pensada dentro do sistema AEC, principalmente ao longo do ciclo de vida de um empreendimento, percebe-se a amplitude que essa cooperação pode chegar dentro da cadeia de serviços (CBIC, 2016c).

A colaboração é um mecanismo presente na vida da sociedade e um fator que influencia na construção dessa interação é a tecnologia. Segundo Leich (2009, *apud* MANZIONE, 2013):

- a. A colaboração é um processo;
- b. A colaboração envolve a interação de duas ou mais pessoas;
- c. As pessoas precisam trabalhar juntas em direção a um objetivo comum.

A colaboração trata-se de um aspecto cultural e de acordo com Souza (2016) pode ser feita através da comunicação, da troca de conhecimento e do compartilhamento de informações afim de que um resultado seja alcançado.

Trabalhar com a metodologia BIM pressupõe um intenso fluxo de informação, e a definição de um procedimento de colaboração BIM é parte indispensável para a organização do processo de projeto (ABDI, 2017a; CBIC, 2016c).

Um empreendimento da construção civil envolve equipes multidisciplinares, desde a fase de projetos até a fase de operação/manutenção. Cabe então a definição de um sistema de colaboração a ser utilizado. O *BIM Collaboration Format* (BCF) da *BuildingSMART* é um exemplo desse padrão de comunicação que permite a diferentes programas enviarem comentários sobre os modelos para os diversos usuários (ABDI, 2017a).

Diante disso, a utilização da Modelagem da Informação da Construção propõe uma troca de dados eficaz com os diversos *softwares* disponíveis na

plataforma que garantam a interoperabilidade e é imprescindível a definição do procedimento de colaboração BIM (ASBEA, 2015; CBIC, 2016c).

#### 2.4.2 Interoperabilidade

Manzione (2013) destaca que os processos de projetos envolvem um fluxo intenso de informações e quando faz o uso da metodologia BIM essas informações são compartilhadas e/ou trocadas através dos modelos. O autor aborda a interoperabilidade como uma forma de sucesso do uso do BIM, definindo-a como uma capacidade de compartilhar informações sem que os dados sejam perdidos no processo de colaboração e para que o setor da construção possa explorar as potencialidades e usufruir dos benefícios das ferramentas BIM.

Segundo Addor *et al.* (2010) em 1994 foi criada a *International Alliance for Interoperability* conhecido atualmente como *BuildingSmart*. Este grupo é responsável pelo desenvolvimento *Industry Foundation Classes* (IFC), que representa um formato não proprietário dos *softwares* da indústria AEC, para garantir o compartilhamento e troca de dados entre os diferentes *softwares* da plataforma BIM (GONÇALVES, 2018).

A interoperabilidade de acordo com Eastman (2014) é indispensável em um ambiente com diversos especialistas que trabalham com o intercâmbio de formatos de arquivos. Ayres (2009) aponta que a criação de modelos BIM é composta de várias aplicações com diferentes objetivos, as informações contidas nesses modelos são compartilhadas. A troca dessas informações deve garantir que o objetivo e o significado das aplicações dos elementos do modelo não sejam perdidos, isso é a “interoperabilidade”.

Ainda para o autor há muitos desafios relacionados à interoperabilidade e muitos deles são decorrentes das novas abordagens e dos novos procedimentos na contratações de projetos. Quando se trata de um modelo integrado de informações, como ilustrado na Figura 10, em que outros participantes do projeto têm acesso à informações de outro participante, deve ser garantida a responsabilidade técnica das informações contidas no modelo.

Figura 10 – Modelo integrado de informações



Fonte: Gonçalves, 2018.

O Centro Aquático Nacional de Pequim, por ser um empreendimento complexo e multidisciplinar, utilizou-se da interoperabilidade de vários *softwares* para que o modelo global estivesse pronto para a realização de um passeio virtual dentro da edificação (EASTMAN, 2014). Os processos de intercâmbio da informação agregaram mais valor ao empreendimento.

#### 2.4.3 Padronização dos processos

Para que os procedimentos de colaboração sejam efetivamente viabilizados, os padrões devem ser definidos. Essa padronização envolverá diversas frentes do processo de projeto: nomenclatura de arquivos e pastas, organização de diretórios, nomenclatura de procedimentos, nomenclatura de modelos, documentos e componentes BIM (ASBEA, 2015). A este documento dá-se o nome de *BIM mandate*.

#### 2.4.4 ND – Nível de desenvolvimento (*Level of Development (LOD)*)

Conceito desenvolvido pelo *American Institute of Architects (AIA)*, *Level of Development (LOD)* ou Nível de desenvolvimento (ND), como sugere Manzione (2013), corresponde à completude da informação confiada ao projeto na etapa de

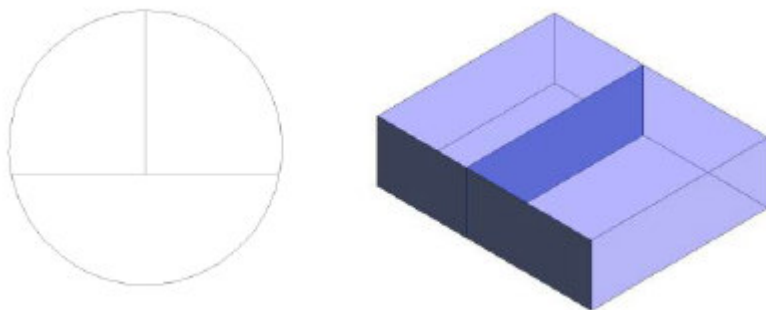
desenvolvimento do empreendimento e que busca conduzir a evolução das informações no modelo (ABDI, 2017a; GUEDES, 2018).

O projeto tem sua evolução de forma progressiva e à medida que suas características se desenvolvem, os projetos passam a ter um volume maior de informação (COELHO, 2017). O ND pode ser comparado à uma régua limitando o uso de 100 a 500, o que determinará o nível de detalhe em que o projeto será produzido e essa informação deverá ser acordada entre os projetistas e contratantes para que as definições de prazo e custo sejam estabelecidas (GONÇALVES, 2018).

A ABDI, CBIC e ASBEA apontam a classificação em seus manuais da seguinte forma:

- ND 100 – Corresponde ao Estudo Preliminar (EP). O elemento pode ser representado genericamente no projeto e não há a necessidade de ter uma tipologia de material categorizada.

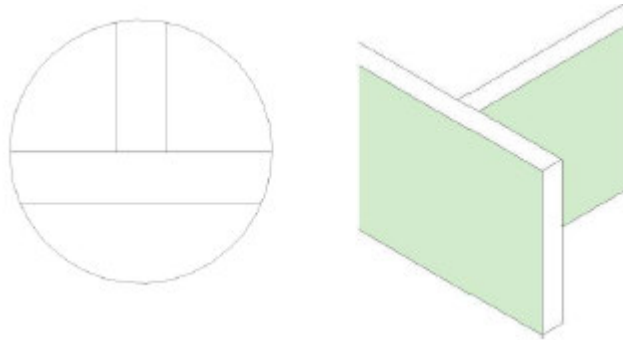
Figura 11 – Ilustração LOD 100



Fonte: ASBEA, 2015.

- ND 200 – Representa o anteprojeto (AP). Os elementos do modelo devem ter suas dimensões aproximadas, forma, localização, orientação.

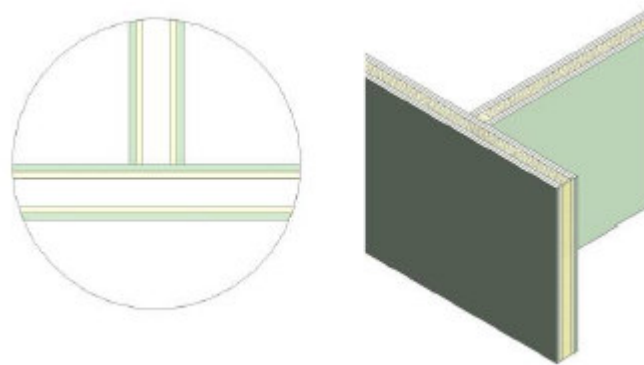
Figura 12 – Ilustração LOD 200



Fonte: ASBEA, 2015.

- ND 300 – Representa o Projeto Básico (PB). Os elementos devem constituir um sistema com a geometria definida e precisa, forma, localização, orientação.

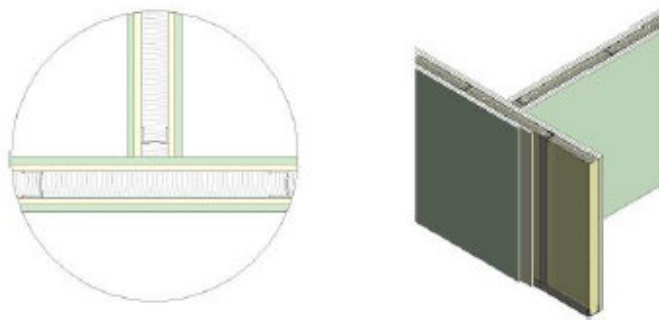
Figura 13 – Ilustração LOD 300



Fonte: ASBEA, 2015.

- ND 400 – Representa o Projeto Executivo (PE). Os elementos são modelados para fabricação de forma exata, incluindo informações completas e detalhadas sobre quantidades, tamanhos, formas, localização e orientação.

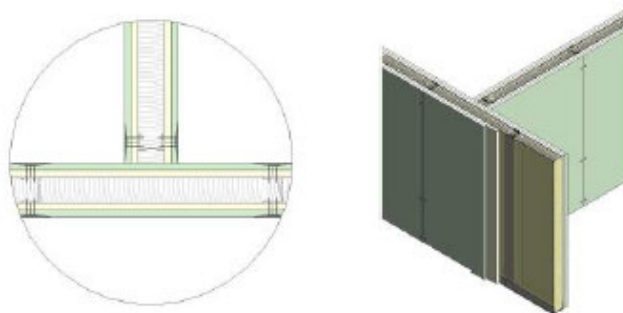
Figura 14 – Ilustração LOD 400



Fonte: ASBEA, 2015.

- ND 500 – Equivale ao *as built*. Conforme construído, o nível final de desenvolvimento representa o projeto verificado em campo.

Figura 15 – Ilustração LOD 500



Fonte: ASBEA, 2015.

#### 2.4.5 Componentes BIM

Há na bibliografia diversas nomeações para os componentes BIM: famílias, objetos do modelo, entre outros.

Os componentes BIM são elementos essenciais para o desenvolvimento dos modelos dos edifícios que carregam diversas informações. Estes elementos são comumente representados por vigas, pilares, paredes, janelas, portas e diversos

elementos de anotação no projeto: cotas, indicações, níveis. Cada componente é construído a partir de regras, tornando-o um objeto paramétrico que promove agilidade na elaboração e na correção de projetos (AYRES, 2009).

Coelho (2017) expõe que a parametrização facilita a alteração desses elementos no projeto de forma automatizada, agregando produtividade na elaboração e na correção de projetos bem como a diminuição de erros entre os elementos construtivos. Os parâmetros dão forma a estes elementos através de regras que definem sua forma geométrica e suas características funcionais como: material, especificações, requisitos legais, procedimento de montagem, preço, fabricante, distribuidor (AYRES, 2009).

#### 2.4.6 *Integrated Project Delivery (IPD)*

Na construção civil, as interfaces técnicas e gerenciais se tornaram mais complexas com o passar dos anos o que levou o setor a optar por diferentes formas contratuais. Atualmente, há o *Design Building* (DB) e o *Design Bid Building* (DBB), sendo este último mais utilizado (GRILO; MELHADO, 2003; ABAURRE, 2014; EASTMAN 2014).

O *Design Building* (DB) conhecido também por Projeto & Construção é um modelo de contrato criado para centralizar a responsabilidade do projeto e da construção em uma única firma, ou seja, o proprietário seleciona uma empresa que desenvolverá o projeto e posteriormente a sua execução juntamente com os subempreiteiros (EASTMAN 2014).

O contrato tipo *Design Bid Building* (DBB) – Projeto-Concorrência-Construção – é o tipo de contrato mais utilizado no setor da construção civil. A abordagem deste tipo de contrato é vantajosa pois há competição de preço e geralmente a de menor preço ganha o processo de licitação. Os projetos são produzidos no início para serem orçados e neste processo há diversas inconsistências, imprecisão e incertezas que leva a construtora partir para aditivos de contrato (EASTMAN 2014).

O *Integrated Project Delivery* (IPD) é um modelo de contrato que integra sistemas, pessoas e negócios, agregando melhor qualidade para o projeto, construção e operação do empreendimento pois permite a participação antecipada

de todos os agentes no edifício e ainda resulta em um processo enxuto (AIA, 2007; SUCCAR, 2009; MANZIONE, 2013). O IPD estimula o trabalho colaborativo desde o início do processo de projeto (FIGUEIREDO; SILVA, 2012).

O *American Institute Of Architects* (AIA) publicou em 2007 um guia de orientação do IPD para projetistas, construtores e clientes, abordando o papel de cada um em um processo de entrega de projeto integrado, bem como as suas respectivas responsabilidades.

Os benefícios que o IPD oportuniza requer alguns cuidados conforme aponta o AIA (2007): respeito e confiança mútuos, benefício e recompensa mútuos, inovação colaborativa, tomada de decisão, envolvimento precoce dos participantes do projeto, definição antecipada de objetivos, planejamento intensificado, comunicação aberta, tecnologia apropriada, organização e liderança.

Os esforços para a realização de um empreendimento atualmente contemplam os itens acima de forma separada e não integrada, o que gera uma ineficácia na transferência de um projeto para o outro. O IPD, no entanto, exige uma cooperação direta com todos os participantes do projeto (FABRICIO, 2002).

