



**CENTRO UNIVERSITÁRIO CHRISTUS**

**CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**TIM LUCAS COSTA DA MOTA**

**PLANO DE IMPLANTAÇÃO BIM EM UMA MICROEMPRESA DE  
CONSTRUÇÃO CIVIL**

**FORTALEZA**

**2021**

TIM LUCAS COSTA DA MOTA

PLANO DE IMPLANTAÇÃO BIM EM UMA MICROEMPRESA DE  
CONSTRUÇÃO CIVIL

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Christus, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. M.Sc. Nelson de Oliveira Quesado Filho.

FORTALEZA

2021

Dados Internacionais de Catalogação na  
Publicação Centro Universitário Christus -  
Unichristus

Gerada automaticamente pelo Sistema de Elaboração de Ficha Catalográfica  
do Centro Universitário Christus - Unichristus, com dados fornecidos pelo(a)  
autor(a)

M917p

Mota, Tim Lucas Costa da.

Plano de implantação BIM em uma microempresa de  
construção civil / Tim Lucas Costa da Mota. - 2021.

79 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Centro  
Universitário Christus - Unichristus, Curso de Engenharia Civil,  
Fortaleza, 2021.

Orientação: Prof. Me. Nelson de Oliveira Quesado Filho.

1. BIM. 2. Construção Civil. 3. Plano de Implantação. I. Título.

CDD 624

TIM LUCAS COSTA DA MOTA

PLANO DE IMPLANTAÇÃO BIM EM UMA MICROEMPRESA DE  
CONSTRUÇÃO CIVIL

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Christus, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. M.Sc. Nelson de Oliveira Quesado Filho.

Aprovada em \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. M.Sc. Nelson de Oliveira Quesado Filho  
Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS)

---

Prof. M.Sc. José Willington Gondim Oliveira  
Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS)

---

Profa. M.Sc. Tatiana Soares de Oliveira  
Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS)

## RESUMO

Um dos grandes problemas da construção civil é a constante presença de retrabalho em obras, o que pode gerar tanto o descumprimento dos prazos de entrega, quanto o desperdício dos recursos, encarecendo, assim, a execução. Para tal, o uso do BIM (*Building Information Modeling*) visa minimizar as discrepâncias encontradas em projetos que podem causar retrabalho, facilitando, quando necessários, os ajustes em cada uma das etapas de projeto e a execução da obra. O presente trabalho se trata de um estudo de caso sobre o planejamento da implementação de BIM em uma microempresa do ramo da construção civil, através de uma abordagem qualitativa e quantitativa. Primeiramente, fez-se consulta à literatura nacional e internacional para efetuação da revisão bibliográfica sobre BIM e conceitos relacionados ao processo de implantação dessa tecnologia. Em seguida, deu-se início ao levantamento dos dados e informações necessários para elaboração do plano prévio de implantação, por meio da utilização de entrevistas e questionários direcionados ao engenheiro sócio da empresa envolvido no processo e a um profissional com experiência de mercado na implementação do BIM. O planejamento deve abranger uma análise organizacional da empresa, o planejamento estratégico, a infraestrutura e os recursos humanos disponíveis, os prazos de implantação, o fluxo e processos de trabalho, o procedimento colaborativo adotado, um plano de ações, e por fim, um projeto piloto. Após desenvolvido o plano preliminar de implantação, fez-se nova entrevista com o representante da empresa, para delinear quaisquer exigências de mudanças que serão carregadas para a confecção do plano executivo de implantação, seguido da entrega do documento. Ao final do estudo, propõe-se a análise e discussão dos resultados obtidos no processo de planejamento da implantação do BIM na empresa, além da conclusão da pesquisa, retratando os principais impactos positivos previstos e os aspectos negativos imediatos da implantação do BIM.

**Palavras-chave:** BIM. Construção Civil. Plano de Implantação.

## **ABSTRACT**

One of the major problems in civil construction is the constant remaking in civil engineering works, which can lead to both non-compliance with delivery deadlines and the waste of resources, making execution more expensive. Therefore, the use of BIM (Building Information Modeling) aims to minimize the discrepancies found in projects that can cause rework, facilitating, when necessary, adjustments in each of the project stages and the execution of the project. The present work is a case study on the planning of the implementation of BIM in a civil construction micro enterprise through a qualitative and quantitative approach. Firstly, national and international literature were consulted to enforce the bibliographic review on BIM and concepts related to the process of implementing this technology. Secondly, the survey of the data and any necessary information for the preparation of the previous implementation plan began by using interviews and questionnaires directed to the partner engineer of the company involved in the process and to a professional with market experience in the implementation of the BIM project as well. The planning must include an organizational analysis of the company, strategic planning, available infrastructure and human resources, implementation deadlines, work flow and processes, the collaborative procedure adopted, an action plan, and finally, a pilot project. After the preliminary implementation plan was developed, a new interview was made with the company representative in order to outline further requirements for changes that will be executed with the objective of promoting the preparation of the executive implementation plan, followed by the delivery of the document. Finally, at the end of the study, it is proposed the analysis and discussion of the results obtained in the planning process for the implementation of BIM in the company, in addition to the conclusion of the research, portraying the main expected positive impacts and the immediate negative aspects of the BIM implementation.

**Keywords:** BIM. Civil Construction. Implementation Plan.

## LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

2D	2 dimensões;
3D	3 dimensões;
4D	4 dimensões;
5D	5 dimensões;
6D	6 dimensões;
7D	7 dimensões;
AEC	Arquitetura, Engenharia e Construção;
AsBEA	Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura;
AVAC	Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado;
BEP	<i>BIM Execution Plan;</i>
BIM	<i>Building Information Modeling;</i>
BIM 1.0	Primeiro nível de maturidade do BIM;
BIM 2.0	Segunda nível de maturidade do BIM;
BIM 3.0	Terceiro nível de maturidade do BIM;
BIM-BR	Estratégia Nacional de Disseminação do BIM;
BIP	<i>BIM Implementation Plan;</i>
CAD	<i>Computer Aided Design;</i>
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção;
CE-BIM	Comitê Estratégico de Implementação do BIM;
CPU	Unidade Central de Processamento;
EAP	Estrutura Analítica do Projeto;
IFC	<i>Industry Foundation Classes;</i>
IPD	<i>Integrated Project Delivery;</i>
nD	Enésima dimensão;
ROI	Retorno sobre o investimento;
SEINFRA	Secretaria da Infraestrutura;
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisas de Custos e Índices da Construção Civil;
SWOT	<i>Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats;</i>
TI	Tecnologia da Informação;

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Curva de MacLeamy .....	6
Figura 2: Dimensões da metodologia BIM .....	13
Figura 3: Níveis de maturidade de adoção do BIM .....	15
Figura 4: Dez passos de um projeto de implantação BIM .....	17
Figura 5: 25 casos de uso do BIM mapeados pela <i>PennState University</i> .....	18
Figura 6: Fluxograma das etapas do estudo .....	27
Figura 7: Cronograma ideal de implantação .....	45
Figura 8: Cronograma real da implantação .....	46
Figura 9: Diagrama do fluxo de trabalho BIM.....	47



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Barreiras documentadas da adoção do BIM .....	11
Quadro 2: Diretrizes para implantação do BIM .....	21
Quadro 3: Resumo das dificuldades e benefícios da implementação .....	25
Quadro 4: Estrutura analítica do plano de implantação BIM.....	32
Quadro 5: Análise SWOT.....	33
Quadro 6: Vantagens visadas pela construtora com a adoção do BIM.....	35
Quadro 7: Objetivos, metas e indicadores do plano de implantação.....	36
Quadro 8: Especificações de <i>hardware</i> .....	38
Quadro 9: <i>Softwares</i> utilizados em suas respectivas disciplinas de projeto.....	40
Quadro 10: Distribuição das novas funções BIM.....	41
Quadro 11: Conteúdo do treinamento dos <i>softwares</i> AltoQi.....	42
Quadro 12: Conteúdo programático curso de linguagem Dynamo.....	44
Quadro 13: Plano de ações para adoção do BIM.....	50

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
<b>1.1.</b>	<b>Objetivos</b>	<b>3</b>
1.1.1.	<i>Objetivo Geral</i>	3
1.1.2.	<i>Objetivos Específicos</i>	3
<b>1.2.</b>	<b>Estrutura do Trabalho</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>5</b>
<b>2.1.</b>	<b>BIM</b>	<b>5</b>
2.1.1.	<i>Conceito e breve histórico</i>	5
2.1.2.	<i>Benefícios da aplicação do BIM no ciclo de vida do projeto</i>	6
2.1.2.1.	<i>Benefícios do uso do BIM na fase de projeto preliminar</i>	7
2.1.2.2.	<i>Benefícios do uso do BIM na fase de detalhamento do projeto</i>	7
2.1.2.3.	<i>Benefícios do uso do BIM na fase de documentação do projeto</i>	8
2.1.2.4.	<i>Benefícios do uso do BIM na fase de construção</i>	8
2.1.2.5.	<i>Benefícios do uso do BIM na fase de pós-construção</i>	9
2.1.3.	<i>Interoperabilidade</i>	10
2.1.4.	<i>Dificuldades e Barreiras para a adoção do BIM</i>	10
2.1.5.	<i>Dimensões do BIM</i>	12
2.1.6.	<i>Níveis de maturidade de adoção do BIM</i>	14
<b>2.2.</b>	<b>Manuais de implantação do BIM disponíveis no mercado</b>	<b>16</b>
2.2.1.	<i>Coletânea CBIC</i>	16
2.2.2.	<i>Guia AsBEA</i>	20
<b>2.3.</b>	<b>Casos de implementações de BIM</b>	<b>22</b>
2.3.1.	<i>Estudo de caso em Empresa construtora (Tonetto-2018)</i>	22
2.3.2.	<i>Estudos de caso em escritórios de arquitetura (De Carvalho-2018)</i>	23
<b>3.</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>26</b>
<b>3.1.</b>	<b>Classificação da pesquisa</b>	<b>26</b>
<b>3.2.</b>	<b>Instrumentos da pesquisa</b>	<b>26</b>
<b>3.3.</b>	<b>Fluxograma do trabalho</b>	<b>27</b>
<b>3.4.</b>	<b>Caracterização do objeto de estudo</b>	<b>29</b>
<b>4.</b>	<b>PLANO DE IMPLANTAÇÃO BIM</b>	<b>31</b>
<b>4.1.</b>	<b>Estrutura do plano de implantação</b>	<b>31</b>

<b>4.2.</b>	<b>Análise organizacional</b> .....	<b>32</b>
<b>4.3.</b>	<b>Planejamento estratégico</b> .....	<b>34</b>
<b>4.4.</b>	<b>Infraestrutura</b> .....	<b>38</b>
<b>4.5.</b>	<b>Recursos Humanos</b> .....	<b>40</b>
<b>4.6.</b>	<b>Prazos</b> .....	<b>45</b>
<b>4.7.</b>	<b>Fluxo e processos de trabalho em BIM</b> .....	<b>46</b>
<b>4.8.</b>	<b>Procedimento colaborativo</b> .....	<b>49</b>
<b>4.9.</b>	<b>Plano de ação</b> .....	<b>50</b>
<b>4.10.</b>	<b>Projeto piloto</b> .....	<b>51</b>
<b>5.</b>	<b>ANÁLISE DO PLANO DE IMPLANTAÇÃO BIM</b> .....	<b>54</b>
<b>5.1.</b>	<b>Pontos de atenção e possíveis problemas</b> .....	<b>54</b>
<b>5.2.</b>	<b>Principais dificuldades</b> .....	<b>55</b>
<b>5.3.</b>	<b>Alterações e recomendações</b> .....	<b>56</b>
<b>6.</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>58</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>61</b>
	<b>APÊNDICE - A</b> .....	<b>64</b>
	<b>APÊNDICE - B</b> .....	<b>66</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A indústria da construção possui grandes problemas de desperdício de capital e descumprimento de prazos, geralmente ocasionados pelo retrabalho. Segundo Freitas e Carvalho (2017) a falta de integração entre as fases de projeto e execução é um fator que influencia diretamente essas problemáticas. Para tal, as empresas do ramo da construção civil tendem a buscar soluções que minimizem conflitos para se manterem competitivas no mercado.

O *Building Information Modeling* (BIM) é uma tecnologia que permite o trabalho colaborativo entre as diversas partes responsáveis pelo projeto e execução do empreendimento. Aplicações que utilizam tecnologia BIM proporcionam significativas melhorias nas fases de projeto e execução, pois possibilitam a visualização e verificação do projeto a ser executado em qualquer estágio do processo de construção, reduzindo assim as chances de incompatibilidades e o retrabalho. Além disso, o BIM também pode ser utilizado na gestão da vida útil do empreendimento, facilitando, por exemplo, manutenções preventivas.

A modelagem da informação da construção (em inglês, BIM), segundo Aryani, Brahim e Fathi (2014) possui sua base nos conceitos primeiramente reproduzidos na década de 70, nos estudos científicos de Charles Eastman, um dos percursores dessa linha de pensamento. Desde então, este conceito vem sendo objeto de estudo de outros autores que também contribuem para a evolução e entendimento do BIM.

O BIM pode ser útil para diversas áreas além da arquitetura, engenharia, bem como a gestão pública e outros ramos. No entanto, para Eastman *et al.* (2014), o BIM tem seus desenvolvimentos mais conhecidos na indústria AEC (arquitetura, engenharia e construção), onde um modelo virtual preciso de uma edificação é construído computacionalmente contendo a exata geometria e os dados necessários à todas as etapas de uma obra: planejamento, execução e manutenção.

Em todo o globo, indústrias evoluem com novas tecnologias que transformam a maneira de criação de seus produtos. Brender, Lima e Ribeiro (2016) relatam que na indústria da construção civil não é diferente, devido ao

avanço computacional, arquitetos, engenheiros e construtores de diversos países vêm absorvendo a tendência tecnológica BIM, planejando, projetando, construindo e mantendo a edificação de maneira mais eficaz e produtiva.

Ainda segundo Brender, Lima e Ribeiro (2016), a indústria AEC brasileira precisa modernizar o método tradicional de trabalho da construção civil e de infraestrutura, acompanhando a tendência mundial de adoção do BIM que vem se comprovando bastante eficaz. Diante desse contexto, algumas ações governamentais foram tomadas para a disseminação do uso do BIM, como a constituição do Comitê Estratégico de Implementação do *Building Information Modeling* (CE-BIM), ou o decreto presidencial assinado em 2017, que instituiu o programa BIM BR.

A estratégia BIM BR caracteriza a utilização e exigência do BIM em três fases escalonadas para garantir maior tempo de adaptação ao mercado e ao setor público. A primeira fase se inicia em janeiro de 2021 e prevê a obrigatoriedade do uso do BIM na elaboração de projetos referentes às disciplinas de estrutura, hidráulica, AVAC, elétrica, além de outros setores como a detecção de interferências entre os projetos. Tal fato ressalta a importância da adaptação por parte da indústria AEC brasileira quanto às novas ferramentas disponíveis no mercado, pois em breve o uso do BIM se tornará indispensável e obrigatório.

Maciel, Oliveira e Santos (2014) elencam em sua pesquisa alguns problemas enfrentados por escritórios na adoção da metodologia BIM, como o alto custo de implantação, falta de informação quanto ao assunto, a falta de profissionais capacitados na área e a não obrigatoriedade do uso do BIM. Além disso, o pouco incentivo no âmbito universitário para estudos sobre inovações fica evidente na dificuldade de obtenção de artigos e materiais acadêmicos relacionados ao BIM, principalmente no que diz respeito ao processo de implantação da ferramenta em empresas brasileiras.

Dessa forma, devido aos benefícios oferecidos pelo uso do BIM, diversas empresas buscam integra-lo à sua rotina de trabalho, no entanto, as dificuldades encontradas no processo de implantação podem inviabilizar o uso do BIM. A falta de planejamento da implantação do BIM é um grande agravante, pois é característico do plano de implantação, a delimitação dos objetivos da empresa com o uso do BIM, levantamento dos recursos disponíveis,

investigação das dificuldades da implantação, definição dos processos e fluxo de trabalho com o uso do BIM, além de outras especificações que ajudam a orientar o processo de implantação do BIM.

Diante dos impactos positivos da adoção do BIM mencionados anteriormente, da tendência mundial em renovação do processo construtivo e das dificuldades apresentadas para implementação do BIM, o presente trabalho busca disseminar a importância da utilização do BIM no âmbito acadêmico e profissional, salientando os benefícios de sua aplicação no aspecto da construção civil e caracterizando o processo de planejamento da implantação da tecnologia BIM em uma empresa construtora, por meio da elaboração de um plano para adesão ao BIM.

## **1.1. Objetivos**

### *1.1.1. Objetivo Geral*

O objetivo deste trabalho é caracterizar o processo de implantação do BIM em uma microempresa do ramo da construção civil.

### *1.1.2. Objetivos Específicos*

✓ Realizar revisão bibliográfica sobre conceitos do BIM, em especial aqueles referentes à implantação do sistema em empresas construtoras.

✓ Analisar o nível atual e desejado de maturidade BIM na empresa estudada.

✓ Efetuar estudo na construtora, levantando os dados necessários para concepção do plano de implantação.

✓ Planejar a implantação do BIM capaz de abranger a produção de cronograma, plano de ação, custos e impactos.

## **1.2. Estrutura do Trabalho**

O presente trabalho é dividido em seis capítulos, dispostos de tal forma que, no primeiro capítulo introdutório é feita uma contextualização a respeito do BIM, além de apresentar os objetivos geral e específicos, a problemática, a justificativa e a estrutura do trabalho. No segundo capítulo, revisão de literatura, é realizado um levantamento bibliográfico sobre alguns conceitos envolvendo BIM e sua implantação em empresas do ramo da construção civil, além das principais especificações presentes nos guias nacionais de implantação do BIM. O terceiro capítulo, metodologia, é responsável por caracterizar a estrutura da pesquisa e o objeto de estudo. No quarto capítulo, intitulado plano de implantação BIM, é caracterizado um plano de implantação específico que atenda as principais demandas da empresa. No quinto capítulo, análise do plano de implantação BIM, são realizados alguns comentários quanto ao desenvolvimento do plano de implantação do BIM envolvendo possíveis problemas futuros, as principais dificuldades encontradas, além de algumas recomendações e alterações. Já o sexto capítulo, considerações finais, será realizada uma recapitulação sobre o estudo realizado e são indicados alguns possíveis temas para estudos futuros.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. BIM

Este tópico apresenta os conceitos, definições, vantagens comparativas com outros métodos mais tradicionais, metodologias de implantação disponíveis no mercado e exemplos de aplicabilidade do BIM.

#### 2.1.1. Conceito e breve histórico

Eastman *et al.* (2014) define BIM como “uma tecnologia de modelagem e um conjunto associado de processos para produzir, comunicar, e analisar modelos de construção”.

Há algumas teorias sobre a origem do termo BIM. Segundo Menezes (2012) o professor Charles M. Eastman, do Instituto de Tecnologia da Georgia, instituiu o conceito de modelagem de informação, mas o termo foi primeiramente citado em um artigo de van Nederveen *et al.* em 1992.

Para Eastman *et al.* (2014) tal teoria é fundamenta-se uma vez que o termo *Building Information Model* é essencialmente o mesmo que *Building Product Model*, usado pelo professor Eastman extensivamente em seus livros e documentos desde finais dos anos 1970. (“*Product model*” significa “informação de modelo” na engenharia).

Porém segundo Addor *et al.* (2010), Jerry Laiserin, arquiteto especialista em Tecnologia da Informação (TI) e fundador da atual *BuildingSmart*, popularizou o termo como uma representação digital do processo de construção para facilitar o intercâmbio e a interoperabilidade de informação em formato digital.

Eastman *et al.* (2014) descrevem a evolução do sistema CAD, que inicialmente gerava arquivos digitais, consistindo principalmente em vetores, tipos de linha associadas e identificação de camadas (*layers*). Ao passo que o sistema CAD se desenvolveu, informações adicionais foram acrescentadas a blocos de dados e textos associados, e com a introdução da modelagem 3D definições avançadas e ferramentas complexas de geração de superfícies foram acrescentadas. O que tornou o CAD mais inteligente e mais popular aos usuários



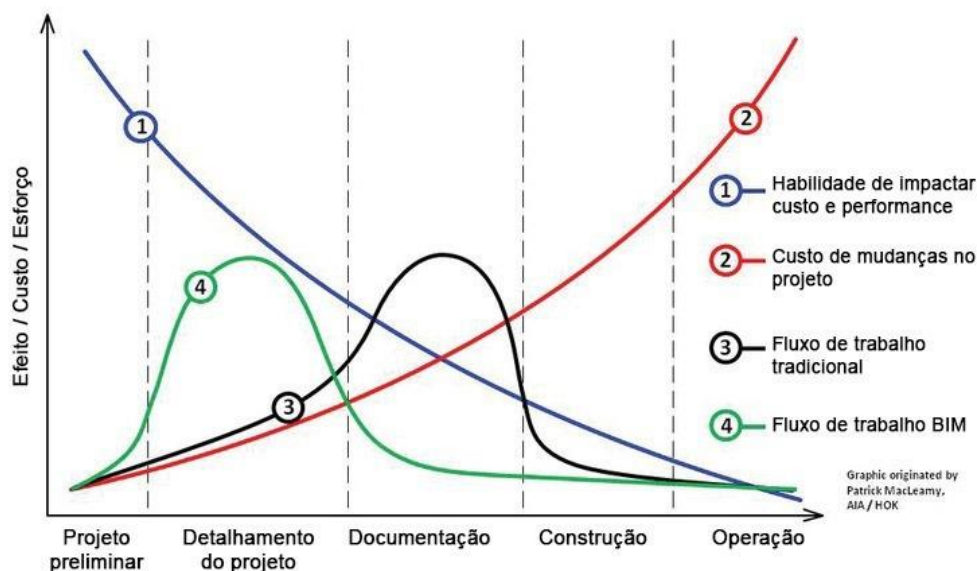
que desejavam compartilhar dados associados com determinado projeto, transferindo o foco dos desenhos e das imagens 3D para os próprios dados, dando início a criação de ferramentas BIM para modelos de construção.

### 2.1.2. Benefícios da aplicação do BIM no ciclo de vida do projeto

Observando todas as características e funcionalidades principais definidas no item anterior, percebe-se que poucas equipes de projeto ou construção utilizam realmente o BIM por completo atualmente. Na verdade, a busca desse alto padrão deve demandar ainda bastante tempo. A seguir serão descritas as vantagens que justificam este esforço na obtenção deste padrão de informação nas diversas fases do projeto.

A Figura 1, com a famosa curva de MacLeamy, demonstra o contraste entre os fluxos de trabalho tradicional e com tecnologia BIM.

Figura 1 - Curva de MacLeamy.



Fonte: Pittigliani (2018).

Como explica Pittigliani (2018), a partir do ponto de interseção das curvas de habilidade de impactar custo e performance (curva 1) e custo de mudanças no projeto (curva 2) fica muito dispendioso qualquer modificação significativa no projeto. O fluxo de trabalho tradicional, representado pela curva 3, concentra seu maior esforço exatamente sobre o cruzamento das curvas 1 e 2, trazendo um problema, pois a partir desse ponto qualquer averiguação no

projeto que ocasione mudanças, que pode ocorrer na construção e operação, demandarão altos custos de retrabalho.

A ideia do BIM é trazer os maiores esforços e tempo para antes desse ponto de interseção das curvas 1 e 2, transformando a fase de documentação como consequência espontânea, identificando todos os erros e eventuais problemas numa fase anterior ao ponto de inviabilização de qualquer modificação.

#### *2.1.2.1. Benefícios do uso do BIM na fase de projeto preliminar*

Antes mesmo de detalhar o projeto envolvendo quantidade de tempo e esforço de profissionais especializados, é importante determinar se o projeto atende as restrições de orçamento e cronograma requeridas pelo cliente, ou seja, sua pré-viabilidade. Segundo Eastman *et al.* (2014) “um modelo de construção aproximado (ou macro) construído e vinculado a uma base de dados de custos pode ser de imenso valor e ajuda ao proprietário”.

*Softwares* que utilizam a metodologia BIM possuem vantagens nesse aspecto, pois diferentemente das aplicações tradicionais CAD utilizadas, eles podem proporcionar um modelo esquemático 3D antes de gerar o modelo detalhado da construção. O que, segundo Eastman *et al.* (2014), possibilita uma avaliação minuciosa para determinar o atendimento aos requisitos funcionais de interferências com projetos pré-existent e os requisitos de sustentabilidade da construção.

#### *2.1.2.2. Benefícios do uso do BIM na fase de detalhamento do projeto*

No âmbito da construção de projetos, o sistema tradicionalmente utilizado é o de delegação de funções, no qual os projetos de uma obra são elaborados de forma independente por cada uma das partes envolvidas. Segundo Nunes e Leão (2018), este método pode ocasionar incongruências na execução ou até mesmo a omissão de algumas informações de projeto e, por sua vez, gerar desperdício dos recursos ou descumprimento de prazos devido ao retrabalho.

Em estudo comparativo entre a utilização tradicional de CAD e o BIM, Nunes e Leão (2018) reiteram que aplicações BIM promovem maior integração

entre os envolvidos no projeto. Tal fato se deve aos projetistas trabalharem de maneira conjunta na elaboração de um modelo virtual, que contém as características especificadas por cada um dos projetistas.

Alterações em projetos realizados por método BIM também são mais facilitadas, pois devido aos objetos estarem vinculados e seus dados armazenados na plataforma, algumas mudanças realizadas manualmente são carregadas pelos *softwares* e automaticamente refletidas para todos os projetos envolvidos. Além disso, *softwares* BIM são capazes de vincular todos os projetos e encontrar de forma automática a presença de interferências entre os modelos, tornando o processo mais confiável.

#### 2.1.2.3. *Benefícios do uso do BIM na fase de documentação do projeto*

A fase de documentação do projeto é um dos mais exaustivos processos da construção de um empreendimento e bastante suscetível a erros, devido à grande quantidade de informações presentes em um projeto. Além do processo para obter aprovação já ser bastante penoso, cada incongruência no projeto quando detectada, demanda de um esforço e tempo adicionais para sua devida adequação e aprovação.

Para Martins e Monteiro (2011) os *softwares* BIM visam facilitar esse processo de documentação e aplicações BIM “focam sobretudo a produção de peças desenhadas, incluindo ferramentas para criação de *layouts*, concebidas com a finalidade de apoiarem a impressão das peças”.

Ainda segundo Martins e Monteiro (2011) algumas aplicações BIM propiciam a extração automática, por meio do modelo gerado, da documentação técnica detalhada e precisa dos dados presentes no projeto, sejam eles medidas, quantidades, orçamentos, prazos ou outras especificações, o que minimiza as interferências humanas no processo e eventuais erros.

#### 2.1.2.4. *Benefícios do uso do BIM na fase de construção*

Por mais que se busque o aperfeiçoamento nos processos de planejamento e projeto, a fase construtiva não é isenta de alterações no projeto desenvolvido, devido às diversas intemperes que surgem cotidianamente na execução do empreendimento. Como exposto em Pittigliani (2018), o BIM

permite a reação rápida às alterações de projeto, sem a necessidade de paralização da operação para demorados processos de verificação de compatibilidade e readequação das diversas plantas.

Como destacam De Paula *et al.* (2017), é possível a incorporação do tempo no modelo virtual, formando assim o BIM 4D. O que permite a completa visualização de todas os processos construtivos e o acompanhamento do progresso da obra, assim como a detecção de possíveis problemas ou melhorias quanto a logística dos serviços a serem executados e seus cronogramas.

Segundo Eastman *et al.* (2014), a implementação do BIM possibilita a aplicação da construção enxuta, ocasionando menor desperdício de materiais construtivos e mão de obra. Tal fato se deve aos modelos virtuais gerados por *softwares* BIM, além de reproduzirem os detalhamentos dos elementos como aplicações CAD tradicionais, fornecerem informações quantitativas, volumétricas, orçamentárias e outras especificações que ajudam na administração dos materiais e mão de obra.

#### 2.1.2.5. *Benefícios do uso do BIM na fase de pós-construção*

Como o processo de modelagem BIM consiste na criação de um modelo composto por informações e especificações de cada componente do projeto, facilita-se o processo de verificação de desempenho dos mesmos quando estiverem em uso. Campestrini *et al.* (2016) ressalta que essa atribuição do BIM pode servir também para balizar perícias no caso do surgimento de falhas construtivas e melhorar a relação da empresa com seus clientes.

Eastman *et al.* (2014) destacam algumas vantagens da utilização do BIM no âmbito da gerência do empreendimento construído, como a obtenção rápida e confiável de prazos e quantitativos de materiais necessários para modernizações ou manutenções, ou também a pré-avaliação do impacto de determinada modificação do projeto originalmente construído.