Santos (2014) elenca as características do IPD como forma de diferenciação do gerenciamento de projetos atual:

1. Adoção de contrato multipartes;
2. Envolvimento preliminar dos principais participantes do empreendimento;
3. Meios colaborativos de tomadas de decisão e controle;
4. Compartilhamentos de riscos e recompensas;
5. Definição de responsabilidades e restrições para todos os participantes;
6. Desenvolvimento colaborativo dos objetivos do empreendimento.

O autor apresenta que essa forma de integração no início do processo de projeto, entre construtores, clientes, fornecedores, projetistas, arquitetos, é o momento de definição das possíveis soluções para o empreendimento e nesta fase

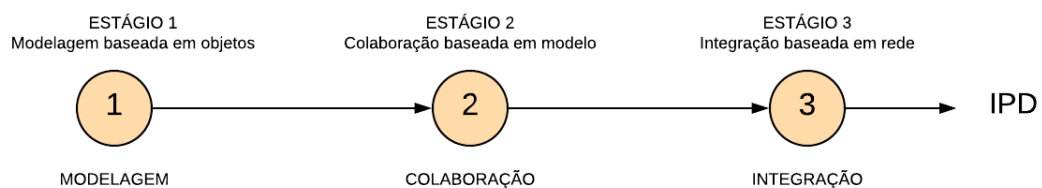
as diversas ferramentas BIM poderiam proporcionar aos *stakeholders* o ensaio do edifício e a experimentação de diversas técnicas e/ou metodologias construtivas.

O conceito do IPD vai de encontro aos princípios da Engenharia Simultânea. A engenharia simultânea é um processo de projeto que envolve equipes integradas e paralelas para o desenvolvimento do projeto (SOUZA, 2016). Trata-se de uma ação sistematizada para a integração do projeto até a manutenção, envolvendo todo o ciclo de vida do produto (FABRICIO, 2002).

A modelagem da informação da construção (BIM) é tida como catalizadora do projeto integrado (AIA, 2007; ABAURRE, 2014) e da engenharia simultânea, por ter em seu desenvolvimento os princípios de trabalho colaborativo, por ser aplicável em todo o ciclo de vida da edificação e por integrar as diferentes equipes.

De acordo com Owen *et al.* (2010), a potencialidade da Modelagem da Informação da Construção tem sido utilizada apenas como tecnologia denominado como “Simple BIM” (sBIM) enquanto poderia ser utilizada como um processo integrado (iBIM), indo de encontro com as premissas da maturidade BIM validada por Succar (2009), e mostrada na Figura 16 onde o estágio final é a abordagem IPD, levando a concluir que muitas organizações ainda estão paradas no estágio 1, segundo o estudo feito por Barison (2015).

Figura 16 – Estágios de maturidade BIM



Fonte: Adaptado de BILAL SUCCAR, 2009.

O BIM sendo aplicado como um processo integrado e inteligente traria mais vantagens por estar ligado aos processos de construção enxuta e processos de colaboração, como o IPD. A modelagem da informação da construção utiliza em seu processo ferramentas de trabalho colaborativo em um único modelo, que serve como banco de dados para todo o ciclo de vida do empreendimento (ABAURRE,

2014). Dessa forma pode-se afirmar que o IPD e o BIM são correlatados, ou seja, um não existe sem o outro.

## **2.5 Coordenação de projetos**

A coordenação de projetos é uma tarefa importante dentro da cadeia produtiva da construção civil pois o projeto é desenvolvido por intermédio de diversos usuários (DURANTE, 2013). No Brasil muito já se estudou sobre a coordenação de projetos e o papel do coordenador, o que segundo Santos (2014) permite afirmar que há dificuldades para o estabelecimento um padrão na coordenação de projetos.

A Associação Brasileira de Gestores e Coordenadores de Projeto (AGESC, 2019), aponta que a elaboração de um projeto possui várias interfaces técnicas com diversos especialistas envolvidos em pequenas parcelas que podem ocasionar interferências múltiplas. Constatação apontada por Grilo e Melhado (2003), acentuada pela falta ou não-consolidação de programas de ensino no Brasil que capacitem gerenciadores de projetos, inclusive nas grades dos bacharelados de arquitetura e engenharia civil. Essas informações produzidas e a integração dessas equipes deve considerar uma coordenação racional e otimizada (AGESC, 2019; SANTOS 2014).

A coordenação de projetos deve ser vista de forma mais abrangente e não somente pela ótica da compatibilização e projetos. Os empreendimentos tornaram-se mais complexos e multidisciplinares envolvendo diversas informações produzidas por terceiros (GRILO, MELHADO, 2003). As particularidades em um projeto demandam uma vasta coordenação (NÓBREGA JUNIOR, MELHADO, 2013).

Okamoto *et al.* (2014) afirma que é de extrema importância que o coordenador de projetos tenha uma visão ampla de todo o processo de projeto. A função do coordenador de projetos é bem destacada dentro de construtoras e incorporadoras conforme aponta os estudos de Grilo e Melhado (2003), Nóbrega Junior e Melhado (2013).

De acordo com Santos (2014) a qualidade de um projeto tem diversos desafios a vencer e uma delas é a sistematização das informações. A coordenação de projetos de edificações tem um papel importante ao gerir o fluxo de informações

e controlar todas as etapas para garantir o sucesso do projeto na execução (ULRICH, 2001).

O coordenador de projetos de edifícios deve fomentar a integração e a colaboração da equipe de projetos contratada na busca de boas soluções no processo de projeto. Neste sentido o BIM inserido na coordenação de projetos é uma ferramenta que proporciona benefícios por estimular o trabalho colaborativo (OKAMOTO *et al.*, 2014; SANTOS, 2014).

A função da coordenação de projetos dentro de um escritório de projetos de edifícios permite entregar bons projetos às construtoras, com qualidade, soluções plausíveis que atenda as condições de custo, que garanta a construtibilidade e que também estejam relacionados com a vida útil e durabilidade da edificação, assegurando os princípios da norma de desempenho NBR 15.575:2013.

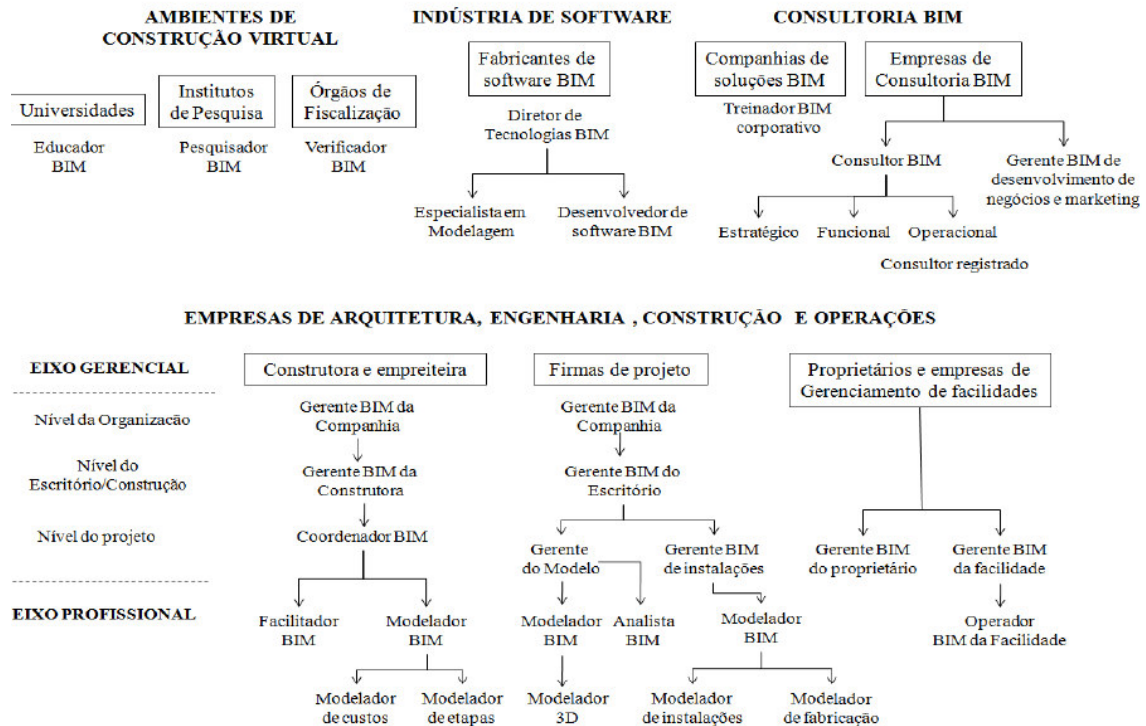
Conforme aponta Nóbrega Júnior e Melhado (2013) há uma diferença entre projetar e gerir as informações no processo de projeto. Segundo os autores o ato de projetar corresponde ao incremento de informações enquanto que o gerenciamento de informações engloba a coleta e distribuição das informações entre os agentes envolvidos.

Com a adoção do BIM e a complexidade atual dos edifícios, os coordenadores de projetos têm lidado com dois grandes desafios: gestão do processo de projetos e gestão da modelagem da informação (MANZIONE, 2013).

Para que o coordenador de projetos não fique sobrecarregado com as diversificadas tarefas, novos especialistas foram inseridos no processo de projeto e sua demanda pode variar dependendo do tamanho da empresa e do projeto.

Barison (2015) apresentou em seu estudo uma hierarquia de especialidades BIM, como está apresentada na Figura 17 e neste processo o agente coordenador é Gerente BIM (BIM *manager*). Há gerentes BIM com diferentes atribuições desde o eixo gerencial das empresas e instituições até aqueles diretamente ligados aos recursos de *software* e modelagem. (DURANTE, 2013).

Figura 17 – Hierarquia de especialistas BIM



Fonte: Barison, 2015.

Barison (2015) descreve as responsabilidades de cada profissional BIM e alega que o mesmo profissional pode acumular atribuições dependendo da complexidade do projeto. No contexto das construtoras, pode-se destacar os seguintes especialistas BIM:

O **Gerente BIM da companhia, com atuação de caráter diretivo**, só é necessário em grandes empresas para participar da integração com outras companhias e conhecer a visão dessas organizações, além de estar totalmente informado sobre as novidades do assunto BIM (BARISON, 2015).

O **Gerente BIM da construtora, de atuação operacional**, conduz a implementação do BIM nos diversos departamentos da empresa e faz a coordenação das equipes, além de documentar os padrões BIM da companhia e demais atividades como está sintetizado no Quadro 2 (BARISON, 2015).

Quadro 2 – Características do gerente BIM da construtora

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Atribuições:</b>               | Elaborar e promover a implantação do processo BIM de acordo com a estratégia adotada pela empresa, fazer a comunicação constante entre as equipes envolvidas (tanto internas, quanto externas), produzir o padrões de modelagem e processos BIM dentro da organização, coordenar o modelo 3D, oferecer treinamentos necessários e dar apoio à elaboração de levantamentos quantitativos para orçamento e estudos de viabilidade, entre outros. |
| <b>Formação:</b>                  | Superior completo em arquitetura e urbanismo ou engenharia civil, com grande experiência na área de construção e gerenciamento de projetos, e pleno conhecimento no processo BIM, seja no escritório ou na construtora.                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Aptidão:</b>                   | Liderança, facilidade para atuar em equipes multidisciplinares, foco na melhoria do processo de projeto em BIM, capacidade de se manter atualizado em relação às novidades do mercado.                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Oportunidades de trabalho:</b> | Escritórios de projetos ou construtoras                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

Fonte: adaptado de DURANTE, 2013.

De acordo com Barison (2015), o BIM contribui com o papel do **Coordenador de Projetos** no que tange à integração com diversos projetistas, na tarefa de compatibilização, na assertividade do detalhamento de projetos e para que as informações sejam realmente trocadas nas diversas disciplinas do empreendimento.

O **facilitador BIM é o agente operacional** que tem como função auxiliar os profissionais que ainda não estão qualificados para utilizar *softwares* da plataforma BIM. Esse profissional é o responsável pela completa utilização do modelo, integrando principalmente a obra com o escritório.

Santos e Barison (2010) revela que o **modelador BIM** tem o papel de extrair informações do modelo de projeto. Geralmente, os “cadistas” passam a exercer essa nova função dentro da prática BIM e pode ser inserido em todas as disciplinas, de acordo com os aspectos relacionados no Quadro 3.

Quadro 3 – Características do modelador BIM

|                                   |                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Atribuições:</b>               | Extrair a documentação em 2D e produção das pranchas, extrair informações do modelo. Pode também fazer a modelagem 3D, modelagem dos custos, e do planejamento da obra. |
| <b>Formação:</b>                  | Curso técnico na área que vai operar: modelador de custos, modelador 3D, modelador de etapas.                                                                           |
| <b>Aptidão:</b>                   | Conhecimento sobre todo o processo de projeto.                                                                                                                          |
| <b>Oportunidades de trabalho:</b> | Escritórios de engenharias e arquitetura.                                                                                                                               |

Fonte: elaborada pela autora.