### 2.1.3. Interoperabilidade

O processo de construção do modelo virtual envolve diversos projetistas, que por sua vez, utilizam uma grande variedade de *softwares* para desenvolver seus projetos, muitas vezes aplicações de diferentes desenvolvedoras. Para alcançar tal finalidade, é necessário que os *softwares* sejam compatíveis e consigam realizar esse intercâmbio de informações.

Eastman *et al.* (2014) definem interoperabilidade como a possibilidade de troca de dados entre diferentes aplicações permitindo a contribuição de diversos especialistas para o projeto. Além disso, a interoperabilidade também elimina o processo de replicação de informações entre projetos, reduzindo a intervenção humana no procedimento e as chances de possíveis falhas.

Dessa forma, segundo Campestrini *et al.* (2016), surgiu a necessidade de desenvolver um formato de dados universal para o compartilhamento seguro dos dados entre as diferentes ferramentas BIM. Para isso, existe uma linguagem padrão internacional gerida pela *BuildingSmart*, chamada *Industry Foundation Classes* (IFC).

Para Oldfield *et al.* (2017), o formato IFC é a principal ferramenta para a implementação do *OpenBIM*, conceito ligado a universalização da troca de informações entre as aplicações da indústria AEC. Portanto, a utilização do IFC permite que arquivos, de qualquer etapa de projeto do ciclo de vida do empreendimento, sejam exportados de uma aplicação BIM em um formato único e legível a qualquer outra aplicação, garantindo a preservação das informações na troca de dados.

### 2.1.4. Dificuldades e Barreiras para a adoção do BIM

Embora a implementação do BIM se demonstre bastante vantajosa para as empresas em todas as fases do ciclo de vida do empreendimento, como caracterizado no tópico 2.1.2, alguns empecilhos podem dificultar e prejudicar a adoção dessa ferramenta. Liu (2015) identifica as principais dificuldades encontradas na literatura sobre a implantação dessa ferramenta pelos escritórios e divide nos cinco grupos descritos no quadro 1.

Quadro 1 - Barreiras documentadas da adoção do BIM.

Categoria	Item	Literatura
Falta de padrão nacional	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Padronização nacional incompleta</li> <li>- Falta de compartilhamento de informações BIM</li> </ul>	Bernstein e Pittman, 2004; Thomson e Miner, 2006; Björk e Laakso, 2010; Azhar, 2011; Aibinu e Venkatesh, 2014; Alreshidi et al., 2014
Alto custo de implementação	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alto custo inicial de <i>software</i></li> <li>- Alto custo do processo de implementação</li> </ul>	Allen Consulting Group, 2010; Thomson e Miner, 2010; Azhar, 2011; Ganah & John, 2014
Escassez de profissionais capacitados	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Falta de profissionais</li> <li>- Alto custo de treinamento e capacitação</li> </ul>	Smith e Tardif, 2009; Allen Consulting Group, 2010; Sharag-Eldin & Nawari, 2010; Becerik-Gerber et al., 2011; NATSPEC, 2013; Wu e Issa, 2014
Problemas organizacionais	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Problemas de processos</li> <li>- Curva de aprendizagem</li> <li>- Falta de interesse dos profissionais mais experientes</li> </ul>	Arayici et al., 2011; Won et al., 2013; Aibinu e Venkatesh, 2014; Demian e Walters, 2014
Problemas legais	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Responsabilidade contratual</li> <li>- Problemas de licenciamento</li> </ul>	Thomson e Miner, 2006; Chynoweth et al., 2007; Azhar, 2011; Udom, 2012

Fonte: Liu (2015).

Embora o BIM não seja um conceito novo e sua implantação esteja em estágio avançado em diversos países, o mercado brasileiro ainda não aderiu completamente a essa nova ferramenta. Segundo a CBIC (2016), alguns dos fatores que influenciam a lenta disseminação e adoção do BIM no Brasil são, a inércia e resistência às mudanças por parte das organizações e pessoas envolvidas no processo, a dificuldade de compreensão da tecnologia e de seus

benefícios, questões culturais e particularidades do país, além de alguns aspectos intrínsecos da metodologia BIM.

Para Eastman *et al.* (2014), a migração do modelo 2D, amplamente utilizado no mercado de trabalho, para a modelagem 3D proposta pelo BIM requer mudanças que vão além da simples aquisição de *softwares*, maquinário e mão de obra treinada, sendo necessária a elaboração de um plano de implantação. A CBIC (2016) afirma que, além do processo de mudança exigir um grande esforço na elaboração e gestão de um plano de implantação, é necessário grande incentivo motivacional para quebrar as barreiras que estagnam as mudanças que podem surgir.

Ainda segundo a CBIC (2016), outro fator contrário a adoção do BIM é a demanda de um considerável investimento inicial para a implantação dessa ferramenta, que é agravado pela atual situação de crise da economia brasileira, o que pode inibir o emprego de capital das empresas em iniciativas inovadoras. Além disso, existem alguns aspectos intrínsecos dessa tecnologia que acentuam a problemática, como a complexidade do cálculo de retorno sobre investimento (ROI) no BIM e a dificuldade de mensurar os principais benefícios de adoção do BIM, observados na maior precisão dos projetos e planejamento das obras.

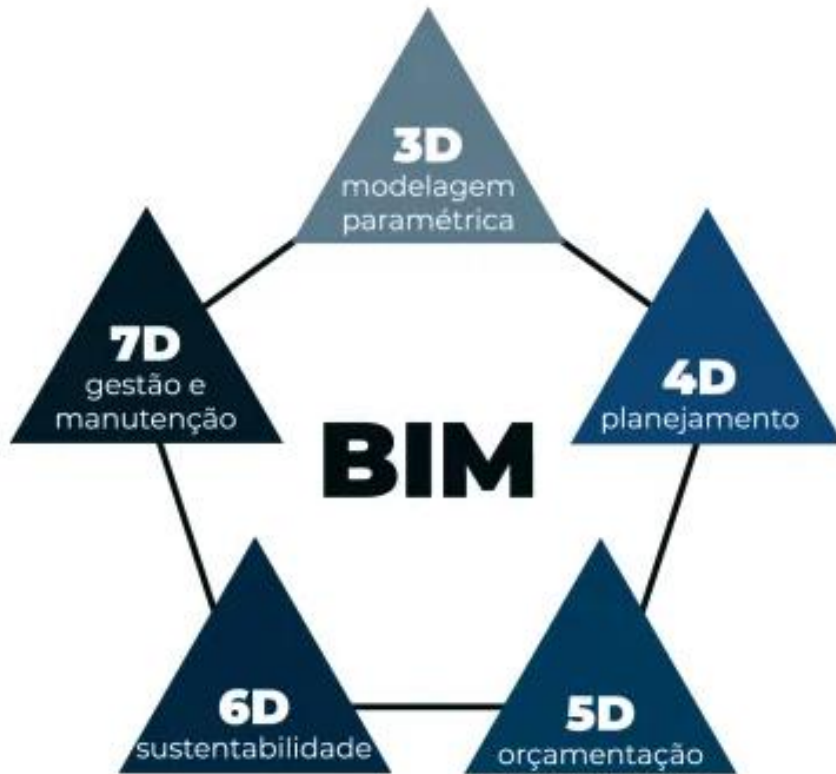
#### *2.1.5. Dimensões do BIM*

Eastman *et al.* (2014) destacam a constante evolução do entendimento do BIM, que em virtude do progresso da tecnologia, proporciona aos projetistas a possibilidade da adesão de um número indeterminado de dimensões na modelagem do modelo construtivo, gerando assim um modelo com 'nD' conforme o crescimento dessa metodologia.

É conhecido que por definição, o BIM, como processo evolutivo dos sistemas CAD usualmente utilizados no mercado, tem como característica principal a adesão da modelagem das informações contidas nos objetos construtivos, configurando assim, o uso da terceira dimensão ou BIM 3D. No entanto, o BIM não está limitado a modelagem 3D, como destacado em Pestana (2019), outras variáveis podem ser introduzidas ao modelo, caracterizando as demais dimensões do uso do BIM.

Bonfim, Lisboa e Matos (2016) caracterizam as dimensões existentes mais aceitas na literatura que se estendem do BIM 3D ao BIM 7D, conforme a figura 2.

Figura 2 - Dimensões da metodologia BIM.



Fonte: Ribeiro (2020).

- BIM 3D – São incrementados os dados dos elementos do projeto, favorecendo a modelagem paramétrica capaz de gerar uma visualização 3D dinâmica dos elementos do projeto reunindo as informações gráficas e não gráficas.
- BIM 4D – Ocorre com a implementação da variável tempo ao modelo, possibilitando ao projetista o uso de ferramentas de simulação das etapas construtivas para melhorar o processo de planejamento e tomadas de decisão. Além de proporcionar melhor acompanhamento quanto a execução do empreendimento, devido ao maior controle das atividades, dos prazos e dos recursos necessários para cada período.
- BIM 5D – Incrementa a variável custo ao projeto, a modelagem 5D é capaz de associar os gastos financeiros ao cronograma da obra, possibilitando a



geração automática de orçamentos, reduzindo o tempo necessário para confecção destes documentos, além de contribuir para melhor precisão dos mesmos.

- BIM 6D – Caracterizado pela introdução da sustentabilidade ao modelo, sendo capaz de analisar o comportamento da edificação após a construção em detrimento do desenvolvimento sustentável. Para tal, utiliza-se da ajuda de *softwares* que dispõem de simulações de temperatura dos ambientes ou estimativas mais completas de consumos energéticos.
- BIM 7D – Traz uma nova modelagem que contém o *As Built* (em português, Como Construído), onde são incluídas informações que possibilitam melhor gestão do empreendimento como, dados dos fabricantes ou fornecedores, intervalos e manuais de manutenção, vida útil dos componentes, além do procedimento correto de operação e de manutenção ou as alterações necessárias do projeto.

#### *2.1.6. Níveis de maturidade de adoção do BIM*

Segundo Ruschel, Andrade e Morais (2013) existem três níveis de maturidade de adoção do BIM, são eles, o BIM 1.0, BIM 2.0 e BIM 3.0. Já Succar (2012), defende a existência do Pré-BIM como um estágio antecessor ao BIM 1.0 e a Entrega Integrada de Projeto ou *Integrated Project Delivery* (IPD), como um processo a ser adotado no BIM 3.0.

A Figura 3 demonstra os níveis de maturidade de adoção do BIM anteriormente citados.

Figura 3 - Níveis de maturidade de adoção do BIM.



O Pré-BIM é definido por Khosrowshahi e Arayici (2012) como o método tradicional praticado no mercado de trabalho, baseado principalmente em modelos 2D, onde a maioria das informações é armazenada em pranchas de desenho, e documentos escritos. Dessa forma, essa prática de trabalho está mais sujeita às falhas humanas e incompatibilidade entre projetos.

Segundo Wanderley, Lordsesleem e Melhado (2017) o estágio BIM 1.0 tem ênfase na transição dos modelos 2D para 3D, sendo necessária a implantação de *softwares* com enfoque na modelagem paramétrica dos elementos. No entanto, apesar dos avanços tecnológicos evidentes deste estágio de adoção do BIM, a colaboração entre os projetistas ainda é limitada por conta de as disciplinas de projeto ainda serem tratadas de forma separada.

Para Ruschel, Andrade e Moraes (2013) o BIM 2.0 favorece a colaboração e a interoperabilidade, sendo caracterizado pelo compartilhamento de um modelo multidisciplinar, que pode envolver fases diferentes do ciclo de vida do empreendimento. Segundo Pereira (2013), esse estágio permite a extração de quantitativos de forma automática, a detecção de conflitos e o uso de modelos 4D, associando o tempo com o planejamento da obra, e modelos 5D relativo aos custos.

O BIM 3.0 consiste na prática integrada em rede, onde os projetistas das mais diversas áreas de atuação são capazes de desenvolver um modelo

único que contém todas as fases do empreendimento e as variadas disciplinas de projeto. Wanderley, Lordsesleem e Melhado (2017) afirmam que o terceiro nível de maturidade é capaz de realizar análises complexas de sustentabilidade e custos durante todo o ciclo de vida do empreendimento, além de abranger conceitos de construção enxuta.

Para Ruschel, Andrade e Moraes (2013) IPD é um processo colaborativo de mútua confiança entre proprietários, projetistas e empreiteiros, em que, desde as fases iniciais de projeto até a entrega do empreendimento, todas as partes interessadas estão envolvidas nas tomadas de decisão, na definição de metas e no planejamento da obra.

## **2.2. Manuais de implantação do BIM disponíveis no mercado**

Este tópico apresenta dois dos principais guias de orientação para implantação do BIM disponíveis gratuitamente para as empresas brasileiras, são eles, a Coletânea Implementação do BIM disponibilizada pela CBIC e o Guia de Boas práticas em BIM da AsBEA.

### *2.2.1. Coletânea CBIC*

O primeiro guia analisado é da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), intitulado de Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras e detentor de cinco volumes que descrevem respectivamente os fundamentos do BIM, a implementação, a colaboração e integração, os fluxos de trabalho e as formas de contratação.

Em seu segundo volume, Implementação BIM, o manual reafirma a importância da elaboração, da documentação e do controle de um projeto de implantação, além de trazer uma ilustração (Figura 4) que sintetiza um roteiro com os dez principais passos que o projeto deve abranger. Posteriormente, cada uma das etapas ilustradas é melhor desenvolvida com base no guia da CBIC.

Figura 4 - Dez passos de um projeto de implantação BIM.



Fonte: CBIC (2016).

No primeiro passo, o manual ressalta a importância da localização, dentro do ciclo de vida do empreendimento, das fases em que a empresa possui maior atuação no mercado, facilitando assim a delimitação dos objetivos e a identificação dos processos que devem ser mapeados. No entanto, este passo não elimina a possibilidade de empresas optarem por trabalhar com BIM em outros ramos que não sejam seus característicos, mas ajuda a determinar em quais fases deve ocorrer maior detalhamento e foco por parte da equipe.

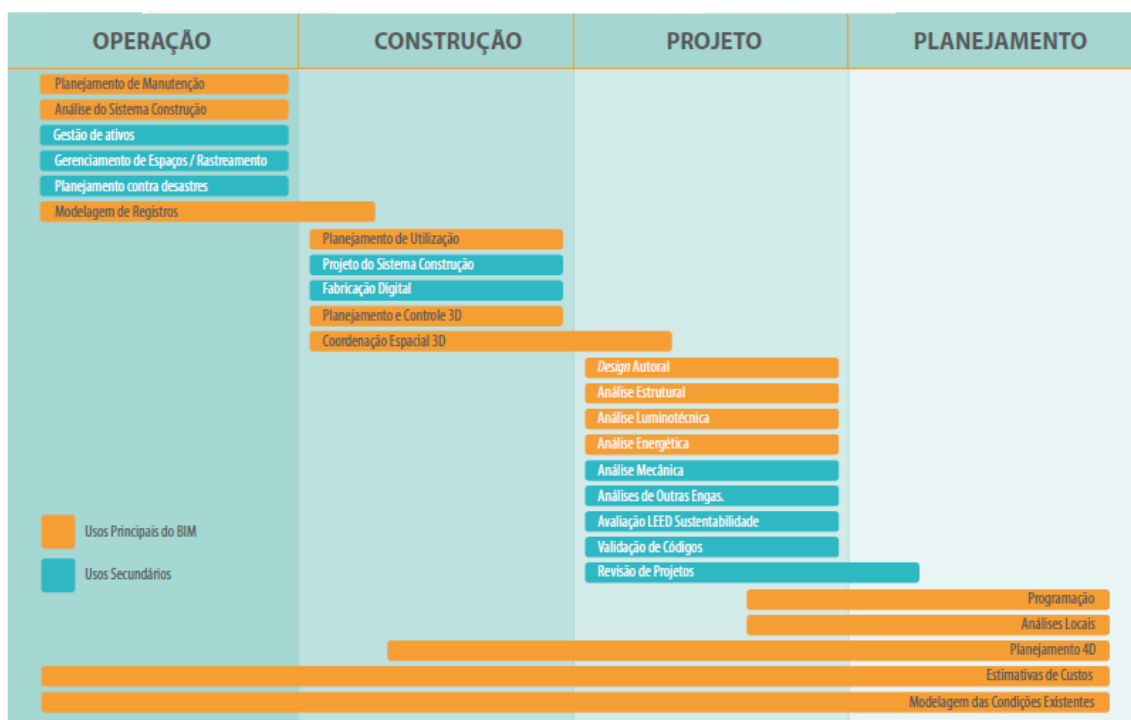
Posteriormente, em seu segundo passo, o guia recomenda a adoção de objetivos de implementação do BIM pautados nas atividades exercidas e nas metas estratégicas da empresa. Além disso, é essencial estabelecer algumas métricas de desempenho para que possam ser observados e documentados os benefícios da implantação do BIM apoiado nos dados referentes ao período anterior e posterior à implementação.

A próxima etapa é caracterizada como fundamental no planejamento estratégico da implementação em virtude de ser responsável por estabelecer equipes e suas respectivas responsabilidades, além de nomear um profissional capacitado para o cargo de gerente BIM. São atribuídas ao gerente BIM algumas funções como, comunicar a visão BIM, liderar e gerenciar o projeto piloto de

implantação, assim como o treinamento da equipe, controlar a qualidade dos modelos, solucionar conflitos e marcar reuniões periódicas.

O guia propõe, para o quarto passo, que a seleção dos casos de uso do BIM seja embasada nas utilizações mais habituais já mapeadas no Brasil. Dessa forma a equipe poderia poupar esforço no mapeamento dos processos BIM, necessitando somente realizar ajustes para encaixar os processos documentados à realidade da empresa. A figura 5 demonstra os 25 casos de uso de BIM mais comuns mapeados pela *PennState University*.

Figura 5 - 25 casos de uso do BIM mapeados pela *PennState University*.



Fonte: CBIC (2016).

Na próxima fase ocorre a seleção de um projeto-piloto adequado aos casos mais usuais experienciados pela empresa, portando é recomendado que ele não seja muito simples ou complexo demais. Além disso, os objetivos do projeto-piloto devem manter concordância com os objetivos corporativos da implementação do BIM.

No sexto passo, após decidido os casos de usos de BIM e conhecidos os processos que devem ser revisados e implantados, é função da equipe mapear as informações mais importantes referentes a realização de cada um dos processos. Além disso, o guia aconselha que toda a troca de informações

entre as partes envolvidas no projeto seja documentada por meio de uma planilha, associando as informações aos seus respectivos autores e receptores para cada caso de uso do BIM.

Quanto a sétima etapa, o manual da CBIC recomenda que os *softwares* utilizados pela equipe sejam definidos o mais rápido possível, para que alguns testes de interoperabilidade possam ser realizados e eventuais problemas sejam detectados com antecedência. Além disso, as especificações de *hardware* devem ser balizadas nos casos de uso que demandam maior processamento do maquinário, garantindo a troca eficiente de informações entre as partes do projeto.

Na oitava etapa, depois de efetuado o levantamento das informações necessárias para cada caso de uso do BIM, a equipe precisa planejar o intercambio dessas informações entre os envolvidos no projeto. Segundo o guia da CBIC, para que o fluxo de informações seja satisfatório é necessário:

- Identificar cada potencial troca de informação no mapeamento dos processos;
- Definir a estrutura de divisão para o projeto;
- Identificar os requisitos para intercâmbio de informações de cada uma das trocas (entradas e saídas);
- Definir participantes que serão responsáveis pela autoria das informações necessárias;
- Comparar os conteúdos de entrada e de saída;

Em seu nono passo, a CBIC argumenta que, por mais que uma empresa tente internalizar os processos de trabalho em BIM das diversas fases do ciclo de vida do empreendimento, são inevitáveis o envolvimento e a contratação de empresas terceirizadas em algum momento desde o projeto preliminar até o imóvel ser ocupado. Dessa forma, é necessário que o plano de implantação definida quais serviços serão realizados internamente e quais serão terceirizados, determinando os escopos de trabalho, as responsabilidades e os entregáveis de cada integrante.

Como último passo do roteiro, o manual da CBIC descreve que devem ser definidos procedimentos, como reuniões de coordenação, revisões de projeto e definição de marcos para entrega, para que eventuais falhas sejam corrigidas, além de garantir o desenvolvimento do modelo, sempre atualizado, entendível e com alta precisão. Ademais, cabe ao gerente BIM garantir a qualidade dos modelos, considerando a verificação visual, verificação de interferências, verificação dos padrões e a validação dos elementos do projeto.

### *2.2.2. Guia AsBEA*

O outro manual estudado é o Guia da Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (AsBEA) de Boas Práticas em BIM, que por sua vez é dividido em dois fascículos, o primeiro voltado para a estruturação do escritório de projeto para a implantação do BIM, já o segundo analisa o fluxo de projetos em BIM no planejamento e execução.

No entanto, o Guia AsBEA não se limita somente a atender as empresas de arquitetura e urbanismo, pois o documento orienta todas as partes envolvidas desde as equipes de projeto até a construtoras, incluindo também os compradores. Desse modo, todos os envolvidos no projeto podem compreender os objetivos, os benefícios, as possibilidades e as mudanças necessárias para que se possa desenvolver um projeto em BIM.

O manual da AsBEA caracteriza ainda que a decisão pela implantação do BIM, por parte da diretoria da empresa, requer uma mudança cultural, considerável investimento inicial em infraestrutura, treinamento dos funcionários, a revisão dos processos de trabalho, além da elaboração de um plano de implementação concordante com os objetivos e limitações da empresa. Além disso, para que a implantação ocorra de forma satisfatória, é necessário o envolvimento de toda a equipe de projeto, formando assim uma rede de trabalho colaborativo para ampliar os ganhos do escritório.

Segundo o Guia AsBEA o plano de implementação do BIM deve conter as métricas da empresa quanto ao desempenho, qualidade, relacionamento com o cliente, escopo, custo, contratos e prazo. Além disso, as metas do escritório com a implantação devem estar bem definidas para que se

possa seguir com a elaboração do plano de implantação conforme as seguintes diretrizes expostas no quadro 2.

Quadro 2 - Diretrizes para implantação do BIM.

<p><b>Objetivos da Implantação</b></p> <p>Os seguintes questionamentos devem ser feitos para a formulação dos objetivos principais e secundários da empresa com a implementação do BIM:</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ O que a empresa almeja alcançar, quais são as metas da utilização do BIM?</li> <li>➤ Qual produto a empresa deseja entregar?</li> <li>➤ De que forma a empresa pretende fazer uso do BIM?</li> <li>➤ Em quais disciplinas de projeto a empresa pretende utilizar o BIM?</li> <li>➤ Qual o prazo de implantação?</li> <li>➤ Qual diferencial o BIM pode agregar para a empresa?</li> </ul>
<p><b>Metodologia de Implantação do BIM</b></p> <p>Os requisitos a seguir devem ser levados em consideração na definição de uma metodologia de implantação do BIM:</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Realizar coleta de dados do procedimento atual para efeito de comparação dos dados com uso do BIM.</li> <li>➤ Planejar corretamente o período de transição em relação aos projetos em andamento.</li> <li>➤ Definição da carga de trabalho sobre essa equipe e do tempo destinado para a implementação.</li> <li>➤ Verificação da necessidade de um grupo de suporte para monitorar os trabalhos das equipes no desenvolvimento dos primeiros projetos.</li> </ul>
<p><b>Planejamento da Infraestrutura da Empresa</b></p> <p>São necessários para a implantação e qualificação de <i>hardwares</i>, redes e <i>softwares</i>:</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Investimento em infraestrutura associado ao fluxo financeiro da empresa, podendo ser gradativo conforme as necessidades das equipes.</li> <li>➤ Avaliação da necessidade de consultor externo para a atualização dos equipamentos de informática.</li> </ul>



Quadro 2 - Diretrizes para implantação do BIM. (continuação)

<p><b>Planejamento dos Recursos Humanos</b></p> <p>Os itens a seguir devem ser considerados no plano estratégico de organização dos recursos humanos:</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ A totalidade de profissionais envolvidos desde as fases iniciais.</li> <li>➤ Elencar uma equipe composta pelos colaboradores mais aptos para iniciar o processo.</li> <li>➤ O engajamento de todos os funcionários da empresa com a implantação do BIM, o plano e as etapas de implementação.</li> <li>➤ As etapas de treinamento de acordo com a necessidade da implementação.</li> </ul>
<p><b>Prazos de Implementação</b></p> <p>Para determinação dos prazos de implantação do BIM é fundamental:</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Elaborar um cronograma com definição de metas primárias e secundárias, de acordo com o fluxo financeiro da empresa.</li> <li>➤ Realizar monitoramento quanto as metas fixadas, para a adequação do planejamento sempre que necessário.</li> </ul>

Fonte: Adaptado de Guia AsBEA (2013).

### 2.3. Casos de implementações de BIM

Este tópico apresenta dois estudos de caso presentes na literatura sobre a implantação de BIM em empresas brasileiras. O primeiro retrata os impactos da adoção do BIM em uma empresa construtora, já o segundo, analisa diversos aspectos referentes a implementações de BIM realizadas em três escritórios de arquitetura.

#### 2.3.1. Estudo de caso em Empresa construtora (Tonetto-2018)

Em seus escritos, Tonetto (2018) descreve a realização de procedimento de entrevistas e questionários com intuito de identificar as principais mudanças, referentes às atividades realizadas por uma empresa construtora, posteriores ao processo de implantação do BIM.

A empresa estudada na época encontrava-se entre os níveis de maturidade BIM 1.0 e BIM 2.0, sendo caracterizada como uma construtora de médio porte especializada no gerenciamento e execução de obras. A implementação do BIM ocorreu gradualmente, tendo início no ano de 2014 devido a necessidade de correção de alguns problemas de compatibilidade 3D. Foi fundamental para o progresso da construtora, a delimitação de objetivos para as obras onde a metodologia BIM seria implantada, além do acompanhamento quanto aos erros cometidos e problemas identificados durante o processo, contribuindo com o aprendizado e treinamento da equipe.

As mudanças decorrentes da implantação envolvem o modo de trabalhar da equipe, que desenvolveu, maior envolvimento desde as fases iniciais da concepção do projeto; mais habilidade de entrega de modelo e realização de reuniões para compatibilização do projeto antes do início da execução da obra; melhor capacitação para elaborar o cronograma da obra vinculado aos dados do modelo BIM e checagem mais confiável de conflitos realizada de modo interdisciplinar na modelagem 3D.

Algumas das vantagens relatadas pela empresa advindas da utilização da ferramenta foram, o ganho de eficiência referente ao índice de perdas, por conta da modelagem em BIM facilitar a visualização, o controle e manuseio dos quantitativos dos elementos do projeto, além de propiciar maior rapidez e facilidade na análise de compatibilização de projetos.

### *2.3.2. Estudos de caso em escritórios de arquitetura (De Carvalho-2018)*

De Carvalho (2018) traz, em seu trabalho científico, uma análise comparativa da implementação do BIM por três empresas distintas e em períodos diferentes. Nomeadas de Empresa 1, Empresa 2 e Empresa 3, estas possuíam na época respectivamente, 8, 17 e 42 anos de atuação no mercado de trabalho. A análise é bastante rica de informações, contendo dados referentes aos custos de implantação, tempo necessário, objetivos, mudanças nos processos de trabalho, dificuldades, além dos benefícios observados.

A Empresa 1 começou a implementar o BIM em 2013, na cotação da época, investindo R\$ 20.190,00 com licenciamento de *softwares*, R\$ 9.000,00 em adequação de *hardware* e R\$ 6.000,00 no treinamento dos funcionários. A

implantação levou aproximadamente um ano e cumpriu com os objetivos iniciais definidos pela empresa de otimizar os processos e possibilitar a realização de projetos de grande escala com equipes reduzidas. Além disso, puderam ser observadas certas mudanças em relação aos processos de trabalho anteriores, como a valorização da organização das informações do projeto, facilitando a busca e a hierarquização dessas informações.

Já a Empresa 2, iniciou o processo de implantação no ano de 2015, que se estendeu por mais um ano e meio até ser concluído, foi requisitado um desembolso de R\$ 20.000,00 para aquisição de *softwares*, R\$ 45.000,00 para qualificação do *hardware* e R\$ 5.100,00 na capacitação da equipe. Com o objetivo inicial de utilizar a ferramenta para melhorar compatibilização das diversas disciplinas do projeto, algumas mudanças nos processos de trabalho foram notórias, como o maior controle das informações e das alterações de projeto, além da melhora na colaboração da equipe interna com projetistas parceiros.