Durante (2013) e Manzione (2013) elencaram atribuições do Gerente BIM dentro da coordenação de projetos, considerando que esse profissional tem de ter o perfil de um coordenador de projetos, conhecendo todo o processo de projeto, ser um líder, saber trabalhar com as multidisciplinas, estar sempre atento com as novidades do setor e ter experiência com a execução dos trabalhos para:

- Estabelecer e acordar um Plano de Execução BIM (PEB), garantindo o seu cumprimento e sua melhoria contínua e assim praticar todas e quaisquer responsabilidades ou funções, conforme exigidas no PEB;
- Criar, apagar, modificar e manter os direitos de acesso adequados para os usuários, para evitar perda de dados ou danos durante a troca de arquivos, manutenção e arquivamento;
- Definir o ponto de origem do modelo, sistema de coordenadas e unidades de medida;
- Definir o nome do modelo;
- Facilitar a coordenação do modelo promovendo reuniões, incluindo análises de interferências e emissão de relatórios periódicos de compatibilização;
- Dar a solução para o armazenamento do modelo;

- Controlar a nomenclatura das versões do modelo;
- Controlar os direitos de acesso dos usuários;
- Agregar o modelo, tornando-o disponível para visualização;
- Receber novos modelos, coordenar a troca de modelos, validar os arquivos, liberando os para os demais projetistas, em acordo com os protocolos aplicáveis do plano de execução do BIM, mantendo uma cópia de segurança de cada arquivo recebido;
- Tomar as precauções necessárias para garantir que não ocorram problemas de interoperabilidade, providenciando, para isso, os requisitos necessários de *hardware*, *software*, licenças, formato de arquivos e necessidades de espaços de trabalho colaborativos;
- Determinar as convenções a serem seguidas para o processo de revisão dos modelos BIM;
- Estabelecer um protocolo de segurança de dados para prevenir a ocorrência de dados corrompidos, vírus, mau uso de dados ou danos deliberados pelos membros da equipe de projetos e outros;
- Responsabilidade pelos *backups* regulares dos dados dos servidores de modelo;
- Processamento de rotinas para garantir a segurança do modelo de dados;
- Atualizar os aplicativos para impedir vulnerabilidades documentadas pelos fabricantes de *software* no modelo;
- Estabelecer e manter a proteção de dados através de mecanismos de encriptação de dados;
- Documentar e relatar qualquer incidente relacionado com o modelo;
- Transferir incondicionalmente para o seu eventual sucessor todas as informações necessárias para a continuidade do trabalho.

## 2.6 BIM *mandate* e Plano de Execução BIM (PEB)

O BIM *mandate* é um documento que contém os critérios de modelagem definidos para a empresa. Este documento contempla o nível de detalhamento de cada modelo nas diversas fases de um projeto: legal, preliminar, básico, executivo. Este documento é construído de forma particularizada para cada empresa, seguindo suas exigências e necessidade (SACKS *et al.*, 2018).

O Plano de Execução BIM (PEB) traduzido do BIM *Execution Plan* (BEP) é um documento que consolida o planejamento de cada novo empreendimento, reunindo informações dos objetivos e responsabilidades de cada agente envolvido no processo de construção do empreendimento, visando atender as particularidades do projeto (AMORIM, 2020; MANENTI, 2020).

Diversas pessoas confundem a definição do BIM *mandate* e do PEB, o que dificulta na difusão destes conceitos e na correta compreensão.

## 2.7 Barreiras para a implantação do BIM

Os benefícios que o BIM propicia à indústria AEC estão sendo cada vez mais reconhecidos e compreendidos, porém a adoção dessa metodologia tem sido lenta devido aos riscos que os processos da implantação trazem aos coordenadores (AZHAR, 2011). Estes riscos se transformam em barreiras e podem ser divididos em dois grupos como sugerem Azhar, Khalfan e Maqsood (2012) e Eastman (2014): o de **tecnologia** e o de **processos**.

Os autores apontam que a **tecnologia** está pronta para os projetos isolados e não em um modelo integrado devido aos padrões que ainda não foram estabelecidos para o gerenciamento das informações no modelo e o gerenciamento do modelo por equipes multidisciplinares, daí depreende-se a importância dos diversos agentes BIM no processo.

A integração de informações multidisciplinares em um modelo BIM requer o acesso de diversos usuários e isso pode levar a ter inconsistências no modelo se não houver padrões de gerenciamento. Isso exige conhecimento técnico e uma documentação orientadora.

O foco da mudança de **processos** não abrange apenas os processos internos, mas compreende também os interempresariais. A falta de padrão dos processos, muitos já normalizados, mas não operacionalizados, limitam as empresas a criarem os seus próprios procedimentos, sendo a documentação destes procedimentos a parte fundamental de qualquer mudança (ABDI, 2017a).

De acordo com a ABDI (2017a, p. 11) o foco do processo:

[...] compreende o plano de trabalho: o fluxo de trabalho, o cronograma, a especificação dos “entregáveis”, o método de comunicação, a definição de funções, o sistema de concentração de dados, arquivos e informações, o nível de detalhe em cada fase e a especificação do uso do modelo em todos os ciclos de vida da edificação.

A CBIC (2016b) expõe quatro problemas que impedem de forma mais rápida a implantação do BIM:

- A peculiar inércia e a **resistência às mudanças** por partes das organizações e pessoas envolvidas;
- A **dificuldade de entendimento** e compreensão do que é BIM e dos seus reais benefícios;
- As **questões culturais** e particularidades do ambiente e do mercado brasileiro;
- As especificidades e os **aspectos intrínsecos** da tecnologia BIM.

A resistência às mudanças é fruto da relutância da indústria da construção em querer alterar seus processos de trabalho e isso se torna uma questão cultural, que é o principal paradigma a ser quebrado para que o BIM seja adotado nas organizações (DURANTE, 2013; ABBANEJAD *et al.*, 2020).

O mercado da construção ainda está com dificuldade para adotar esta metodologia pois envolve múltiplas variáveis dentro da organização: tecnologia, processos e pessoas. As empresas ainda subutilizam essa ferramenta limitando-se ao uso dos recursos de representação 3D (ABDI, 2017a).

O alto investimento inicial em *software* e *hardware* aliado com os custos de investimento em treinamento de funcionários e a baixa produtividade inicial torna a implantação do BIM dispendiosa. Diversas empresas têm buscado superar essa barreira focando nos benefícios a longo prazo (DURANTE, 2013; ABDI, 2017a).

As barreiras quanto às regras legais e contratuais também são importantes de serem citadas. Elas devem ser alteradas quando se trabalha em um ambiente colaborativo que depende de atualizações constantes. Ambos os lados devem ser protegidos, direitos autorais garantidos e responsabilidades identificadas (EASTMAN, 2014).

Segundo Tiago Ricotta (2018), a construção civil investe pequena porcentagem do seu faturamento em pesquisa, inovação e desenvolvimento, diferentemente de outras indústrias. Para o setor os valores chegam a 1%, enquanto na indústria farmacêutica este valor pode chegar a 15%.

Gomes (2017) ressalta como fator importante a capacitação profissional promovida por instituições de ensino pois a rotatividade nas empresas faz com que o investimento em capacitação não seja promovido.

Os profissionais que já trabalham com a plataforma BIM e utilizam os *softwares* tem enfrentado diversas dificuldades no processo de projeto: os componentes BIM ou famílias não estão produzidas ou parametrizadas corretamente e então torna-se um entrave para que o projetista não adote a metodologia em seus processos de projeto, por serem componentes complexos de serem desenvolvidos (DURANTE, 2013).

O estacionamento *PENN NATIONAL* localizado nos Estados Unidos foi construído em 2005 e teve dificuldades em adotar o BIM tanto em projeto quanto na construção e um dos principais entraves foi a tecnologia. Os participantes do empreendimento reconheceram que o potencial da tecnologia BIM ainda não tinha sido atingido pois várias partes do projeto não utilizaram ferramentas dentro da plataforma BIM e essa dificuldade conduziu a uma estratégia para elevar o potencial das ferramentas BIM: o comprometimento com a gestão de projetos mais colaborativa e enxuta deve envolver todos os participantes do processo.

## **2.8 Planejamento de uma implementação BIM**

Planejar uma implementação BIM tem sido uma decisão estratégica para o negócio de diversas empresas do ramo da construção civil. Muitos desafios para a implementação do BIM ainda devem ser vencidos para que o uso dessa tecnologia seja de fato disseminada por toda indústria AEC (DELATORRE, SANTOS, 2014;

CHAVES, TZORTZOPOULOS, FORMOSO, SOMMER, 2014; GOMES, 2017; ABBANEJAD *et al.*, 2020).

Segundo Azhar (2011) há diversas práticas na construção civil que são orientadas por um manual, porém não há um manual de BIM padronizado que oriente os profissionais sobre suas implicações e o seu uso. O autor certifica que é necessário padronizar a tecnologia BIM e definir as diretrizes da sua implantação, e pode-se perceber os esforços do Brasil através do Governo Federal com a Plataforma BIMBR.

Inicialmente a implantação do BIM em empresas ou organizações requer a localização da fase do ciclo de vida do empreendimento no qual a empresa atua para que os objetivos sejam traçados, mapeados e revistos (JUNG; JOO, 2011; CBIC, 2016b). Essa iniciativa proporciona ao gestor a condução do processo de implantação na organização, de modo que poderão ser definidos diferentes tipos de estratégias (CBIC, 2016b).

Como apontado no volume 2 da CBIC (2016b, p.31):

Uma construtora, por exemplo, certamente estaria especialmente interessada e focada na fase de construção e execução das obras e na fase de comissionamento [...].

No Brasil, a Câmara Brasileira da Indústria da Construção elaborou uma **Coletânea de Implementação BIM para Construtoras e Incorporadoras**<sup>6</sup> como forma de disseminar o uso do BIM e orientar a aplicação em construtoras e incorporadoras. Juntamente a estes esforços, a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial e o Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços disponibilizou a **Coletânea de Guias BIM ABDI-MDIC**<sup>7</sup> que reúne informações de forma clara para os profissionais envolvidos na construção civil.

A empresa que optar por adotar o BIM em seus processos deverá definir os objetivos que desejam atingir efetivamente, como uma métrica de recursos e prazos estabelecidos, além de monitorar as melhorias nos processos da organização,

---

<sup>6</sup> Disponível em: <https://cbic.org.br/faca-o-download-da-coletanea-bim-no-site-da-cbic/>

<sup>7</sup> Disponível em: <https://plataformabimbr.abdi.com.br/bimBr/>

visando sempre o alinhamento com os reais objetivos do planejamento estratégico da empresa (ASBEA, 2013; CBIC, 2016b; GUEDES, 2018)

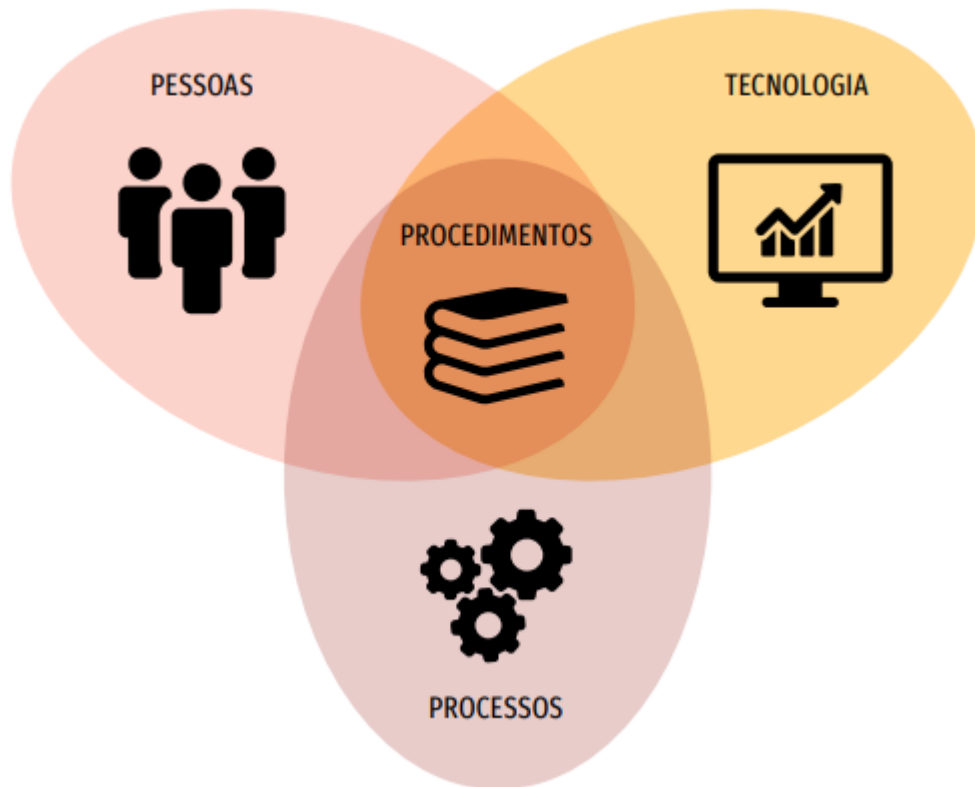
Arayicy *et al.* (2011) identificaram que para implementar a tecnologia BIM nas organizações não é suficiente o aprendizado do *software*, requer uma mudança na concepção em todos os níveis de processos do empreendimento envolvendo toda a equipe de trabalho.

Segundo Gonçalves (2018), para iniciar o uso do BIM na organização deve-se atentar para o investimento em infraestrutura e ser perceptível quando o ciclo de estudo deverá ser reiniciado. A chave do sucesso para a implantação do BIM está em mensurar o resultado, antecipar os problemas e corrigir as falhas, ou seja, definir as diretrizes para otimizar o desempenho do BIM (AZHAR, 2011; GONÇALVES, 2018).

A implantação do BIM em escritório ou construtora requer uma mudança da cultura na organização (ABDI, 2017a), e neste aspecto envolve pessoas que serão desafiadas a mudarem de postura (ABDI, 2017c). A consolidação da implantação se dá através da execução do projeto piloto (GUEDES, 2018).

A implantação do BIM nas organizações se fundamenta em três pilares: tecnologia, pessoas e processos (ABDI, 2017a), conforme é exibido na Figura 18.

Figura 18 – Pilares da implementação BIM



Fonte: ABDI, 2017a.

O campo da **tecnologia** envolve uma equipe especializada para desenvolvimento de *software* e *hardware*, equipamentos, conexões com a *internet*, segurança de dados, armazenamento de arquivos e toda a esquematização que a equipe necessita para aumentar sua produtividade e eficiência (SUCCAR, 2009; ABDI, 2017a).