Com relação a Empresa 3, a implementação do BIM começou em 2010 e teve seu fim dois anos após o início, o processo necessitou de aplicação de R\$ 210.000,00 referentes às licenças dos *softwares* adquiridos, no entanto, não foram necessários gastos com adequação do *hardware* e treinamento dos funcionários. A empresa delimitou como objetivo principal a produção de projetos mais precisos para aumentar a produtividade das obras. Diante disso, algumas das mudanças observadas foram, uma maior preocupação com a execução do empreendimento desde as fases preliminares de projeto e maior facilidade de análise e detecção de interferências entre as disciplinas de projeto.

De Carvalho (2018) realizou entrevistas com as três empresas estudadas, comprovando as principais dificuldades e benefícios do processo de implantação do BIM observadas na literatura, além disso realizou levantamento de outros obstáculos experienciados pelos escritórios durante a implementação e das vantagens advindas da utilização da ferramenta posteriores a esse processo. O resumo dos principais benefícios e dificuldades está exposto no quadro 3.

Quadro 3 - Resumo das dificuldades e benefícios da implementação.

Dificuldades	Benefícios
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elevado custo de implantação</li> <li>- Alto tempo de adaptação</li> <li>- Resistência da equipe às mudanças</li> <li>- Aumento de erros de projeto</li> <li>- Problemas na geração de desenhos</li> <li>- Baixo desempenho dos computadores</li> <li>- Escassez de mão-de-obra qualificada</li> <li>- Falta de assessoria externa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Redução do tempo de trabalho</li> <li>- Menor custo de produção</li> <li>- Redução do tempo de modificações</li> <li>- Facilidade de geração de desenhos</li> <li>- Melhor visualização do projeto pelo cliente</li> <li>- Facilidade de integração</li> <li>- Otimização da equipe</li> <li>- Maior controle do processo</li> <li>- Aumento da qualidade de projeto</li> </ul>

Fonte: Adaptado de Carvalho (2018).

### **3. METODOLOGIA**

O presente capítulo aborda o método aplicado para realização de cada um dos objetivos específicos, na revisão da literatura sobre conceitos de BIM e aspectos de sua implantação, na delimitação da abrangência do processo, no levantamento dos dados da empresa estudada e na elaboração do plano de implementação. Além disso, o capítulo abrange a classificação da pesquisa, os instrumentos de pesquisa utilizados no trabalho e traz uma breve caracterização da empresa onde foi realizado o estudo de caso do planejamento da implantação do BIM.

#### **3.1. Classificação da pesquisa**

Conforme descrito em Heerdt e Leonel (2006), o trabalho em questão pode ser caracterizado, quanto ao seu nível de profundidade do estudo, como uma pesquisa com abordagem exploratória, por demandar de procedimentos como, entrevistas, questionários, levantamentos bibliográficos e outros instrumentos de pesquisa aplicados para explorar e conhecer melhor a temática abordada. Além disso o desenvolvimento do estudo possui natureza aplicada, trazendo abordagens tanto qualitativas como quantitativas.

Com relação ao procedimento utilizado no desenvolvimento do trabalho, ele pode ser classificado como um estudo de caso do planejamento de implantação da metodologia BIM em uma empresa de construção civil, visto que apresenta as principais fases que caracterizam um estudo de caso, expostas por Gil (2002), são elas: definição da unidade caso, elaboração de roteiro, coleta de dados, análise dos dados coletados e relatório final.

#### **3.2. Instrumentos da pesquisa**

É realizado processo de entrevista com consultor experiente na implantação do BIM em empresas do setor de construção civil. O objetivo desse procedimento é atender às principais dúvidas que podem surgir no planejamento da implantação em relação aos custos, cronograma, melhores *softwares* para cada disciplina de projeto, principais requisitos para configuração do plano, além

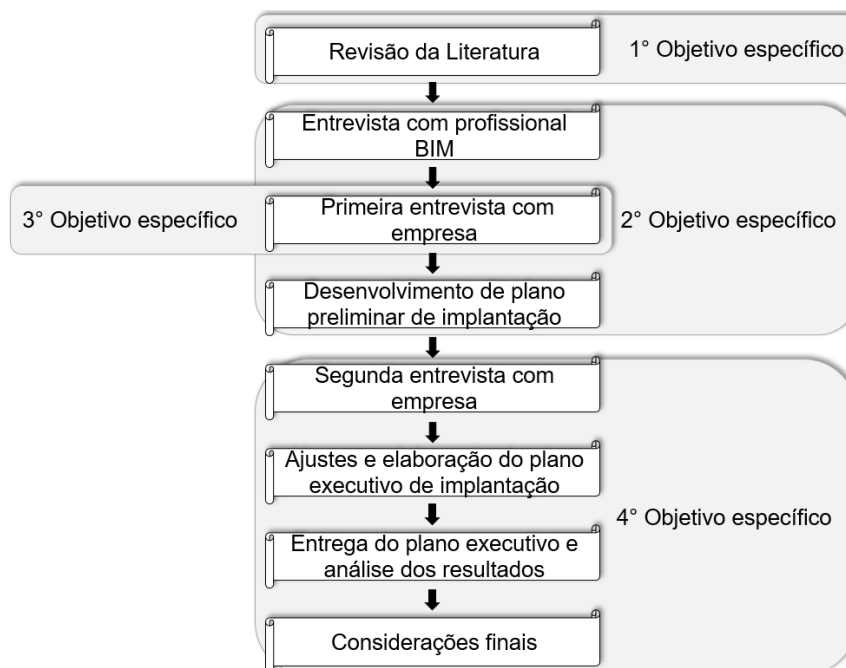
de algumas sugestões e indicações. Foi elaborado um questionário com oito perguntas, para solucionar os principais questionamentos provenientes do planejamento da implantação do BIM. O questionário foi enviado ao consultor via PDF e a resolução das perguntas foi realizada de forma remota, por gravação de áudio, sendo necessária posterior transcrição das informações.

Foi necessária aplicação de outro questionário, dirigido ao sócio administrador da empresa, para levantar os dados necessários para elaboração do plano preliminar, além de delimitar a abrangência da implantação do BIM, caracterizando os objetivos, as expectativas e os custos previstos pela empresa, dentre outras informações. Para tal, foi confeccionado um documento composto por quatorze perguntas, que foram respondidas e transcritas presencialmente, em uma das visitas ao ambiente de trabalho da empresa.

### 3.3. Fluxograma do trabalho

O procedimento de elaboração do plano para implantar o BIM na construtora obedece a um roteiro com oito etapas complementares. A seguir encontra-se um fluxograma com a ordenação das referidas etapas a serem abordadas no estudo, acompanhado de explanação sobre o desenvolvimento de cada uma delas.

Figura 6 - Fluxograma das etapas do estudo.



Fonte: Autor (2021).

Na fase de revisão bibliográfica, inicialmente propõe-se uma consulta à literatura nacional e internacional, com enfoque em artigos científicos e livros, sobre conceitos gerais, dificuldades e vantagens da utilização do BIM em cada uma das etapas de projeto, desde a fase de projeto preliminar até o período de manutenção de um empreendimento. Posteriormente, foi feita uma pesquisa quanto aos principais guias disponíveis no mercado de orientação para a implantação do BIM em empresas brasileiras. Além disso, foi realizada uma busca na literatura referente a estudos de casos de empresas nacionais do ramo da construção civil que aderiram ao BIM, abrangendo as dificuldades do processo, os custos necessários, o tempo para conclusão, os objetivos almejados e os impactos da implantação na empresa, seja devido a mudanças do processo de trabalho, ou aos benefícios advindos da adoção do BIM.

Na etapa seguinte é realizada entrevista com um profissional experiente no mercado de trabalho na implantação de BIM em empresas do ramo da construção civil, com objetivo de buscar referências e orientações no mercado para a elaboração de um plano de implantação adequado.

Em seguida, é necessário efetuar uma entrevista com o engenheiro sócio administrador da empresa que busca a adesão do BIM, para definir os requisitos do plano de implantação, além da obtenção das informações necessárias para sua confecção.

O próximo passo é o desenvolvimento do plano preliminar de implantação, que será auxiliado pelas entrevistas realizadas com o sócio administrador da empresa e o profissional com experiência na área. Algumas das ferramentas utilizadas nesta etapa, verificadas na literatura e corroboradas nas entrevistas, são: análise SWOT, EAP (Estrutura Analítica do Projeto), diagrama de fluxo de trabalho e prototipagem através de projeto piloto.

Na próxima fase é realizada novamente uma entrevista com o engenheiro da empresa, no entanto, este procedimento tem como objetivo, a detecção de ajustes necessários ou outras exigências da empresa, visando a adequação do plano preliminar e elaboração futura do plano executivo de implantação do BIM.

A etapa seguinte é responsável pela realização dos ajustes necessários, levantados na segunda entrevista com o diretor da construtora, e elaboração do plano executivo de implantação do BIM.

Realizados os ajustes para adequação do plano executivo de implantação, dá-se então, a entrega do referido plano e análise dos resultados do planejamento de implantação, quanto aos custos do processo, tempo de implantação, dificuldades enfrentadas e outros aspectos.

Por fim, na última etapa são expostas algumas considerações finais sobre o planejamento efetuado, além de sugestões de temas futuros para estudos complementares à temática abordada.

### **3.4. Caracterização do objeto de estudo**

O objeto de estudo é uma construtora com atuação em vários municípios do estado do Ceará, como Fortaleza, Aquiraz e Eusébio. A empresa possui envolvimento na execução de diversos tipos de empreendimentos, desde os mais simples, como residenciais unifamiliares comuns e quitinetes para aluguel, à projetos mais complexos, como edifícios e condomínios horizontais de pequeno porte.

A construtora é uma sociedade empresária limitada, possuindo a participação de três sócios e administradores. Por definição a construtora pode ser categorizada ainda, quanto ao seu porte, como uma microempresa, por possuir equipe reduzida, contando apenas com um engenheiro sócio administrador da empresa, responsável pela realização dos projetos das mais diversas disciplinas, como os projetos, arquitetônico, estrutural, elétrico, hidrossanitário, de incêndio, além do acompanhamento da execução do empreendimento.

A empresa, fundada em 2004, possui experiência no planejamento, no projeto e na construção de suas obras com utilização do método CAD tradicional, no entanto, devido aos benefícios advindos da utilização do BIM, a construtora busca a implantação da metodologia para otimizar os processos de projeto e ter maior controle da execução da obra.

Anteriormente ao estudo, foram adquiridos alguns pacotes com licenciamento e treinamento em determinados *softwares* BIM, pertencentes aos segmentos de estruturas, instalações hidrossanitárias e instalações elétricas. Visto isso, o reduzido fluxo de caixa da empresa e a atual crise da economia brasileira impulsionaram a construtora para realização do correto planejamento



de implantação do BIM, com intuito de intensificar as vantagens da utilização dessa tecnologia inovadora, evitando desperdícios financeiros ou de esforços da equipe de projeto.

## **4. PLANO DE IMPLANTAÇÃO BIM**

O presente tópico, tem como objetivo apresentar todos os resultados do planejamento da implantação, caracterizando cada item do plano proposto a empresa em um primeiro ciclo de implantação do BIM.

O plano de implantação desenvolvido no presente trabalho é proposto para atender somente o objeto de estudo, contando com os principais aspectos da construtora levantados em processo de entrevista, seus objetivos com a adoção do BIM, seus recursos financeiros e humanos, sua atividade no mercado de trabalho e outras características intrínsecas da empresa.

### **4.1. Estrutura do plano de implantação**

Além dos conhecimentos e recomendações presentes nos manuais estudados da CBIC e AsBEA, a dissertação de Silva Filho (2018) foi de grande importância para a estruturação do plano de implantação BIM da construtora. Silva Filho (2018) realizou em seu estudo um levantamento quanto aos principais manuais disponíveis para a implementação do BIM, que servem como base para a elaboração e execução de um planejamento de implantação BIM.

O plano de implantação foi desenvolvido em nove itens capazes de caracterizar o planejamento, as ações necessárias e o procedimento utilizado para a adequação da empresa aos requisitos mínimos para a adoção do BIM. Cada um dos itens do plano de implantação abordados no quadro 4 é melhor desenvolvido nos tópicos seguintes do presente trabalho.

Quadro 4 - Estrutura analítica do plano de implantação BIM.

Itens do plano de implantação
1. Análise organizacional
2. Planejamento estratégico
3. Infraestrutura
4. Recursos humanos
5. Prazos
6. Fluxo e processos de trabalho em BIM
7. Procedimento colaborativo
8. Plano de ação
9. Projeto piloto

Autor (2021).

#### 4.2. Análise organizacional

Este item do plano de implantação traz uma técnica de planejamento estratégico e administração de empresas, conhecida como análise SWOT (*strengths, weaknesses, opportunities and threats*, do inglês), capaz de sintetizar as principais forças, fraquezas, oportunidades e ameaças da construtora no mercado de trabalho. Além disso, são também definidos os principais produtos ofertados e clientes, além dos segmentos de maior atuação da empresa no mercado de trabalho e possíveis ganhos e atividades da empresa afetadas pelo uso do BIM.

O quadro 5 reproduz a análise SWOT obtida no estudo realizado da empresa por meio de processo de entrevista e detalhamento do procedimento utilizado nas fases de projeto, planejamento, execução e pós-construção de seus empreendimentos.

Quadro 5 - Análise SWOT.

Forças	Fraquezas
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Preço competitivo.</li> <li>➤ Relacionamento com os clientes e com os colaboradores.</li> <li>➤ Qualidade do produto final.</li> <li>➤ Funcionários experientes.</li> <li>➤ Colaboradores fixos e fiéis a política da empresa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Falta de liquidez.</li> <li>➤ Falha de comunicação com os colaboradores (Erros de execução).</li> <li>➤ Pouca visualização das fases de execução e de seus custos em período de pré-construção.</li> <li>➤ Falta de análise crítica quanto aos resultados obtidos na execução e o planejado.</li> </ul>
Oportunidades	Ameaças
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Mercado de reforma em crescimento.</li> <li>➤ Possível adaptação a construção com utilização de aço (Steel Frame).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Falta de poder de compra da população.</li> <li>➤ Mercado competitivo.</li> <li>➤ Crise no mercado brasileiro e aumento dos preços das matérias primas.</li> </ul>

Autor (2021).

Os principais produtos ofertados vão desde a elaboração dos projetos essenciais para aprovação e construção de um empreendimento, além da execução e acompanhamento da obra. Na atual conjuntura da economia brasileira, devido à falta de poder aquisitivo da população, a empresa possui maior atuação na realização de obras de reforma em residenciais unifamiliares e multifamiliares.

A empresa busca, com a adoção do BIM, otimizar o trabalho da equipe de projeto, diminuindo o tempo de confecção dos projetos das disciplinas desenvolvidas e realizando a extração automática e atualizada de quantitativos

nos próprios *softwares* BIM, que por sua vez, contribui para a geração de orçamentos de forma mais rápida e precisa.

Além disso, outro grande impacto positivo é previsto na orçamentação e planejamento de suas obras, devido a possibilidade de realização de simulações da construção virtual do empreendimento, vinculando também ao modelo computacional, os gastos de cada etapa construtiva. Essas simulações podem potencializar o processo de tomada de decisão e estudo de viabilidade sobre os aspectos construtivos e financeiros da execução do empreendimento.

### **4.3. Planejamento estratégico**

Como passo inicial do planejamento e da estratégia da implantação, os objetivos da empresa com a implantação foram definidos em entrevista com engenheiro sócio administrador e categorizados em três níveis, sendo eles, de grande importância, média e menor importância. Tal divisão possibilita que o planejamento da implantação ocorra de forma consoante ao planejamento estratégico da empresa, priorizando assim, os objetivos mais atrativos para a empresa em sua atuação BIM no mercado.

Os benefícios visados pela construtora com a implantação do BIM foram levantados em reunião com o representante da empresa, são eles, otimização dos processos de projeto; maior controle do projeto e da execução da obra; automatização da extração de quantitativos e elaboração de orçamentos atualizados; realização de simulações e testes para melhorar o processo de tomada de decisão; identificação automática de interferências e facilitação da realização de mudanças; redução de erros de projeto carregados para o período de construção; aumento da qualidade dos projetos, memoriais e detalhes. Vale ressaltar que essa classificação, ilustrada no quadro a seguir, representa a percepção da empresa em relação aos benefícios desejados com o uso do BIM. Não necessariamente refletem aquelas características de maior ou menor impacto de projeto verificados na literatura e na prática.

Quadro 6 - Vantagens visadas pela construtora com a adoção do BIM.

Grande Importância	Média Importância	Menor Importância
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Otimizar os processos de projeto.</li> <li>➤ Automatizar a extração de quantitativos e elaboração de orçamentos atualizados.</li> <li>➤ Possibilitar a realização de simulações e testes para melhorar o processo de tomada de decisão.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Possibilitar a identificação automática de interferências e facilitação da realização de mudanças.</li> <li>➤ Reduzir os erros de projeto levados para a construção.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Aumentar a qualidade dos projetos, memoriais e detalhes.</li> <li>➤ Obter maior controle do projeto e da execução da obra.</li> </ul>

Autor (2021).

Foi proposto primeiramente a implantação do BIM em ciclos distintos, o primeiro ciclo caracteriza a obtenção do nível de maturidade BIM 1.0, pois apesar de trazer abordagens 4D e 5D, a colaboração entre as disciplinas ainda é realizada parcialmente e não baseada em um modelo único, como é característico da colaboração total proposta pelo BIM 2.0.

Foi decidido, em reuniões com o representante da empresa, que o primeiro ciclo de implantação do BIM na construtora, devido ao número reduzido da equipe, ocorrerá em quatro etapas. Cada uma das etapas é finalizada com a elaboração de um modelo referente a disciplina de projeto desenvolvida.

A primeira etapa de implantação é caracterizada pela elaboração de um modelo arquitetônico (3D), além da execução de um planejamento (4D) e orçamento (5D) BIM que envolvam a disciplina de arquitetura em um projeto piloto simplificado.

As posteriores etapas são responsáveis pela implantação de novas disciplinas de projeto (estrutural, hidrossanitário e elétrico), seguindo o mesmo procedimento para elaboração de projeto que contenha o cronograma e orçamentação da obra. Dessa forma, as etapas de implantação obedecem a seguinte ordenação:

- 1° Etapa: Implantação do BIM 4D e 5D para o modelo 3D de arquitetura.
- 2° Etapa: Implantação do BIM 4D e 5D para o modelo 3D de instalações hidrossanitárias.
- 3° Etapa: Implantação do BIM 4D e 5D para o modelo 3D estrutural.
- 4° Etapa: Implantação do BIM 4D e 5D para o modelo 3D de instalações elétricas.

Para obtenção dos benefícios inicialmente levantados na entrevista, foram definidos então, em consonância com a equipe de projeto, objetivos referentes ao processo de implantação, assim como metas mensuráveis e indicadores para efeito de comparação e avaliação quanto ao avanço da implantação. O quadro 7 representa os objetivos, metas e indicadores delimitados em entrevista.

Quadro 7 - Objetivos, metas e indicadores do plano de implantação.

Objetivos	Metas	Indicadores
Proporcionar infraestrutura para trabalho em BIM	Disponibilidade de <i>Hardwares</i>	Unidades de computadores (unds)
	Aquisição de <i>Softwares</i>	Aquisição ou não (sim/ não)
Qualificar equipe de projeto	Curso Revit/ Dynamo	Carga horária de aulas assistidas (%)
	Curso Qi hidrossanitário	Carga horária de aulas assistidas (%)
	Curso Qi elétrico	Carga horária de aulas assistidas (%)
	Curso Eberick	Carga horária de aulas assistidas (%)

Quadro 7 - Objetivos, metas e indicadores do plano de implantação. (continuação)

Desenvolver projeto piloto em BIM	Projeto arquitetônico Revit	<i>Template</i> arquitetura (%) EAP (unds) Tabela SINAPI (unds) Extração de quantitativo (unds) Orçamento (unds) Cronograma (unds)
	Projeto hidrossanitário	<i>Template</i> hidrossanitário (%) EAP (unds) Tabela SINAPI (unds) Extração de quantitativo (unds) Orçamento (unds) Cronograma (unds)
	Projeto elétrico	<i>Template</i> elétrico (%) EAP (unds) Tabela SINAPI (unds) Extração de quantitativo (unds) Orçamento (unds) Cronograma (unds)
	Projeto estrutural	<i>Template</i> estrutural (%) EAP (unds) Tabela SINAPI (unds) Extração de quantitativo (unds) Orçamento (unds) Cronograma (unds)

Autor (2021).

O processo inicia com a delimitação de objetivos, que por muitas vezes, podem ter caráter abrangente, sendo necessária a segregação desses objetivos em metas individuais, para um melhor acompanhamento. As metas vão compor o plano de ação da empresa, onde estará discriminado o responsável por cada ação, além da definição de marcos em função do cronograma desenvolvido para a implantação. Já os indicadores serão os responsáveis por mensurar e indicar a realização das metas e objetivos.

A simbologia utilizada para representar os valores de cada indicador foram apresentadas em parênteses. O indicador pode representar o número de unidades de determinado objeto (unds), a execução ou não de determinada ação (sim/ não), ou percentuais de realização (%).



#### 4.4. Infraestrutura

O presente tópico aborda, além da estrutura computacional disponível da empresa e especificações das máquinas, as aplicações já utilizadas pela construtora e os *softwares* que deverão ser adquiridos para o desenvolvimento de seus projetos em BIM.

Com relação aos aspectos de *hardware*, a empresa possui dois computadores que são capazes de realizar satisfatoriamente a demanda de trabalho da equipe de projeto, torando-se desnecessário investimento em adequação das CPUs existentes ou aquisição de novo maquinário para realização do projeto piloto. Estão dispostas no quadro 8 algumas das principais especificações de *hardwares* dos dispositivos.

Quadro 8 - Especificações de *hardware*.

Especificações das CPUs		
Dispositivo	Dell Inspiron Série 3000 (14-3442-A10)	Toshiba Satellite A665-S6086
Processador	Intel Core i5 4210U	Intel Core i3 370M
Placa mãe	Dell Inc. modelo 0C1F3F versão A05	Toshiba modelo NWQAA versão 1
Placa de vídeo	NVIDIA GeForce 820M	Intel HD Graphics
Memória RAM	8GB	4 GB
Sistema operacional	Windows 10	Windows 10

Autor (2021).

Quanto as aplicações BIM, foram adquiridas, junto a AltoQi, as licenças de três programas, o Qi Hidrossanitário, Qi Elétrico e o Eberick, que correspondem a algumas das disciplinas que a construtora pretende desenvolver com uso dos *softwares* BIM, são estas disciplinas, respectivamente, o projeto hidrossanitário, elétrico e estrutural. Os *softwares* da AltoQi deixam a desejar no âmbito de orçamento, no entanto, eles foram comprados, devido ao seu maior enfoque em atender e se adequar às normas nacionais, quando comparado as demais opções disponíveis do mercado.

Além disso, para elaboração do projeto arquitetônico, que serve de base para as demais disciplinas, é utilizado o AutoCad para o desenho preliminar da arquitetura e o Revit, que é capaz de automatizar alguns processos de projeto com a programação em Dynamo, ambos os *softwares* da desenvolvedora Autodesk já adquiridos pela construtora.

Para elaboração do orçamento da obra, torna-se necessário o uso de planilhas do Microsoft Excel, que recebem os quantitativos extraídos do próprio Revit. Outras opções no mercado foram consideradas previamente, como o *software* BIM intitulado PriMus IFC e desenvolvido pela ACCA *Software*, no entanto, o Excel é capaz de suprir as necessidades da empresa nesse aspecto, sendo mais vantajoso no custo benefício.

Quanto ao planejamento dos futuros empreendimentos, será mantida a utilização do Microsoft Project para a elaboração do cronograma da obra. Embora algumas outras possibilidades tenham sido analisadas, como o programa Synchro desenvolvido pela Bentley, a escolha ocorreu devido a familiaridade da equipe de projeto com a utilização do Microsoft Project e Navisworks, capazes de realizar as mesmas atividades.

O *software* Navisworks, também adquirido junto a desenvolvedora Autodesk, é utilizado como ferramenta para simulação 4D e 5D da execução do empreendimento, juntando todas as disciplinas de projeto, orçamento e cronograma da obra.

Na fase de documentação e geração dos relatórios, apesar de alguns *softwares* BIM automatizarem esse processo, como é o caso das aplicações desenvolvidas pela AutoQi, com intuito de enriquecimento das informações construtivas, será utilizado também o Microsoft Word adquirido no pacote Office junto ao Microsoft Excel.

Quadro 9 - *Softwares* utilizados em suas respectivas disciplinas de projeto.

<i>Software</i>	Versão	Entrada	Saída	Disciplinas envolvidas
Autocad	2019	-	DWG	Anteprojeto de arquitetura
Revit	2019	DWG	IFC	Projeto de Arquitetura Quantitativo
Microsoft Excel	2019	TXT	XLSX	Orçamento
Microsoft Project	2020	XLSX	MPP	Cronograma
Microsoft Word	2019	-	DOCX	Documentação
Qi hidrossanitário	2020	IFC	IFC	Projeto hidrossanitário
Qi elétrico	2020	IFC	IFC	Projeto elétrico
Eberick	2020	IFC	IFC	Projeto estrutural
Navisworks	2020	IFC	IFC	Planejamento/ Cronograma Simulação e visualização das etapas de projeto

Autor (2021).

#### 4.5. Recursos Humanos

O presente item do plano implantação é estruturado em dois subitens, o primeiro trata da equipe e responsabilidades de cada membro, conforme suas funções. Já o segundo, retrata como foi realizada a divisão e algumas especificidades do processo de treinamento da equipe de projeto.

A adesão da metodologia BIM requer mudanças na rotina de trabalho, e além disso, a delegação de novas funções aos membros da empresa, para o correto processo de implantação e cumprimento dos objetivos. Desse modo, foram atribuídas aos empregados três novas funções, conforme ilustrado no quadro 10, são elas, Gerente BIM, Coordenador BIM, Modelador Autoral BIM. As referidas funções e suas responsabilidades são melhor descritas posteriormente.

Quadro 10 - Distribuição das novas funções BIM.

Funções atuais	Novas funções
Engenheiro Sócio Administrador	Coordenador BIM Modelador Autoral BIM
Engenheiro Civil	Gerente BIM Modelador Autoral BIM

Autor (2021).

Cabe ao Gerente BIM garantir o sucesso do processo de adoção do BIM, atuando a nível estratégico, sendo o principal responsável pela definição dos protocolos e processos a ser seguidos, além da elaboração de alguns dos principais documentos que detalham a estratégia da implantação, como o BIP (em português, Plano de Implantação BIM) e o BEP (em português, Plano de Execução BIM).

Já o Coordenador BIM que atua a nível tático, é responsável por lidar com a equipe de projeto BIM e com o processo de coordenação interdisciplinar, dentre as diversas disciplinas envolvidas no projeto, arquitetura, estrutural, instalações elétricas e hidrossanitárias. Cabe a ele também, a distribuição dos trabalhos entre os projetistas, além de realizar a vinculação, gerenciamento, supervisão e orientação dos membros da equipe sobre o processo, além de implementar novas tecnologias e técnicas para aumentar a produtividade da empresa.

Com relação a atuação a nível operacional, foi atribuída a mesma função aos dois integrantes que atuarão separadamente na elaboração de seus projetos. O Modelador Autoral BIM é o responsável por transmitir seu conhecimento técnico ao modelo e enriquecê-lo de informações, realizando a modelagem 3D do projeto sendo encarregado pela criação e edição dos modelos e de seus elementos.

Quanto ao treinamento da equipe de projeto, em relação as novas ferramentas disponibilizadas pelos *softwares* BIM, a divisão estabelecida entre os dois membros da equipe de projeto ocorreu de forma que, o engenheiro sócio administrador se responsabilizou por aqueles programas desenvolvidos pela

AltoQi, enquanto que o engenheiro civil introduzirá o Revit e programação com Dynamo à empresa.

Os cursos dos programas desenvolvidos pela AltoQi propõem a realização de um projeto da disciplina estudada, com aulas ministradas online subdivididas entre os principais tópicos para entendimento do funcionamento do *software* e contando com suporte técnico à disposição para esclarecimento de dúvidas. A quantidade de aulas varia entre os cursos adquiridos, conforme ilustrado no quadro 11, porém todos eles possuem uma carga horária total de 30 horas que devem ser acompanhadas dentro do prazo de 90 dias para obtenção de certificação online.

Quadro 11 - Conteúdo do treinamento dos *softwares* AltoQi.