As **pessoas** são fundamentais na implantação da metodologia, o que segundo Arayicy *et al.* (2011) é de suma importância envolvê-las no processo de implementação para garantir que as habilidades e o entendimento sobre o assunto aumentem, e além disto, serem capacitadas para identificar os erros e as possíveis melhorias no momento oportuno para que a empresa tenha a possibilidade de elaborar estratégias eficazes de gerenciamento dos processos (ABDI, 2017a).

Além disso, os profissionais precisam ter a experiência de operar as ferramentas BIM e poderem trabalhar tanto com a equipe interna quanto externa, colocando em prática a colaboração em seus diversos níveis para que a tecnologia

BIM possa realmente funcionar em sua totalidade (ARAYICY *et al.* 2011; ABDI, 2017a).

O **processo** envolve uma estrutura complexa de ações (SUCCAR, 2009). Os processos serão mais rígidos e complexos, devido a profundidade de detalhes e o intenso fluxo de informações que entra e sai (TURK, 2016). Como aponta a ABDI (2017a):

compreende o plano de trabalho: o fluxo de trabalho, o cronograma, a especificação dos entregáveis, o método de comunicação, a definição de funções, o sistema de concentração de dados, arquivos e informações, o nível de detalhe em cada fase e a especificação do uso do modelo em todos os ciclos de vida da edificação.

Para Abaurre (2014) processos e tecnologia são co dependentes e no que tange a modelagem da informação da construção, estabelecer padrões e protocolos para os agentes envolvidos no processo são pontos fundamentais para introduzir a colaboração.

O projeto piloto a ser desenvolvido na organização deverá ser escolhido a partir das atividades mais expressivas na empresa (GUEDES, 2018), sem muita complexidade e com simplicidade (CBIC, 2016b) para que o processo de implantação ocorra de forma focada e fundamentada. Os objetivos específicos do projeto piloto devem ser elencados para que as equipes tenham a capacitação e estratégia para a implantação (CBIC, 2016b; ABDI, 2017c), subsidiando a elaboração de documentos como o BIM *mandate* e o PEB.

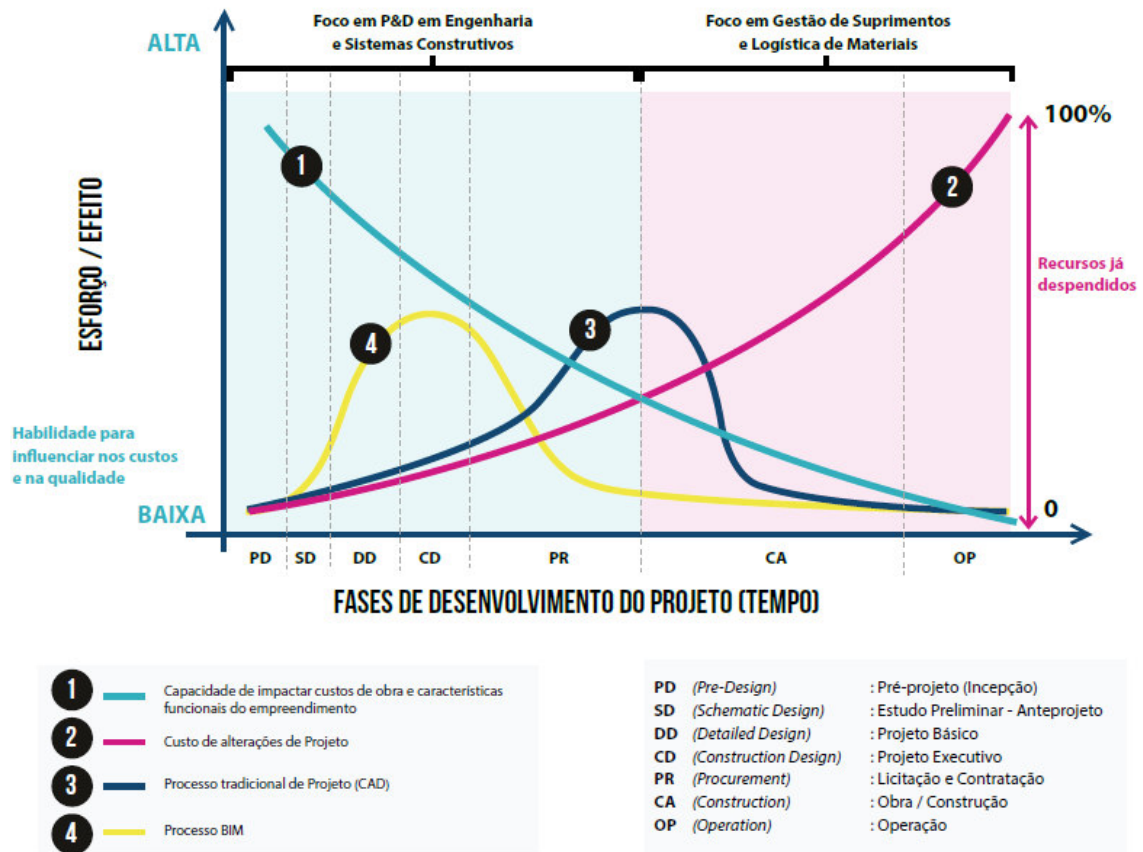
## **2.9 Porque é tão importante evoluir para o BIM?**

A implantação do BIM para os setores da indústria AEC brasileira tem sido avaliado por estudiosos e profissionais do setor. Porém, o nível de adoção desta tecnologia ainda está relativamente baixo (AYRES, 2009; MANZIONE, 2013; ABAURRE, 2014; COELHO, 2017; AMORIM; 2020).

É na fase de projeto que se concentra a maior parte de informações do empreendimento e essas informações são oriundas de decisões capazes de influenciar o custo final. Logo, a etapa de projeto e sua coordenação deve ter um olhar especial (MELHADO, 1994; EASTMAN, 2014; GOMES, 2017). Através da

Curva de McLeamy, apresentada na Figura 19, pode-se analisar o esforço do projeto em relação ao tempo, comparando o processo de projeto em CAD *versus* BIM.

Figura 19 – Curva comparativa do sistema tradicional (CAD) e BIM



Fonte: CBIC, 2016a.

O processo tradicional de projeto elaborado com o *software* CAD é representado pela curva 3 e o processo em BIM pela curva 4, onde esse par de curvas demonstram o esforço despendido pelos projetistas nas fases de projetos. Na observação da curva 3 é possível notar que no sistema tradicional os projetistas dispendem mais esforço nos projetos desde a fase executiva, atingindo seu pico na fase de construção/obra. A informação tardia para a fase de operação gera retrabalho, elevando o custo ao longo da vida útil e a perda de qualidade na obra. A análise da curva 4 mostra que a utilização da metodologia BIM traz uma mudança neste cenário, na qual as informações são disponibilizadas ainda na fase do projeto executivo e o esforço investido pelos projetistas nesta fase é notória (EASTAMN, 2014; ABDI, 2017a; GOMES, 2017; GUEDES, 2018).

As curvas 1 e 2 representam a capacidade de mudança no projeto e como essas mudanças podem impactar o custo. A curva 1 enfatiza o impacto que as alterações do projeto nas fases iniciais sobre as fases seguintes podem causar no custo, já a curva 2 indica a elevação do custo no decorrer do ciclo de vida do empreendimento (EASTMAN, 2014; GUEDES, 2018).

A CBIC (2016d) elencou 10 motivos para evoluir para o BIM:

1. Para visualizar em 3D o que está sendo projetado
2. Para poder ensaiar a obra no computador
3. Para extrair automaticamente as quantidades
4. Para realizar simulações e ensaios virtuais
5. Para identificar interferências automaticamente
6. Para gerar documentos mais consistentes e íntegros
7. Para capacitar-se a executar construções complexas
8. Para viabilizar e intensificar o uso da industrialização
9. Para complementar o uso de outras tecnologias
10. Para preparar as empresas para o futuro

## **2.10 BIM e as normativas brasileiras**

No Brasil, através das iniciativas do Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC), a ABNT começou a elaboração da NBR 15.965 - Sistema de Classificação da informação da construção.

A NBR 15.965 quando finalizada, terá sua estrutura dividida em 7 partes:

- Parte 1: Terminologia e estrutura (já publicada em 2011)
- Parte 2: Características dos objetos da construção (já publicada em 2012)
- Parte 3: Processos da construção (já publicada em 2014).
- Parte 4: Recursos da construção
- Parte 5: Resultados da construção
- Parte 6: Unidades da construção

- Parte 7: Informação da construção (já publicada em 2015)

De acordo com a ABDI (2017b), a NBR 15.965 proporcionará a padronização e integração das informações dentro do modelo BIM ao longo do ciclo de vida do empreendimento, auxiliando os processos de concepção, planejamento, orçamentação e comissionamento.

A Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (AsBEA) lançou em 2013 os manuais de BIM nos quais o fascículo 1 aborda a implantação e o fascículo 2 trata do plano de execução BIM. Após esses manuais, a CBIC e a ABDI também lançaram seus guias de implantação BIM em construtoras e escritórios de projetos, respectivamente.

Em Santa Catarina (Brasil), o governo Estadual lançou o **Caderno BIM ou Termo de Referência para desenvolvimento de projetos**, sendo um material de apoio e exigência para as licitações efetuadas.

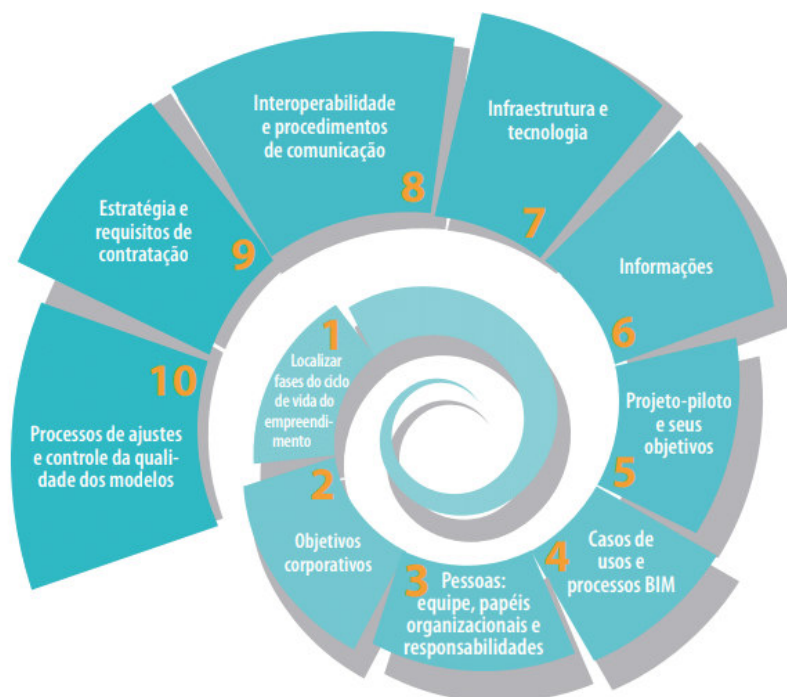
O Governo Federal publicou o DECRETO Nº 10.306, de 2 de abril de 2020, com vistas à incorporação e incentivo do uso do BIM no Brasil. A implantação iniciará em 2021 em projetos de arquitetura e engenharia e será obrigatório a entrega de projetos dentro da plataforma BIM nos processos de licitação.

A implantação será de forma gradual, iniciando em 2021 com os projetos, em 2024 os modelos deverão conter informações que envolvam a obra, tais como orçamento e planejamento. Por fim, em 2028 os modelos deverão abranger todo o ciclo de vida da edificação.

## **2.11 Síntese da implementação BIM na coordenação de projetos**

A implantação efetiva do BIM deverá ocorrer em fases até atingir seu uso pleno (DURANTE, 2013). O volume 02 da CBIC (2016b) apresenta os dez principais passos para um projeto de implantação BIM, identificados na Figura 20.

Figura 20 – Principais passos para implementação BIM em uma construtora



Fonte: CBIC, 2016b.

O guia 06 da ABDI (2017c) trata do planejamento da implantação de processos de projeto em BIM nas organizações. Este material aborda as fases de implantação BIM: diagnóstico das organizações, definição de metas, elaboração de um *roadmap* estratégico que envolve o desenvolvimento do plano de implantação BIM apoiado em quatro pilares: tecnologia, pessoas, processos e procedimentos, e por fim o gerenciamento dessa implantação, aspectos resumidos na Figura 21.

Figura 21 – Resumo do plano de implantação BIM em escritório de projeto



Fonte: ABDI, 2017c.

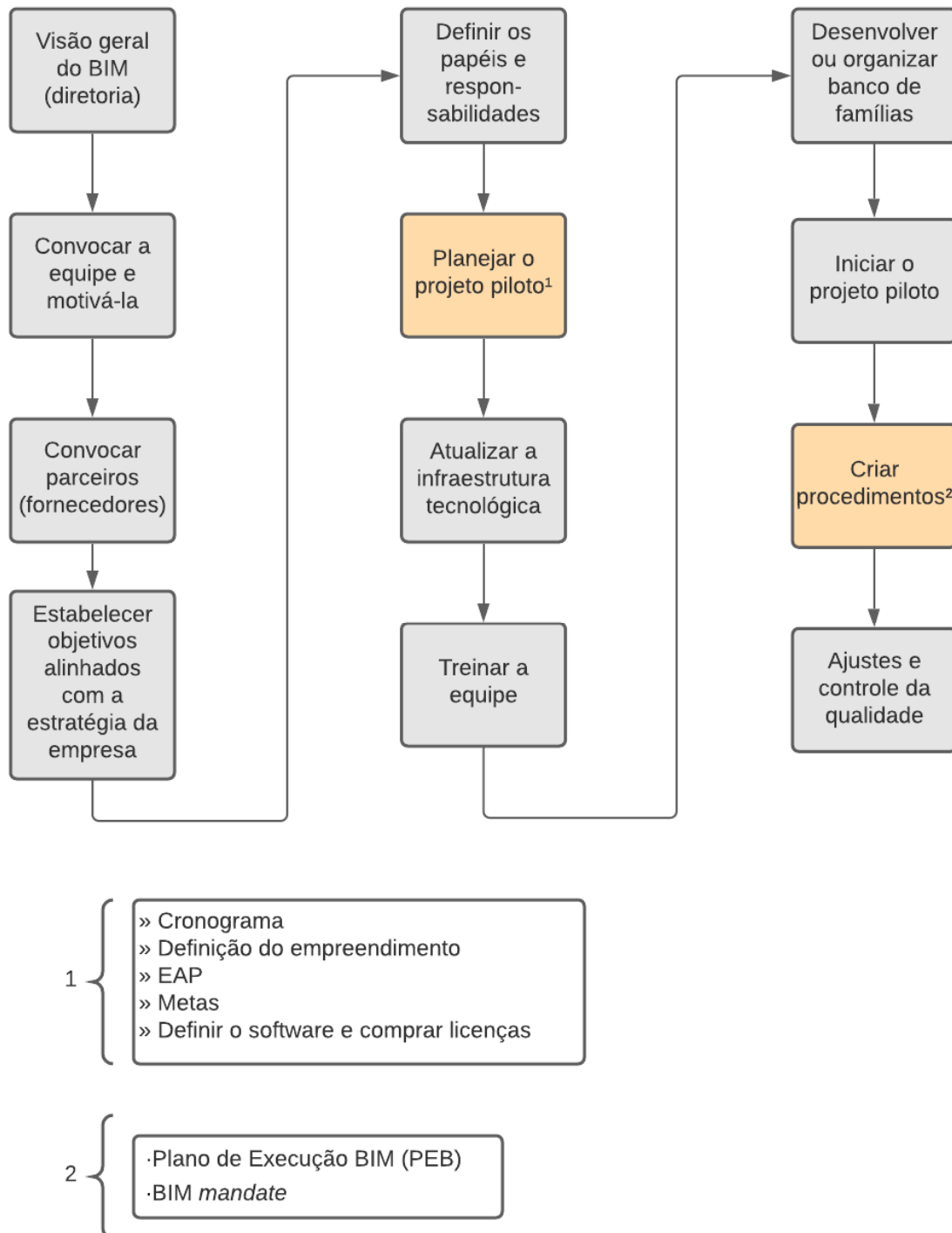
Essas duas referências levam a perceber que a metodologia de implantação dos processos BIM nas organizações têm focos diferente. Isto é válido, pois a primeira etapa para as empresas que desejam realizar a adoção do BIM em seus processos é localizar a sua área de atuação no ciclo de vida de um empreendimento para que os objetivos e estratégias sejam mapeados.

Uma construtora está interessada na parte da execução, planejamento, orçamento e comissionamento, logo suas estratégias e o planejamento da implantação devem ser sustentadas no projeto piloto. Nesta pesquisa, a análise está localizada na fase pré-obra, graficamente representado na Figura 6 (CBIC,2016a), particularizando-se a coordenação de projetos.

Já no escritório de projetos a atenção dos gestores devem ser estar nos processos de projeto que serão alterados, como a implantação ocorrerá nas equipes multidisciplinares e na mudança de uma cultura projetual já estabelecida para novas abordagens de projetos.

A análise dos dois processos de implantação têm o mesmo suporte: pessoas, tecnologia e os processos, de modo que, cada organização dedicará esforços no processo de implantação de acordo com o produto que é entregue. Diante disto, foi elaborado um diagrama de implantação do BIM no departamento de coordenação de projetos para uma construtora, representado na Figura 22.

Figura 22 – Síntese da implantação BIM para construtoras

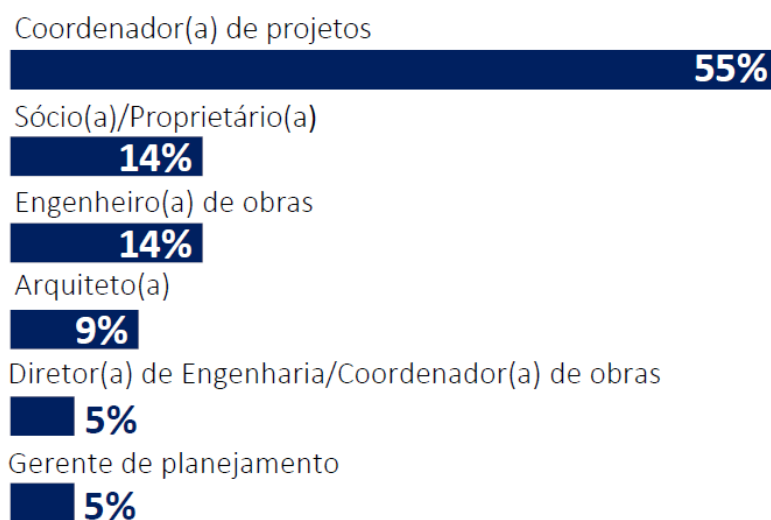


Fonte: Elaborada pela autora.

Pesquisa realizada pela Comunidade da Construção de Goiânia para obtenção de informação sobre o uso do BIM nas empresas construtoras e

incorporadoras publicada em 2021, aponta que a maioria dos profissionais que estão participando do estudo são coordenadores de projeto, alinhada com a afirmação de Amorim (2020) de que o interesse pelo BIM nas empresas parte dos setores de trabalho direto com a geração e manuseio das informações de projeto. O resultado sugere ainda aonde se concentra nas empresas o maior conhecimento e engajamento sobre BIM.

Figura 23 – Perfil dos respondentes



Fonte: Sinduscon – GO, 2020

## **CAPÍTULO 3**

Este capítulo apresenta os métodos que foram utilizados no estudo exploratório objeto deste trabalho. São descritas as estratégias, as ferramentas e cada etapa da pesquisa.

### **3 METODOLOGIA DA PESQUISA**

A gestão integrada do processo de projeto com o processo de modelagem da informação ainda não é compreendida em sua totalidade e tem sido uma tarefa dificilmente desenvolvida em frentes separadas. A integração dessas atividades através do BIM conduz o projeto a estágios melhores de qualidade e produtividade e esta pesquisa que busca contribuir com estes esforços para integrar a tecnologia aos processos organizou-se em três fases: exploração, construção e consolidação, como estruturado na Figura 24.

#### **3.1 ETAPA 1**

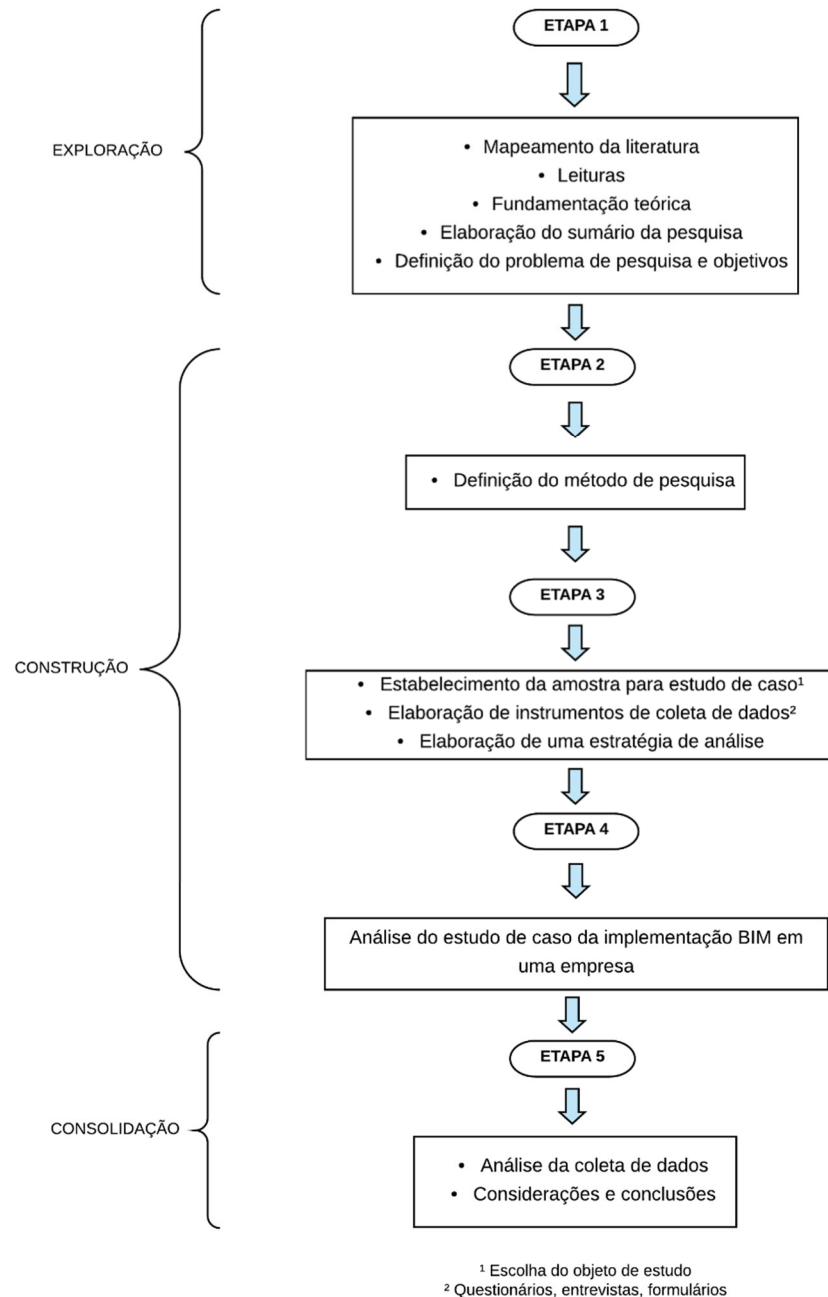
Inicialmente foi realizada uma busca por referenciais teóricos disponíveis sobre o tema de estudo que permitiram delimitar as fronteiras da pesquisa, fundamentar os argumentos e explicitar a evolução do tema em análise. O estudo da literatura teve como objetivos:

- a) Delimitar o problema de pesquisa
- b) Definir a melhor metodologia para conduzir a pesquisa
- c) Registrar as principais referências dentro dos materiais consultados.

É o estudo bibliográfico que permite o embasamento teórico da pesquisa e a estruturação dos métodos de estudo ao relacionar tanto tópicos técnicos quanto históricos do tema. Foi pesquisado na bibliografia de âmbito nacional e internacional temas que abordam os aspectos de projetos, gestão da informação, gestão de processos, planejamento de implantações BIM e outros quesitos que promovam a compreensão da metodologia BIM.

O referencial teórico apontou abordagens sobre temas relacionados ao conceito BIM e seus processos dentro da construtora, na qual se destacou a coordenação de projetos.

Figura 24 – Fluxograma



Fonte: Elaborada pela autora.

### 3.2 ETAPA 2

Tendo como problema da pesquisa a investigação das atividades de implantação dos processos BIM numa organização, foi definido como método de trabalho a realização de um estudo de caso que permitiu comparar as informações da implantação BIM na empresa selecionada com a bibliografia disponível e desenvolver sugestões que favoreça esta implantação.

Segundo Yin (2001), o estudo de caso se caracteriza e se diferencia como uma estratégia de pesquisa por sua capacidade de lidar com uma variedade de evidências. Essa ferramenta é fundamental para o pesquisador que deseja investigar um fenômeno contemporâneo no seu contexto da vida real.

Para Ventura (2007) o estudo de caso é apropriado para investigações onde o objeto de estudo envolve uma diversidade de fatores que podem ser observados pelo investigador selecionando os que considera mais importantes. O problema de estudo pode ser explorado profundamente para que o pesquisador compreenda melhor os processos típicos, os comportamentos envolvidos e as concepções que orientam o contexto do problema estudado.

### 3.3 ETAPA 3

Sendo o interesse do estudo de caso permitir o conhecimento aprofundado do problema de estudo e pela pesquisa ser desenvolvida em curto espaço de tempo, optou-se por estudar apenas uma empresa, definida em função da experiência da pesquisadora como estagiária, tendo vivenciado as práticas da empresa após a implementação do BIM.

O coordenador de projetos da empresa foi contatado pela pesquisadora que explicou os objetivos da pesquisa e apresentou as demandas de informações. O que foi aceito pela construtora que consentiu com a participação no estudo.

Segundo Gil (2002), a coleta de dados em um estudo de caso é mais complexa do que em outras modalidades de pesquisa. Para o autor e para Yin (2001) adotar mais de uma tipologia de instrumento de coleta é fundamental para garantir a qualidade do resultado final em um estudo de caso.

Pode-se dizer que, em termos de coleta de dados, o estudo de caso é o mais completo de todos os delineamentos, pois vale-se tanto de dados de gente quanto de dados de papel. Com efeito, nos estudos de caso os dados podem ser obtidos mediante análise de documentos, entrevistas, depoimentos pessoais, observação espontânea, observação participante e análise de artefatos físicos (GIL, 2002, p.141).

Por meio do **questionário 01**, constante no apêndice A, foi analisado, em contexto geral, o conhecimento sobre a metodologia BIM na construtora afim de

identificar os gargalos que a empresa teve que superar para implantar o BIM no departamento de coordenação de projetos.

A caracterização da empresa foi realizada através do **questionário 02**, apresentado no Apêndice B, bem como duas entrevistas orientadas pelos questionamentos listados no Apêndice C, que permitiram obter informações acerca do funcionamento da organização, quais são os procedimentos e normas adotados, o que conhecem do BIM porque decidiram implantá-lo na empresa.

Além destes instrumentos de coleta de dados foi realizada uma análise documental que permitiu compreender como o sistema de gestão funciona e como o trabalho colaborativo é desenvolvido na companhia. Foram analisados o fluxograma e o manual de coordenação de projetos da empresa e os primeiros contratos de projetos em BIM.