Conteúdo Programático curso Qi hidrossanitário
Introdução Aula 1 – Criação da edificação Aula 2 – Utilização de referências externas Aula 3 – Configurações Aula 4 – Lançamento de colunas hidráulicas Aula 5 – Lançamento de colunas sanitárias Aula 6 – Lançamento da rede de alimentação do projeto hidráulico Aula 7 – Lançamento das redes de água fria e água quente do projeto hidráulico Aula 8 – Verificação de pressões do projeto hidráulico Aula 9 – Lançamento das redes de esgoto e de ventilação do projeto sanitário Aula 10 – Lançamento da rede pluvial do projeto sanitário Aula 11 – Compatibilização do projeto hidrossanitário com as demais disciplinas Aula 12 – Detalhes finais Aula 13 – Geração de pranchas Aula 14 – Controle de revisões
Conteúdo Programático curso Qi elétrico
Introdução Aula 1 – Criação do Projeto Aula 2 – Utilização de referências externas Aula 3 – Configuração das opções de sistema e lançamento Aula 4 – Lançamento dos pontos de luz Aula 5 – Lançamento dos interruptores Aula 6 – Lançamento das tomadas Aula 7 – Lançamento da campainha e do pulsador

Quadro 11 - Conteúdo do treinamento dos *softwares* AltoQi. (continuação)

<p>Aula 8 – Compatibilização com o projeto estrutural</p> <p>Aula 9 – Definição do centro de cargas e lançamento dos quadros de distribuição</p> <p>Aula 10 – Criação e definição dos circuitos</p> <p>Aula 11 – Lançamento do quadro de medição e da entrada de serviço</p> <p>Aula 12 – Lançamento de caixa de passagem</p> <p>Aula 13 – Lançamento dos condutos</p> <p>Aula 14 – Compatibilização com o projeto Hidrossanitário</p> <p>Aula 15 – Verificação do lançamento e dimensionamento</p> <p>Aula 16 – Detalhes finais</p> <p>Aula 17 – Geração de pranchas</p> <p>Aula 18 – Controle de revisões</p>
<b>Conteúdo Programático curso Qi Eberick</b>
<p>Introdução</p> <p>Aula 1 – Apresentação do curso</p> <p>Aula 2 – Configurações iniciais de projeto</p> <p>Aula 3 – Lançamento dos pilares do térreo</p> <p>Aula 4 – Lançamento das vigas do térreo</p> <p>Aula 5 – Lançamento das vigas e pilares do pavimento Superior</p> <p>Aula 6 – Lançando as lajes do pavimento superior</p> <p>Aula 7 – Lançando os demais pavimentos</p> <p>Aula 8 – Lançando a escada</p> <p>Aula 9 – Inserção dos carregamentos das lajes</p> <p>Aula 10 – Inserção dos carregamentos de viga</p> <p>Aula 11 – Processamento</p> <p>Aula 12 – Reprocessando a estrutura</p> <p>Aula 13 – Dimensionamento das lajes</p> <p>Aula 14 – Dimensionamento das vigas</p> <p>Aula 15 – Dimensionamento dos pilares</p> <p>Aula 16 – Dimensionando as fundações (blocos)</p> <p>Aula 17 – Dimensionando as fundações (sapatas)</p> <p>Aula 18 – Detalhamentos de projeto</p> <p>Aula 19 – Geração de pranchas</p>

Autor (2021).

Quanto ao treinamento Revit e programação em Dynamo, foi adquirido, para aprendizagem da linguagem Dynamo, um curso disponibilizado em meio digital. O curso contém um total de 36 aulas, subdivididas em conteúdos introdutórios, manipulação de dados, manipulação de geometria e integração entre Revit e o Dynamo, descritos no quadro 12. Um fator diferencial, que contribuiu para a escolha do curso por parte da empresa, é a emissão de

certificação com a conclusão do curso, além do acesso vitalício a partir da aquisição.

Quadro 12 - Conteúdo programático curso de linguagem Dynamo.

Introdução (3 aulas)
Aula 1 - Introdução Aula 2 - Instalação do Dynamo 2.X Aula 3 - Interface do Dynamo
Manipulação de Dados no Dynamo (16 aulas)
Aula 4 - Introdução aos nós (funções) Aula 5 - Principais Inputs (entradas) Aula 6 - Funções matemáticas simultâneas Aula 7 - Aplicando números para Outputs Boolean e Gráficas (saídas) Aula 8 - Criando uma lista de números Aula 9 - Criando listas por Sequência e Range Aula 10 - Usando listas como Inputs (entradas) Aula 11 - Análise e Alteração de Strings de Texto Aula 12 - Importando dados do Excel Aula 13 - Gerenciamento básico de listas Aula 14 - Manipulando listas aninhadas (sublistas) Aula 15 - Recurso Lista no Nível Aula 16 - Tratamento de Planilhas do Excel no Dynamo Aula 17 - Exportando dados do Dynamo para o Excel Aula 18 - Filtrando Dados com Dynamo Aula 19 - Reordenação de Dados com Dynamo
Manipulação de Geometria no Dynamo (11 aulas)
Aula 20 - Criando Linhas e Polígonos Aula 21 - Criando Arcos e Curvaturas Aula 22 - Movendo geometrias Aula 23 - Rotacionar geometrias Aula 24 - Criando Extrusão e Sólidos Aula 25 - Criando sólidos via Loft Aula 26 - União e Separação de sólidos Aula 27 - Análise de Sólidos Aula 28 - Análise de Curvas Aula 29 - Análise de Superfícies Aula 30 - Exportando Geometria em STL e SAT (Revit)
Integração Dynamo x Revit (6 aulas)
Aula 31 - Acessando o Revit via Dynamo Aula 32 - Linkando SAT ao Revit Aula 33 - Inserindo famílias via Dynamo Aula 34 - Inserindo Componentes Adaptativos via Dynamo Aula 35 - Alterando valores de parâmetros no Revit via Dynamo Aula 36 - Criando vistas e folhas

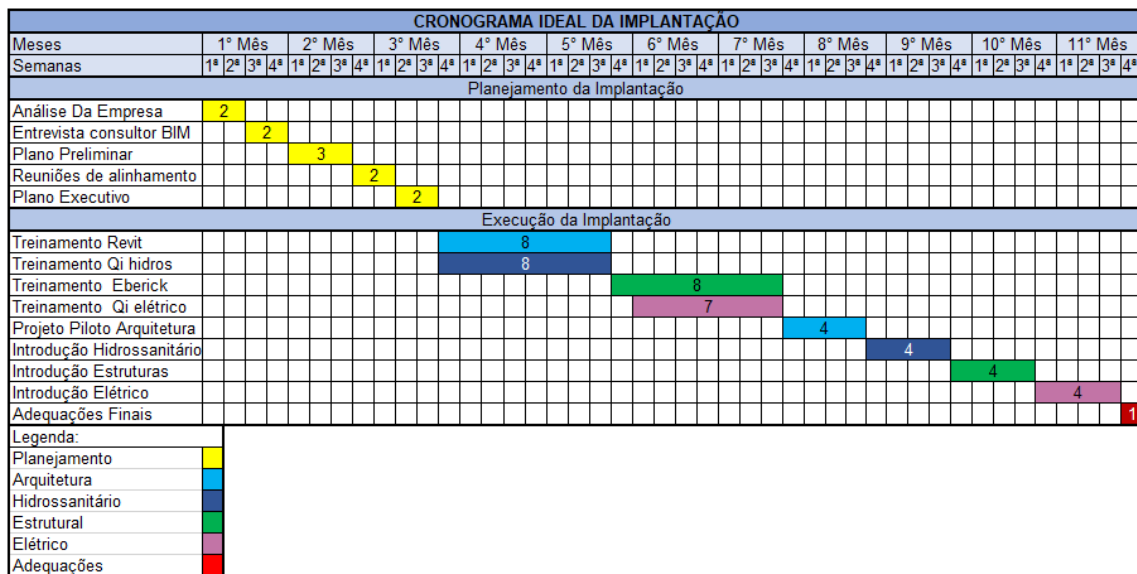
Autor (2021).

#### 4.6. Prazos

O procedimento de implantação do BIM possuía inicialmente, em sua totalidade, a duração prevista de onze meses, para a inserção de todas as disciplinas, previstas nas quatro fases de implantação, à um modelo piloto simplificado, porém com abordagens do BIM 4D e BIM 5D, caracterizados respectivamente pelo planejamento e orçamento da obra.

O cronograma da implantação foi inicialmente estruturado em dois tópicos, o primeiro faz menção as atividades de planejamento anteriores a implantação e o outro engloba os processos de implantação do BIM. A figura 7 traz o cronograma ideal da implantação detalhado com as atividades, seus prazos individuais, o período de início e término, além da sequência de execução.

Figura 7 - Cronograma ideal de implantação.

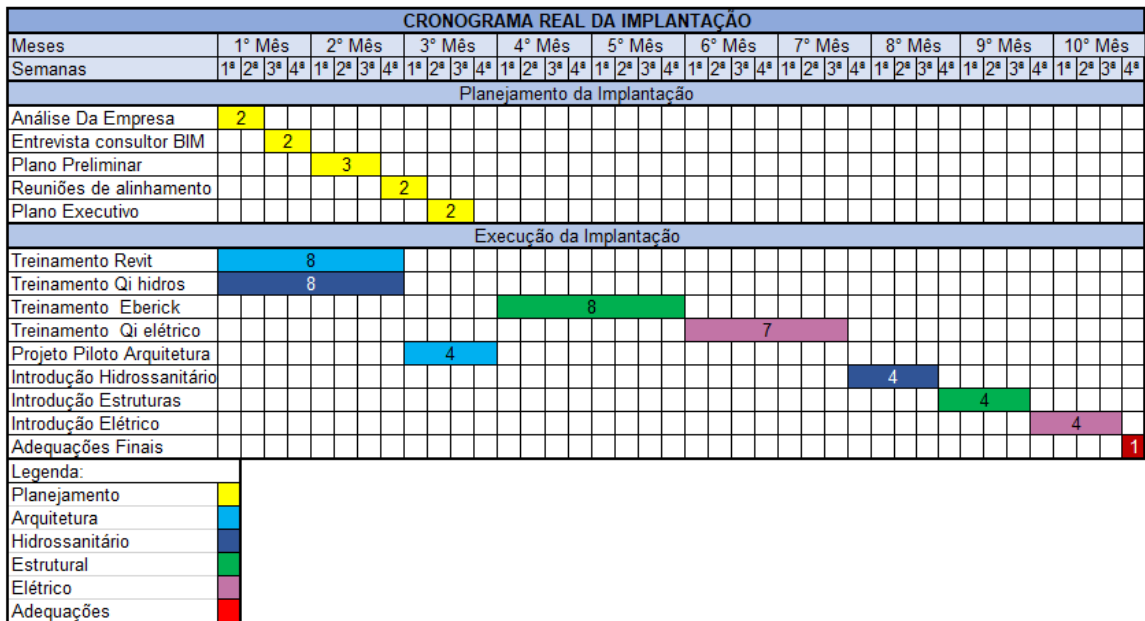


Autor (2021).

No entanto, ao decorrer do processo de planejamento e das reuniões de alinhamento, algumas alterações foram necessárias para adequação do cronograma às limitações da equipe. Além disso, outra mudança prevista diz respeito ao treinamento da equipe, que foi iniciado junto a aquisição dos *softwares*, em período anterior ao planejamento da implantação. A figura 8 ilustra o cronograma real de implantação, que possui prazo reduzido para dez meses de duração contendo as mesmas atividades do cronograma anterior.



Figura 8 - Cronograma real da implantação.



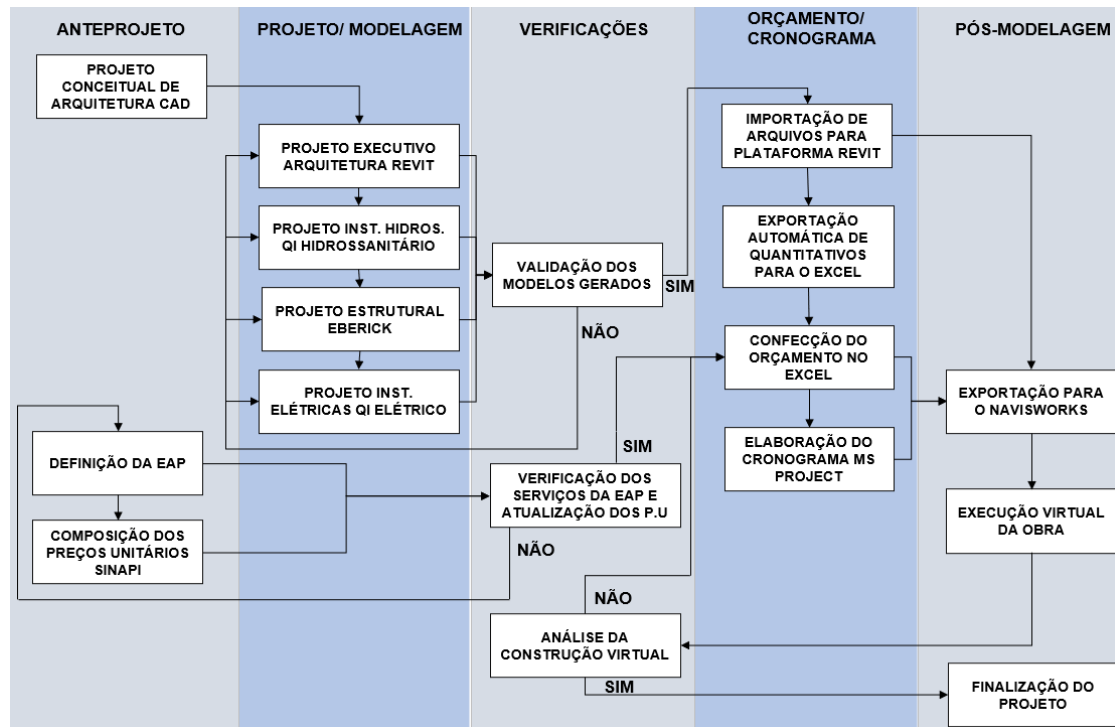
Autor (2021).

Ainda com relação ao cronograma real de implantação da metodologia BIM na empresa, o representante da construtora em conjunto com consultor externo BIM, decidiram em reunião, antecipar a execução do projeto piloto de arquitetura, que caracteriza o final da primeira fase de implantação. Dessa forma, a empresa pode verificar antecipadamente os ganhos de produtividade na modelagem e na extração de quantitativos para elaboração do orçamento e posterior planejamento de execução da obra.