### 3.3.1 Estratégia de análise dos dados obtidos

O volume 02 da CBIC (2016b) e o guia 06 da ABDI (2017c) compõem parte do referencial teórico e tratam do planejamento de uma implantação BIM. As estratégias de implantação destes dois manuais foram estudadas e comparadas, resultando na síntese apresentada na Figura 22. Buscou-se definir nesta síntese o fluxo de ações prováveis desenvolvidos por uma construtora para a implantação BIM, e após a coleta de dados, foi possível identificar as dificuldades e soluções surgidas com a implantação BIM.

Vale salientar que cada organização tem suas particularidades, cada projeto tem suas diferentes abordagens, então o plano de implantação não pode ter parâmetros rígidos que inviabilizem os ajustes para essas situações.

Por se tratar de uma implantação já realizada, o estudo pautou-se em algumas questões preliminares levantadas no processo de análise dos esquemas de implantação da CBIC (2016b) e ABDI (2017c):

- O que foi prioritário para a implantação?
- Quais recursos técnicos e humanos a organização utilizou?
- Quais investimentos e até quando foram/serão feitos?

Essas perguntas abordam aspectos importantes para direcionar os esforços da implantação.

### **3.4 ETAPA 4**

Esta etapa promoveu um aprofundamento e amadurecimento de como a coordenação de projetos funciona na empresa e como as demandas estão relacionadas com os conceitos BIM, tendo como principal ação a coleta de dados: questionários e entrevistas.

### **3.5 ETAPA 5**

Para finalizar o estudo, a análise dos dados serviu para evidenciar a estratégia que a empresa utilizou para a implantação do BIM, como se deu essa implantação e a comparação com os manuais da CBIC (2016b), ABDI (2017c) e a síntese proposta. O desfecho da pesquisa se deu com as considerações finais e a conclusão.

## **CAPÍTULO 4**

Neste capítulo é apresentada a análise do processo de implantação do BIM no estudo de caso. É realizada também a caracterização da empresa estudada. A análise permitiu comparar o que foi desenvolvido pela companhia no processo de adoção do BIM com os aspectos da temática reunidos no capítulo 2.

### **4 ANÁLISE DOS DADOS COLETADOS**

#### **4.1 Caracterização da empresa**

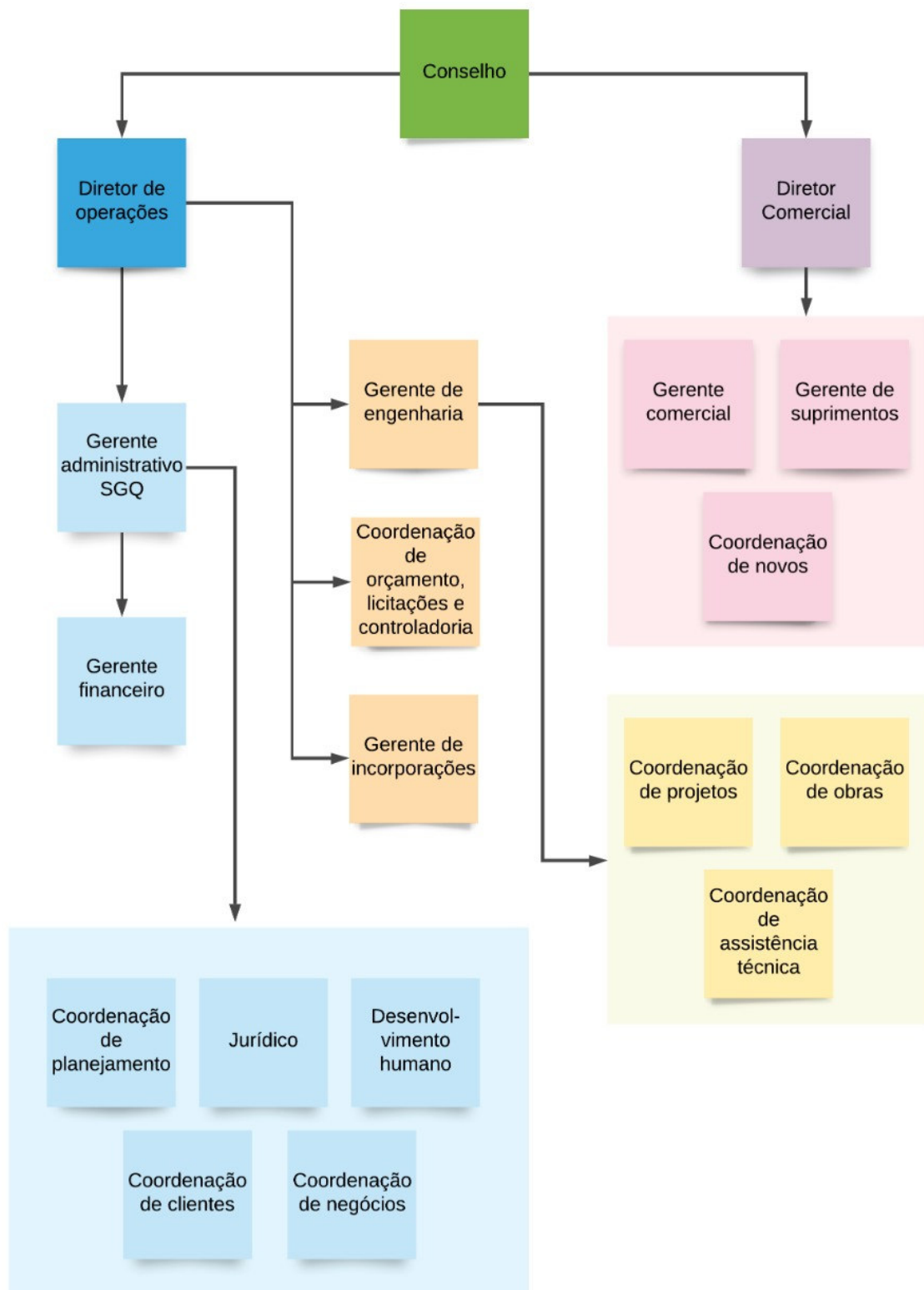
Trata-se de uma empresa com 32 anos de mercado, atuando na execução de obras. As obras desenvolvidas pela construtora compreendem empreendimentos de incorporação e por empreitada, sendo edificações residenciais, comerciais, hospitalares, hotelaria, escolares, entre outras.

Está sediada na cidade de Goiânia e conta com mais de 200 funcionários entre administrativos, pessoal de obras e terceirizados. A empresa possui um Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) certificada pela ISO 9001:2015 e PBQP-H nível A. É apresentado na Figura 25 o organograma da empresa.

A empresa é estruturada para atender aos padrões de qualidade ao qual é certificada, tendo todos os processos documentados na plataforma da empresa, o Sistema de Gestão Integrada (SGI) da construtora.

O advento do BIM determinou o surgimento de novas atribuições na construção civil, descritas na seção 2.5 e concentradas na figura do Gerente BIM (DURANTE, 2013; BARISON. 2015). A empresa estudada, no entanto, não tem o Gerente BIM, apenas a figura do coordenador de projetos responsabilizada pela aplicação do BIM.

Figura 25 – Organograma da empresa



Fonte: Elaborada pela autora.

O escopo do departamento de projetos é vinculado ao SGI da empresa e tem como principais atividades:

- Receber o termo de escopo dos empreendimentos;
- Planejar, contratar e controlar o processo e documentos do Plano de Qualidade da Obra (PQO) de cada obra;
- Gestão da informação através da plataforma AUTODOC PROJETOS;
- Gestão da informação na entrada de projetos por meio de documentos padrões da empresa (*check list* normativos, Perfil de Desempenho da Edificação (PDE) - quando se trata de edificação habitacional conforme NBR 15.575: 2013 - e o Manual de Coordenação de Projetos (MCP) que orienta o funcionamento da coordenação de projetos na empresa);
- Análise crítica dos documentos apresentados na entrada de projetos;
- Compatibilizações;
- Elaboração de projetos *as built*;

Na coordenação de projetos, os novos empreendimentos passam pelas fases de planejamento, contratação, controle e execução (obras). Os contratos de projetos com os projetistas externos são no formato *Design Building* (DB)<sup>8</sup>. Na fase de controle dos projetos são realizadas análises críticas, verificações e validações dos projetos, com utilização das ferramentas: Perfil de Desempenho da edificação (PDE), *check-list* e manual de coordenação de projetos, enviadas aos projetistas na fase de contratação, como entradas de projetos. As análises são apresentadas às equipes de projetistas –terceirizados ou da própria empresa – por meio de relatórios descritivos que apresentam imagens extraídas das verificações dos modelos, pranchas e memoriais. Após as validações, os arquivos de projetos são disponibilizados na plataforma *Autodoc*, compartilhada pelas equipes de obras e suprimentos.

Na fase de obra são também realizados os controles dos projetos quando há solicitação de alteração. Tais solicitações são criticamente analisadas com vistas a

---

<sup>8</sup> Ver página 44 (capítulo 2 – item 2.4.6)

entender os impactos adversos das mudanças na obra como um todo ou em suas interfaces, bem como a elaboração de registros *as built* quando necessário.

#### **4.2 Processo de adoção do BIM pela empresa estudada**

Por se tratar de uma empresa com experiência no mercado, observa-se o interesse com a melhoria contínua com a consequente modernização de técnicas para a manutenção da competitividade no mercado.

Em meados do ano de 2016 a empresa teve o primeiro contato com o tema BIM por meio da coordenação de projetos. A modelagem da informação da construção foi escolhida como uma ferramenta para melhorar a qualidade do processo de projeto.

O primeiro contato com a metodologia foi com o objetivo de modelar um edifício em alvenaria estrutural para ter o controle de consumo de materiais e a visualização 3D, subutilizando a potencialidade da ferramenta.

A partir desse contato os departamentos de controladoria, planejamento e projetos começaram a buscar mais conhecimento sobre a plataforma e seus *softwares*, momento no qual os coordenadores desses departamentos passaram por treinamento no *software* REVIT, pois até o momento a compatibilização dos modelos era terceirizada.

Esta implantação, no entanto, não se deu seguindo a estratégia recomendada pelos manuais de implantação brasileiros e sintetizada na Figura 22, na qual a (1) Diretoria, consciente dos valores da tecnologia, (2) motiva a equipe, (3) envolve os parceiros neste processo (4) define objetivos e estratégias, (5) estabelece responsabilidades, realiza a (6) aplicação de um projeto piloto e então (7) organiza a infraestrutura tecnológica e depois (8) treina a equipe.

O primeiro edifício modelado pela empresa não constituiu um projeto piloto e pode ser caracterizada como uma experiência de reconhecimento e aproximação das ferramentas da plataforma.

Em 2017 com a alteração dos gestores da coordenação de projetos, os conceitos sobre BIM já estavam mais amadurecidos. Nesta época dois projetos contaram com a contratação da execução da modelagem e extração de

quantitativos, o que levou o departamento de coordenação de projetos a entender que os projetos deveriam já nascer em BIM, pois perceberam que para atender ao escopo do departamento, os projetos deveriam ter uma melhoria no quesito de contratação, ou seja, conforme a síntese da Figura 22, a etapa de convocar parceiros só foi compreendida nessa circunstância. Não há como uma construtora implantar os processos de projetos BIM sem receber o produto em algum *software* da plataforma. A partir desse momento, a compatibilização dos modelos passou a ser feita internamente.

No estágio atual, os projetos que a empresa executa são contratados para a elaboração na plataforma BIM (arquitetura, estrutura, fundações, instalações elétricas, instalações hidrossanitárias, climatização, pressurização, combate a incêndio, etc.). Estes projetos são geridos na plataforma *Autodoc Projetos* e no ato da contratação dos projetos a extensão do arquivo a ser fornecida é identificada.

Seguindo ainda a estratégia recomendada pelos manuais de implantação brasileiros e sintetizada na Figura 22, um (9) banco de famílias não foi criado, nem empregado nas atividades do departamento, e como no escopo de implantação do BIM teve a falta do planejamento do projeto piloto, então não (10) foi escolhido um projeto para desenvolver o processo de implantação. Os procedimentos (11 e 12) criados, ainda são incipientes para que os ajustes e a melhoria da qualidade do processo sejam definidos.

O BIM na coordenação de projetos da empresa tem foco no desenvolvimento do projeto, de modo a favorecer a identificação e a discussão das falhas, assim como visa melhorias com vista a refinar o trabalho de compatibilização e o levantamento de quantitativos. Para este fim, tem sido utilizado exclusivamente o *software* REVIT.

Os departamentos de controladoria, orçamento e planejamento e suprimentos ainda não têm objetivos e demandas estabelecidos para a implantação do BIM que ainda se restringe, dentro da empresa, ao setor de coordenação de projetos.

### 4.3 Diagnóstico da adoção do BIM pela empresa

Segundo Amorim (2020), o interesse para adoção do BIM numa construtora concentra-se ou se inicia pela da área técnica, com o intuito de eliminar erros de projetos mal resolvidos. Porém, deve haver a participação e o envolvimento da alta diretoria como ação essencial, conforme é apresentado nos manuais de implantação brasileiros, pois é a falta dessa participação que leva a resultados limitados devido a deficiências conceituais e no esforço de implantação do BIM na base da tentativa e erro, com pouco investimento nesse processo.

No Quadro 4 pode ser verificada a caracterização do processo de implantação do BIM na empresa.

Quadro 4 - Verificação da síntese de implementação

| LISTA DE VERIFICAÇÃO DOCUMENTAL                                               |         |         |
|-------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|
|                                                                               | Sim (S) | Não (N) |
| As estratégias de motivação das equipes estão documentadas?                   |         | x       |
| Os fornecedores que trabalham com BIM estão identificados em algum documento? |         | x       |
| Os objetivos da implantação do BIM estão documentados?                        |         | x       |
| Os objetivos do uso do BIM foram alinhados com a estratégia da empresa?       |         | x       |
| A infraestrutura tecnológica é compatível para uso do BIM?                    | x       |         |
| Há um banco de dados para famílias?                                           |         | x       |
| O treinamento da equipe está documentado?                                     |         | x       |
| O planejamento do projeto piloto existe?                                      |         | x       |
| O projeto piloto foi executado?                                               |         | x       |
| Os procedimentos de gestão do projeto foram elaborados?                       | x       |         |
| Os procedimentos de gestão do modelo BIM foram elaborados?                    |         | x       |

Fonte: elaborada pela autora.

Dentro das estratégias de implantação da metodologia BIM a consolidação se dá pela realização do projeto piloto, suscitando questões, demandas e revisões

necessárias. No caso da empresa estudada não houve o desenvolvimento desse projeto, o que evidencia a ausência de protocolos e diretrizes para a implementação do BIM e que caracteriza a principal dificuldade que a empresa enfrenta neste momento. Sem protocolos e diretrizes estabelecidas o que se percebe no uso do BIM na empresa é:

- O desejo de incorporar os benefícios da metodologia sem usufruir dos mesmos em sua totalidade;
- Impossibilidade de consolidação de novos processos e procedimentos;

Afetam diretamente os resultados do projeto piloto uma equipe preparada e disposta a mudar sua postura produtiva e em alinhar-se aos objetivos da empresa. Não se trata apenas de treinar pessoas, mas entende-las como essenciais, sendo um dos elementos do tripé da implementação BIM, interagindo com tecnologia e processos (ABDI, 2017a). Na empresa, não são explícitas ações de motivação da equipe e de comprometimento da alta direção, que comprometem o valor da requalificação da equipe dentro do processo BIM. A equipe foi treinada apenas para saber operar um *software*, sem saber quais eram a potencialidade da ferramenta.

O processo de projeto dentro da Coordenação de Projetos da empresa é gerido do SGI, porém o processo de modelagem ainda não é. Este controle do processo de projeto é fruto do sistema de gestão da empresa e coerente com a prática sistematizada BIM, no entanto, este precisa ser atualizado para incorporar novos procedimentos através do BIM *mandate*.

Com a adoção do BIM é necessário rever as atribuições do coordenador de projetos ou criar um departamento que se responsabilize pela coordenação da modelagem, visto que a execução do escopo do departamento de projetos está centralizada a gestão das informações do projeto e não incorpora o que se refere aos modelos e às informações da construção em um sentido amplo.

O novo departamento cuidaria das atividades relacionadas ao modelo integrado BIM, devendo gerir o fluxo de informação e procedimentos que garantam a qualidade dos projetos entregues a obra. Essas novas atividades são apontadas por Amorim (2020):

- Definir critérios BIM nos contratos

- Controle de qualidade do modelo
- Análise funcional dos modelos
- Facilitar o processo de colaboração BIM com os envolvidos no projeto
- Gerenciar os dados do modelo

Segundo a empresa, essas novas atribuições farão parte de um novo departamento, nomeado como Núcleo de Coordenação BIM, cujas atribuições se estendem a:

- Implantar os contratos no estilo colaborativo IPD
- Utilização dos recursos BIM 4D e 5D
- Redução das incertezas orçamentárias

A empresa aponta ainda que não há previsão da adoção do BIM pelos demais departamentos e nem de capacitação dos profissionais. Esta condição compromete a colaboração entre as equipes departamentais, o que novamente evidencia a falta de integração dos objetivos BIM às metas da empresa e subutiliza o potencial dos recursos BIM, tão dependentes da colaboração.

Ter os objetivos da implantação BIM vinculados à estratégia da empresa no momento da implementação é fundamental para o desenvolvimento de uma visão de futuro: onde a empresa está e onde quer chegar, além de sustentar a condução do projeto piloto e o engajamento da equipe. O diagnóstico do processo de adoção do BIM pela empresa resultou nos seguintes critérios:

1. A implantação BIM na empresa aconteceu de forma parcial, pois não houve um planejamento com prazos e metas estabelecidas;
2. Os benefícios que a empresa tem vivenciado é a melhoria na compatibilização dos projetos e na extração dos quantitativos;
3. A empresa possui um manual de coordenação de projetos, que se assemelha às definições do Plano de Execução BIM (PEB), com as definições de fases dos projetos e definições de responsabilidades sobre os projetos;

4. A falta do BIM *mandate* para a coordenação de projetos faz com que os projetos cheguem sem um padrão definido, sendo difícil a análise e confiabilidade nos dados dos projetos;
5. A dificuldade para motivar as demais equipes e distribuir as responsabilidades tem limitado o avanço da adoção do BIM na empresa;
6. Não há estratégias de avaliação e melhoria dos recursos BIM implantado na empresa.

Como contribuição ao processo estudado na empresa são apontados tópicos considerados essenciais para a constituição de um BIM *mandate* da companhia, que deverá ser enviado aos projetistas no início da contratação dos projetos e este documento pode e deve ser ajustado conforme a alteração dos critérios de modelagem:

- **DEFINIÇÃO DE UM OBJETIVO:**

Informar e orientar a equipe de projetistas as diretrizes de modelagem para o desenvolvimento de projetos de construções da companhia .

- **DEFINIÇÃO DO NÍVEL DE DETALHAMENTO:**

Será definido no contrato:

**LOD 200:** Os elementos do modelo devem ter suas dimensões aproximadas, forma, localização, orientação.

**LOD 300:** Os elementos devem constituir o sistema com a geometria definida e precisa, forma, localização, orientação.

**LOD 400:** Os elementos são modelados para fabricação de forma exata, incluindo informações completas e detalhadas sobre quantidades, tamanhos, formas, localização e orientação.

- **DEFINIÇÃO DE ETAPAS DE PROJETOS:**

Estudo Preliminar: LOD 200

Projeto Básico: LOD 300

Projeto Executivo: LOD 400

- **DEFINIÇÃO DA NOMENCLATURA DOS MODELOS**

NOME-DISC-FASE-GER-R00

NOME: sigla do empreendimento

DISC: disciplina do modelo

FASE: fase atual do modelo

GER: campo destinado para diferenciar as tipologias (torres, pavimentos)

- **DEFINIÇÃO DOS REQUISITOS DE MODELAGEM**

- Formato do arquivo: RVT (Revit) ou IFC
- Todos os modelos devem estar com a mesma coordenada (x,y,z), definido no projeto como marco zero.
- O modelo deve ser entregue compatibilizado com as demais disciplinas.
- Memorial descritivo com base nos Modelos BIM
- Projetos com extensão. rvt quando criado como modelo central, devem ser enviados para a construtora desanexado e com todos os vínculos que fazem parte do projeto já carregados.

## CAPÍTULO 5

### 5 CONCLUSÃO

O objetivo geral dessa pesquisa foi alcançado, tendo sido possível o estudo da implantação BIM em uma construtora e a comparação deste processo real com as etapas recomendadas nos principais guias de implementação BIM no país. O estudo de caso revelou a adoção do BIM sem um escopo definido e claro para a empresa, situação que pode estar acontecendo com centenas de outras firmas em Goiânia e no país.

O conhecimento sobre a plataforma BIM foi intensificado com a revisão bibliográfica e a caracterização da implantação do BIM na empresa selecionada mostrou que várias são as dificuldades que devem ser superadas para a correta adoção do BIM. Essas dificuldades foram evidenciadas, os objetivos alcançados com a implantação puderam ser observados e possíveis ações de melhoria puderam ser delineadas para a empresa.

Embora a empresa tenha declarado trabalhar com o processo BIM, o desenvolvimento dessa adoção ainda está em andamento. Para a empresa a aplicação do *software* REVIT nas atividades de compatibilização e extração de quantitativos justificam esta afirmação, no entanto estes usos restritos são parte do potencial do processo BIM subutilizado na empresa. Essa condição evidencia a falta da fundamentação conceitual adequada sobre a implantação BIM que, segundo os guias de implementação, devem emanar da alta diretoria.

O fato da empresa já ter um sistema de gestão consolidado pode ser considerado ponto favorável para a adequação da implantação BIM, facilitando a adoção de um BIM *mandate* e de Planos de Execução BIM. Por ora, a falta de objetivos para a implantação BIM alinhados às estratégias da empresa que estructurem um plano de implementação BIM constituem dificuldade primária, o que se soma à falta de experiência da equipe pois não houve treinamento suficiente.

A preparação e execução de um projeto piloto permitirá o adequado dimensionamento dos investimentos em BIM quanto a qualificação pessoal, extensão dos processos BIM nos vários departamentos da empresa e a demanda de reestruturação tecnológica.

A empresa, todavia, já percebeu a necessidade de estruturação de um setor ou departamento que responda pelas atividades e processos específicos que envolvem a modelagem e que não podem ser incorporados às atribuições da coordenação de projetos. Gerentes BIM em diferentes níveis da empresa devem ser designados, uma vez que por se tratar de uma empresa de grande porte espera-se que os processos BIM integrem toda as ações produtivas da construtora. Além disso, a empresa anseia por implementar o BIM nos demais departamentos.

A adoção do BIM demandará ainda adequações no formato dos contratos dos projetos e a elaboração de uma EAP (plano de execução BIM) para cada novo empreendimento.

A iniciativa de incorporação do BIM a partir do coordenador de projetos e a concentração inicial das ferramentas neste setor salienta também a importância da formação profissional sobre o tema, que ainda não foi plenamente incorporado aos currículos de graduação dos cursos de engenharia civil, demandando qualificação em nível de pós-graduação para este profissional.

Este estudo pode ser estendido a pesquisas futuras que busquem (1) verificar as dificuldades apontadas em uma amostra maior de construtoras, construindo um diagnóstico do perfil de implantação BIM em Goiânia ou (2) que busquem realizar a comparação dos processos de implementação BIM em empresas de projetos com as recomendações dos manuais de implantação nacionais. Esta pesquisa pode-se desdobrar também em trabalhos dedicados ao (3) estudo da implantação BIM nas construtoras em áreas distintas da de projeto como orçamento, suprimentos e obras.

A utilização do BIM no Brasil já é realidade e tem avançado em estudos e implementações nas diversas empresas do setor AEC. Porém, a adoção do BIM tem sido interpretada de forma equivocada, acreditando que seja um “produto de prateleira” como aponta Amorim (2020), que adquirido basta ser instalado.

Implantar o BIM requer uma mudança intrínseca nos processos, uma reestruturação da organização e o correto entendimento do novo processo de projeto por parte dos gestores. No processo de análise da adoção do BIM pela empresa pode-se perceber que essas características têm se tornado barreiras, conforme foram identificadas na revisão bibliográfica.

A característica do processo estudado revela que a implantação BIM pode estar sendo executada a partir de uma estratégia inadequada, em um formato não-integrado, com aplicação restrita às funções dos *softwares* BIM em setores isolados. Essa estratégia é parte da inércia e resistência a mudanças do setor que demonstra o pouco entendimento da real dimensão do trabalho com BIM e que pode estar se repetindo por todo o país apesar das ações governamentais e institucionais para a adoção do BIM e que vem a ser reforçado pela recente publicação do decreto federal (DECRETO Nº 10.306, de 2 de abril de 2020) que exige a incorporação de recursos BIM para as licitações públicas. Estas circunstâncias deixam dúvidas quanto à qualidade da implementação BIM na prática e seus resultados para a comunidade da construção e a economia nacional.

## 6 REFERÊNCIAS

ABBANEJAD Behzad Abbasnejad, et al.: **Building Information Modelling (BIM) adoption and implementation enablers in AEC firms: a systematic literature review**, 2020. Architectural Engineering and Design Management, DOI: 10.1080/17452007.2020.1793721

ABAUERE, M. W. **Modelos de Contrato Colaborativo e Projeto Integrado Para Modelagem da Informação da Construção**. São Paulo, 2014. 186 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

ABDI - AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **Processo de projeto BIM**: coletânea Guias BIM ABDI-MDIC. Brasília: ABDI, v.1, 2017a.

ABDI - AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **Classificação da informação no BIM**: coletânea Guias BIM ABDI-MDIC. Brasília: ABDI, v.2, 2017b.

ABDI - AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **A implantação de processos BIM**: coletânea Guias BIM ABDI-MDIC. Brasília: ABDI, v.6, 2017c.

ADDOR, M. R. A.; CASTANHO, M. D. de A.; CAMBIAGHI, H.; DELATORRE, J. P. M.; NARDELLI, E. S.; OLIVEIRA, A. L. de. **Colocando o “i” no BIM**. arq.urb: revista eletrônica de arquitetura e urbanismo, São Paulo, n. 4, p. 104-115, 2. sem. 2010. Disponível em: <<http://www.usjt.br/arq.urb/>>8. Acesso em: 21 de abril de 2020.

AGUIAR, Edgar Oliveira Araujo. **Um Estudo De Automação Visando O Aumento De Produtividade Na Construção Civil** / Edgar Oliveira Araujo. – Rio de Janeiro: UFRJ/ Escola Politécnica, 2018.

AIA, AMERICAN INSTITUTE OF ARCHITECTS. **Integrated Project Delivery: A Guide** - version 1. AIA California Council, 2007, 62 p.

AMORIM, Sergio Roberto Leusin de. **Gerenciamento e coordenação de projetos BIM: um guia de ferramentas e boas práticas para o sucesso de empreendimentos** / Sergio Roberto Leusin de Amorim. – 1ed.- [reimpr]. – Rio de Janeiro: LTC, 2020.

ARAYICI Y., COATES P., KOSKELA, L., KAGIOGLOU, M. **BIM adoption and implementation for architectural practices**. Emerald Structural Survey Vol. 29 No. 1, 2011, pp. 7-25.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA - AsBEASP. **Boas Práticas em BIM. Fascículo 1**. São Paulo: AsBEA, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA - AsBEASP. **Boas Práticas em BIM. Fascículo 2**. São Paulo: AsBEA, 2015.

ASSOCIACAO BRASILEIRA DE GESTORES E COORDENADORES DE PROJETOS - AGESC. **Manual de Escopo de Serviços para Coordenação de Projetos**. 2006.

AYRES FILHO, C. **Acesso ao modelo integrado do edifício**. Dissertação de mestrado. Pós-Graduação em Construção Civil - Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2009.

AZHAR, S.; KHALFAN M.; MAQSOOD, T. **Building information modeling (BIM): now and beyond**. *Australasian Journal of Construction Economics and Building*, 2012, p. 15-28. Disponível em: <http://epress.lib.uts.edu.au/journals/index.php/AJCEB/article/download/3032/3245>. Acesso em: abril de 2020.

AZHAR, S. **Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry**. *Leadership and Management in Engineering*. p. 241-252, jul, 2011. Disponível em: <http://ascelibrary.org/doi/pdf/10.1061/%28ASCE%29LM.1943-5630.0000127>. Acesso em: abril 2020.

BARISON, M. B. **Introdução de Modelagem da Informação da Construção (BIM) no currículo: uma contribuição para a formação do projetista**. São Paulo, 2015. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

BARISON, Maria Bernardete; SANTOS, Eduardo Toledo. Uma visão geral de especialistas BIM. *Computing in Civil and Building Engineering*, Proceedings of the ICCBE2010, Nottingham, UK, p. 141.

BIBLUS. **BIM dimensions – 3D, 4D, 5D, 6D, 7D BIM explained, 2018**. Disponível em: <http://biblus.accasoftware.com/en/bim-dimensions-3d-4d-5d-6d-7d-bim-explained/> > Acesso em: 15 mai.2020.

CAPELLI, A. **Automação Industrial**. Ed. Érica: São Paulo, 2007

CBIC. **Fundamentos BIM - Parte 1: Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras/ Câmara Brasileira da Indústria da Construção**. – Brasília, 2016a.

CBIC. **Implementação BIM - Parte 2: Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras/ Câmara Brasileira da Indústria da Construção**. – Brasília: CBIC, 2016b.

CBIC. **Colaboração e Integração BIM - Parte 3: Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras/ Câmara Brasileira da Indústria da Construção**. – Brasília: CBIC, 2016c.

CBIC. **10 motivos para evoluir com o BIM / Câmara Brasileira da Indústria da Construção**. – Brasília: CBIC, 2016d.

CHAVES, F. J.; TZORTZOPOULOS, P.; FORMOSO, C. T.; SOMMER, L. **Implementação de BIM: comparação entre as diretrizes existentes na literatura e um caso real**. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2014, Maceió/AL. Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2014. p. 1468-1477.

COELHO, KARINA. **A Implementação e Uso da Modelagem da Informação da Construção em Empresas de Projeto de Arquitetura** / K. COELHO – São Paulo, 2017. 289p.

DARÓS, J. **União do BIM 3D, 4D e 5D na prática, 2019**. Disponível em: <<https://utilizandobim.com/blog/uniao-bim-3d-4d-5d/>>, acesso 27 mar. 2020.

DELATORRE, J. P. M., SANTOS, E. T. **Introdução de novas tecnologias : o caso do BIM em empresas de construção civil**. XV Encontro Nacional da Tecnologia do Ambiente Construído, 2014, Maceió. Anais.

DURANTE, F. K.; **O uso da metodologia BIM (Building Information Modeling) para gerenciamento de projetos: Gerente BIM**. 2013. 118 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Londrina. Londrina. 2013.

EASTMAN, C.; TEICOLZ, P.; SACKS, R.; KATHLEEN, L. **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. Porto Alegre: Bookman, 2014.

FABRICIO, Márcio Minto; MELHADO, Sílvio Burrattino. **Projeto simultâneo na construção de edifícios**. 2002. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

FIGUEIREDO, F.; SILVA, V. **Processo de projeto integrado e desempenho ambiental de edificações: os casos do SAP Labs Brazil e da Ampliação do CENPES Petrobras**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 12, n. 2, p. 97-119, 2012.

GERHARDT ENGEL, Tatiana e SILVEIRA TOLFO, Denise (Org). **Métodos de pesquisa**. Coordenado pela Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS e pelo Curso de Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

Gil, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. - São Paulo: Atlas, 2002.

GMartini Engenharia. **BIM E AS POLITICAS PÚBLICAS DO BRASIL**, 2018. Disponível em: <https://www.gmarquiteturaengenharia.com/single-post/2018/03/10/BIM-E-AS-POLITICAS-P%C3%9ABLICAS-DO-BRASIL>. Acesso em: 27 ago. 2020.

GOMES, Filipe. **Implantação BIM em uma empresa de projetos de infraestrutura: estudo de caso** / F. Gomes -- São Paulo, 2017.

GONÇALVES JÚNIOR, F. **BIM: Tudo o que você precisa saber sobre esta metodologia**, 2018. Disponível em: <<https://maisengenharia.altoqi.com.br/bim/tudo-o-que-voce-precisa-saber/>>. Acesso 11 ago. 2020.

GRILO, L. M.; MELHADO, S.B. **Desafios e oportunidades para os escritórios de projeto frente às tendências para a gestão do processo de projeto e do empreendimento**. São Paulo: EPUSP, 2003.

GUEDES, MATHEUS DE SOUSA. **A Implementação da Metodologia BIM na Empresa Júnior Concreta Consultoria e Serviços**. Monografia de Projeto Final, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2018.

JUNG, Y.; JOO, M. **Building information modelling (BIM) framework for practical implementation**. Automation in Construction, v. 20, n. 2, p. 126–133, mar. 2011.

KOWALTOWSKI, Doris C. C. K; MOREIRA, Daniel de Carvalho; PETRECHE, João R. D; FABRICIO, Márcio M. (orgs.). **O Processo de Projeto em Arquitetura: da teoria à tecnologia**. São Paulo: Oficina de textos, 2011.

LI, Hongyang et al. **Barriers to building information modelling in the Chinese construction industry**. In: Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Municipal Engineer. Thomas Telford Ltd, 2017. p. 105-115.

MANENTI, E. M.; MARCHIORI, R. F.; CORRÊA, L. de A. **Plano de execução BIM: proposta de diretrizes para contratantes e fornecedores de projeto**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 20, n. 1, p. 65-85, jan./mar. 2020. ISSN 1678-8621 Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212020000100363>

MANZIONE, L. **Proposição de uma Estrutura Conceitual de Gestão do Processo de Projeto Colaborativo com o uso do BIM**. Tese de Doutorado – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo. 2013.

MASOTTI, L.F.C. **ANÁLISE DA IMPLEMENTAÇÃO E DO IMPACTO DO BIM NO BRASIL**. Orientador: Patrícia de Oliveira Faria. 2014. 97 p. Dissertação (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, 2014.

MCPARTLAND, R. **BIM dimensions - 3D, 4D, 5D, 6D BIM explained**, 2017. Disponível em: <<https://www.thenbs.com/knowledge/bim-dimensions-3d-4d-5d-6d-bim-explained>>. Acesso 14 ago. 2020

MELHADO, S. B. **Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção**. 1994. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

MIRANDA, Rian das Dores de. SALVI, Levi. **Análise da tecnologia Bim no contexto da indústria da construção civil brasileira**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 04, Ed. 05, Vol. 07, pp. 79-98 Maio de 2019. ISSN: 2448-0959

NOBREGA JUNIOR, C.; MELHADO, S. **Coordenador de projeto de edificações: estudo e proposta para perfil, atividades e autonomia**. Gestão & Tecnologia de Projetos, São Carlos, v. 1, n. 8, p. 69-89, 2013.

NUNES, G. H.; LEÃO, M. **Estudo comparativo de ferramentas de projetos entre o CAD tradicional e a modelagem BIM** Comparative study of design tools-the traditional CAD and BIM modeling. Revista de Engenharia, v. 155, n. 55, p. 47-61, 2018.

Okamoto, P. S., Salermo, M. S., & Melhado, S. (2014). **A coordenação de projetos subcontratados na construção civil**. Gestão e Tecnologia de Projetos, 9(1),123-142.

OWEN, R. L., R. AMOR, et al. **Challenges for Integrated Design and Delivery Solutions**. Architectural Engineering and Design Management Integrated Design and Delivery Solutions. [s.n.]. p. 232-240, 2010.

RICOTTA, T. Metodologia BIM: desafios da implantação – entrevista com Tiago Ricotta. **Buildin Construção & Informação**, Dez. 2018. Disponível em: <https://www.buildin.com.br/metodologia-bim-tiago-ricotta/>. Acesso em: 14 mai. 2020.

SACKS, Rafael et al. **BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, designers, engineers, contractors, and facility managers**. John Wiley & Sons, 2018.

SANTOS, Vinicius Carrião dos. **Compromissos em equipes de projeto de edifícios** [manuscrito] / Vinicius Carrião dos Santos. – 2014. 188, f.: il.

SELEÇÃO ENGENHARIA. **36 Softwares Para Engenheiros Indispensáveis Para Sua Carreira**, 2017. Disponível em: <[selecaoengenharia.com.br/blog/36-softwares-para-engenheiros-indispensaveis-para-sua-carreira/](http://selecaoengenharia.com.br/blog/36-softwares-para-engenheiros-indispensaveis-para-sua-carreira/)>. Acesso 31 mar. 2020.

SINDUSCON. **Pesquisa Cenário BIM de construtoras Goiânia 2020**. Goiânia, out. 2020. Disponível em: [http://sinduscongoias.com.br/arquivos/download/Pesquisa\\_Cenario\\_BIM\\_de\\_const\\_rutoras\\_Goiania\\_2020\\_v5.pdf](http://sinduscongoias.com.br/arquivos/download/Pesquisa_Cenario_BIM_de_const_rutoras_Goiania_2020_v5.pdf). Acesso em 23 fev.2021

SOARES, **UMA ABORDAGEM HISTORICA E CIENTIFICA DAS TECNICAS DE REPRESENTAÇÃO GRÁFICA**, Claudio Cesar Pinto Soares, 2007.

SOUZA, F. R. D. **Implementação de Modelo de Gestão para Empresas de Projeto de Edifícios**. Tese de Mestrado – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo. 2009.

SOUZA, F. R. D. **A Gestão do Processo de Projeto em Empresas Incorporadoras e Construtoras**. Tese de Doutorado. São Paulo. 2016.

SUCCAR, B. Building Information Modelling Framework: A Research and Delivery Foundation for Industry Stakeholders. **Automation in Construction**, Australia, 2009. 357–375.

TAVARES JUNIOR, Edilson da Costa. **A contribuição do Building Information Modeling para a Gestão de Projetos**. Especialize On-line Ipog, Recife, v. 1, n. 007, p.1-20, jul. 2014.

TURK, Ziga. **Ten questions concerning building information modelling**. Building and Environment, v. 107, p. 274-284, 2016.

ULRICH, HELEN. **Controle da qualidade de projetos de edificações** / Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos-Universidade de São Paulo, 2001.

VENTURA, M. M. **O Estudo de caso como modalidade de pesquisa**. Rev. SOCERJ, v. 20, n.5, p. 383-386, 2007.

YIN, Robert K. **Estudos de casos: Planejamentos e Métodos**. 2a edição. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

## APÊNDICE A

Data de envio:

Data de recebimento:

Cargo do responsável: Coordenador de projetos

**1 Conhece o que é BIM e suas potencialidades?**

☐ Sim ☐ Não

**2 BIM é utilizado somente na área de projetos?**

☐ Sim ☐ Não

**3 O BIM é pré-requisito para a contratação de todos os projetos?**

☐ Sim ☐ Não

**4 Teve consultoria externa para implantar o BIM na empresa?**

☐ Sim ☐ Não

**5 Houve um projeto piloto na implantação?**

☐ Sim ☐ Não

**6 A empresa possui alguma certificação?**

☐ Sim ☐ Não Se sim, qual?

**7 A empresa conheceu o plano de implementação BIM antes de adotar?**

☐ Sim ☐ Não

**8 A empresa utilizou algum manual de implementação?**

☐ Sim ☐ Não Se sim, qual? \_\_\_\_\_

**9 Na empresa há prática de gestão?**

- ☐ estrutura organizacional
- ☐ gestão do processo de projeto
- ☐ planejamento estratégico
- ☐ gestão financeira
- ☐ sistema de comunicação e informação
- ☐ marketing
- ☐ recursos humanos
- ☐ sistema comercial
- ☐ sistema de gestão da qualidade

## **APÊNDICE B**

- 1 Há quantos anos a empresa está no mercado?
- 2 Quantos profissionais há no total na empresa?
- 3 Como é feita a divisão das equipes? Há algum organograma?
- 4 Quais tipos de obras são desenvolvidos pela construtora?
- 5 Na empresa há algum sistema de gestão?
- 6 Na empresa há algum sistema de controle?
- 7 Qual a organização do departamento de projetos? Há algum escopo definido?

## **APÊNDICE C**

### **Condução da entrevista semi-estruturada**

1. Em que ano o BIM foi implantado?
2. Porque decidiram fazer a transição para o BIM?
3. Conhece o que é BIM mandate e PEB? Se sim, a empresa tem?
4. A empresa dispõe da gestão e controle de projetos? Se sim, como esse processo é feito?
5. Há ferramentas para controlar as fases dos projetos?
6. Quais desafios/dificuldades foram enfrentados para a implantação do BIM?
7. A compatibilização de projetos sempre foi feita internamente?
8. Tem o fluxo de projeto mapeado?
9. Qual o escopo do departamento?
10. Quais ferramentas BIM são utilizadas?