#### 4.7. Fluxo e processos de trabalho em BIM

Por meio de reuniões colaborativas entre consultoria externa BIM e representante da construtora, levando em consideração a atuação da empresa no mercado, além de suas exigências e limitações, o fluxo de trabalho BIM, exposto na figura 9, foi definido para representar os processos de trabalho ideais com a utilização dessa metodologia.

Figura 9 – Diagrama do fluxo de trabalho BIM.



Autor (2021).

O fluxo de trabalho em BIM foi obtido por meio da adaptação do procedimento anteriormente adotado pela empresa na realização de seus projetos, ocorrendo assim a criação de novas atividades para permitir o trabalho em BIM. Dessa forma, o desenvolvimento dos projetos da empresa passa por cinco estágios, são eles, anteprojeto, modelagem, verificações, orçamento e cronograma, além da pós-modelagem. Os principais processos de trabalho que serão desenvolvidos pela empresa para a elaboração de seus projetos são caracterizados nos parágrafos seguintes.

Primeiramente, com a utilização do Excel deve ser definida a EAP conforme a ordem de execução da obra, estruturada em quatro níveis, sendo estes, as fases da obra, os tipos de serviços, os serviços e *keynotes* (notas-chave). Notas-chave estas, utilizadas conforme os códigos de cada serviço disponibilizados pelo SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção).

Em relação a composição de custos, em processos de trabalho anteriores a implantação do BIM, para a elaboração do orçamento das suas obras, a construtora utilizava-se da tabela de composição da SEINFRA (Secretaria de Infraestrutura) atualizada anualmente. No entanto, optou-se pela

utilização da tabela de preços unitários desenvolvida pela SINAPI e atualizada mensalmente, devido a atual situação da economia brasileira com alta variação dos custos dos insumos do mercado da construção civil.

A próxima atividade a ser executada é a adequação da tabela com a composição atualizada dos preços unitários disponibilizada pela SINAPI, conforme os serviços necessários para execução do empreendimento definidos na EAP.

Na tentativa de gerar menor impacto a equipe de projeto, propõe-se para a modelagem, a utilização inicial do Autocad para desenhar a arquitetura preliminar dos projetos, devido a familiaridade e maior facilidade do uso das ferramentas desta aplicação.

Posteriormente, com a utilização do Revit, ocorre a importação do arquivo DWG e inicia-se a modelagem do projeto arquitetônico que servirá de base para as demais disciplinas de projeto desenvolvidas nas aplicações AutoQI. Durante a modelagem, algumas informações devem ser adicionadas quanto as propriedades dos materiais que compõem os elementos do projeto, como sua nomeação e nota-chave conforme a padronização do SINAPI, facilitando a identificação dessas informações no processo de extração dos quantitativos.

Por definição da própria empresa, em consonância com consultor externo BIM, para a orçamentação das suas obras, será utilizado o próprio banco de dados do Excel, que se demonstrou a alternativa mais viável às demandas da empresa dentre as opções de *softwares* disponíveis no mercado.

Efetuada a modelagem do empreendimento em todas as disciplinas de projeto requeridas, é realizada então, a exportação automática dos quantitativos para uma planilha do Excel, capaz de associar os serviços em pacotes e calcular o custo dos insumos, levando em consideração o quantitativo extraído e o preço unitário destes. A padronização da planilha em pacotes de serviço é essencial para a próxima etapa de elaboração do cronograma da obra.

Para o correto desenvolvimento do modelo BIM 4D, é necessário o emprego de dois *softwares* específicos, são eles, o Microsoft Project utilizado para a confecção do planejamento da obra e o Navisworks para o acompanhamento da execução do empreendimento.

No Microsoft Project são definidas todas as atividades que devem ser representadas, além de seus prazos, custos e tarefas dependentes, informações

essas que são exportadas para o Navisworks, juntamente com os projetos 3D modelados no Revit das disciplinas envolvidas na execução do empreendimento. Com a correta importação dessas informações para o Navisworks, é então realizada a associação das atividades previstas no cronograma com os elementos correspondentes do projeto, caracterizando o modelo 4D.

Finalizado o modelo, com a utilização do Navisworks, dá-se início a execução virtual do empreendimento, essa ferramenta será essencial na prevenção de conflitos das tarefas construtivas, além de embasar as tomadas de decisão necessárias para solução de problemas desse tipo. Outra funcionalidade da simulação do modelo é a associação dos custos aos processos de construção, que permite o acompanhamento do custo acumulado de cada fase do empreendimento, possibilitando uma análise financeira mais adequada, levando em conta o fluxo de caixa da empresa para verificar a necessidade de empréstimos ou viabilidade financeira da obra.

#### **4.8. Procedimento colaborativo**

Por recomendação de consultor com experiência em BIM, o processo colaborativo entre as disciplinas de projeto desenvolvidas pela construtora será descentralizado, portanto não será baseado em um modelo único. Para facilitar então, a colaboração entre os integrantes da equipe, os projetos vão ser divididos em quatro arquivos federados, sendo eles: arquitetônico, estrutural, hidrossanitário e elétrico.

Os responsáveis pela geração, atualização e controle de cada um dos arquivos federados são dados conforme a divisão de responsabilidades da equipe quanto a introdução do BIM ao desenvolvimento de cada disciplina. Portanto, o engenheiro civil sócio administrador da empresa é o responsável pelos arquivos do projeto estrutural, hidrossanitário e elétrico, enquanto o outro engenheiro é incumbido do arquivo arquitetônico.

A atualização de cada arquivo federado, por seus respectivos responsáveis, deve ser realizada em períodos pré-estabelecidos e definidos conforme a disponibilidade dos integrantes da equipe. Os arquivos devem ainda ser disponibilizados em diretório comum aos membros da equipe, sendo

necessário também a readequação e padronização das nomenclaturas utilizadas pelos projetistas.

Para facilitar o intercâmbio dos arquivos, será utilizado o formato de arquivo IFC capaz de promover maior interoperabilidade na importação de arquivos e troca de informações entre as aplicações BIM utilizadas.

#### 4.9. Plano de ação

Foi desenvolvido um plano de ações, com o objetivo de potencializar o acompanhamento quanto a realização das tarefas delegadas a cada participante. O quadro 13 representa o plano de ações da empresa com a implantação do BIM, nele estão dispostas as ações necessárias, os responsáveis por cada ação, os prazos para realização, os custos de cada item caso tenha sido gasto alguma quantia, além da situação atual da tarefa a ser executada.

Quadro 13 - Plano de ações para adoção do BIM.

Ação	Responsável	Prazo	Custo	Status
Licenciamento de <i>softwares</i>	Engenheiro administrador	1ª semana do 1º mês	R\$ 3.197,00	Realizado
Compra do pacote de treinamento	Engenheiro administrador	1ª semana do 1º mês	R\$ 450,00	Realizado
Treinamento Revit	Engenheiro civil	1ª sem. do 1º mês até 4ª sem. do 2º mês	-	Realizado
Treinamento Qi hidrossanitário	Engenheiro administrador	1ª sem. do 1º mês até 4ª sem. do 2º mês	-	Realizado
Treinamento Eberick/ Dynamo	Engenheiro administrador	1ª sem. do 4º mês até 4ª sem. do 5º mês	-	A realizar

Quadro 13 - Plano de ações para adoção do BIM. (continuação)

Treinamento Qi elétrico	Engenheiro administrador	1ª sem. do 6º mês até 3ª sem. do 7º mês	-	A realizar
Projeto piloto arquitetura	Equipe de projeto	1ª sem. do 3º mês até 4ª sem. do 3º mês	-	A realizar
Modelo de inst. hidrossanitárias	Equipe de projeto	4ª sem. do 7º mês até 3ª sem. do 8º mês	-	A realizar
Modelo estrutural	Equipe de projeto	4ª sem. do 8º mês até 3ª sem. do 9º mês	-	A realizar
Modelo de inst. elétricas	Equipe de projeto	4ª sem. do 9º mês até 3ª sem. do 10º mês	-	A realizar
Execução virtual da obra e ajustes finais	Equipe de projeto	4ª sem. do 10º mês	-	A realizar

Autor (2021).

#### 4.10. Projeto piloto

Com o projeto piloto, pretende-se desenvolver, mediante supervisão e auxílio de consultor com experiência na modelagem em BIM, o modelo arquitetônico de um empreendimento. Além disso, atrelado ao modelo 3D gerado, busca-se a elaboração de um cronograma de execução da obra e a estruturação de um orçamento atualizado para construção do empreendimento. Todas essas informações são essenciais para a execução virtual da obra, envolvendo as demais disciplinas de projeto, processo que proporciona análises preventivas quanto aos conflitos entre as atividades construtivas, ou análises financeiras mais complexas e confiáveis em relação a viabilidade da construção.

A finalização dos procedimentos mencionados, seguido de revisão final e realização de adequações necessárias, caracteriza o término da primeira

etapa de implantação do BIM na empresa e início da segunda etapa. Além disso, a empresa busca, já com a finalização da primeira etapa, verificar os ganhos proporcionados pela adoção do BIM e, com a ajuda do consultor, melhorar o processo de implantação, potencializando os ganhos em projetos e disciplinas desenvolvidos futuramente.

Em relação ao presente item do plano de implantação, foi proposta a elaboração de um projeto piloto de um empreendimento com nível de complexidade muito baixo, dentro de um prazo estimado de quatro semanas. Trata-se de uma quitinete, com área interna aproximada de trinta metros quadrados, disposta em cinco ambientes, são eles, sala de estar, cozinha, quarto, banheiro e varanda. O projeto escolhido pela empresa é um empreendimento que já vinha sendo planejado, portanto o desenho da arquitetura preliminar foi anteriormente realizado no AutoCad pelos projetistas, junto com a estruturação da EAP do projeto embasada na tabela SINAPI.

Após a exportação do arquivo do AutoCad, a modelagem do projeto arquitetônico será inteiramente realizada na plataforma Revit. Os principais dados presentes no modelo desenvolvido no Revit serão, as informações geométricas e as propriedades de notas-chave dos elementos do projeto. As notas-chave são o vínculo entre os elementos do modelo arquitetônico e as informações não geométricas, que serão trabalhadas fora do programa, por meio de planilhas automatizadas no Excel e o código SINAPI indexado nas notas-chaves de cada elemento.

Terminado o processo de modelagem, dá-se início a exportação dos quantitativos dos elementos presentes no modelo arquitetônico. A elaboração do orçamento da obra e do cronograma serão abordados, neste primeiro ciclo de implantação, da mesma forma como eram realizados anteriormente à adesão ao BIM, para promover a gradual implementação e causar menos impacto a equipe de projeto. Portanto, serão utilizadas planilhas do Excel para a confecção do orçamento da obra e o Microsoft Project para elaboração do cronograma de execução do empreendimento.

No entanto, a principal diferença entre o processo de trabalho tradicional de orçamentação e planejamento, anteriormente adotado pela empresa, e o procedimento caracterizado pelo uso do BIM, é a geração automática dos quantitativos por meio do Revit. O desenvolvimento do projeto

piloto, pode então, comprovar alguns dos benefícios visados pela empresa com a adoção do BIM, por meio da otimização do tempo de trabalho da equipe de projeto e geração de documentos mais confiáveis, possibilitados pela automatização da extração dos quantitativos.



## 5. ANÁLISE DO PLANO DE IMPLANTAÇÃO BIM

No presente tópico é realizada uma análise quanto aos itens que compõem o plano de implantação BIM, reforçando alguns pontos de atenção em relação a possíveis situações e problemas que possam ocorrer. Também são relatadas as principais dificuldades encontradas na elaboração do documento, além de expor recomendações de ajustes futuros para a realização do trabalho em BIM.

### 5.1. Pontos de atenção e possíveis problemas

Com a execução do trabalho em BIM, novos problemas podem surgir. No entanto, com o intuito de amenizar as potenciais crises, é necessária análise investigativa, quanto aos possíveis problemas advindos da alteração do processo de trabalho atual. São dois os possíveis problemas levantados anteriormente a implantação do BIM na empresa. O primeiro diz respeito ao uso do formato IFC no compartilhamento dos arquivos, já o segundo, é relacionado ao desempenho dos computadores conforme a complexidade dos projetos aumenta.

Para facilitar o intercâmbio dos arquivos, devido a utilização de várias aplicações BIM de desenvolvedores diferentes, é recomendado o uso do formato universal IFC. Conforme o desenvolvimento do projeto piloto, se constatada considerável perda de informação do modelo, no intercâmbio do arquivo entre os distintos *softwares* utilizados na modelagem, será necessária a convocação de reuniões com a equipe de projeto e um consultor externo BIM, para embasar o processo de tomada de decisão quanto as alternativas viáveis para solução deste possível problema.

Em relação ao *hardware*, com o desenvolvimento dos modelos e enriquecimento das informações presentes no projeto, os arquivos tendem a ficar mais carregados e exigir mais capacidade de processamento da máquina. O projeto piloto é bastante simplificado e não deve agregar tamanha quantia de informação, no entanto, para o desenvolvimento de futuros modelos mais complexos, é necessária a constante observação quanto a possível perda de desempenho dos dispositivos.

## 5.2. Principais dificuldades

Uma das principais limitações do processo de planejamento da implementação do BIM na construtora, que também impacta diretamente no tempo de implantação, é o reduzido plantel de funcionários da empresa, que conta com dois engenheiros. Por conta de restrições de um dos integrantes da equipe de projeto e para não prejudicar as atividades da empresa realizadas em paralelo ao processo de adoção do BIM, foram necessárias alterações no cronograma de implantação e redistribuição de algumas tarefas dadas aos projetistas.

No entanto, por determinação da própria empresa, devido a redução do prazo de implantação não ser prioridade da construtora e em detrimento da baixa complexidade dos projetos desenvolvidos, não será realizada a contratação de outros funcionários, além dos serviços prestados pelo consultor externo BIM, para auxiliar na implantação e no desenvolvimento dos projetos piloto em BIM.

Em relação aos recursos humanos e distribuição das funções, uma dificuldade encontrada é a falta de padronização da literatura em relação as funções BIM do processo de implementação, que também é verificada na prática. Muitas empresas utilizam-se de termos próprios, e diferentes atribuições para cada cargo, algumas funções até podem ser englobadas por outras, dependendo do porte do escritório de projeto.

Empresas de menor porte, como o objeto de estudo do presente trabalho, tendem a apresentar uma menor quantia de funções BIM e conforme aumentam seu porte, a implantação ganha volume e ocorre naturalmente a segregação dessas funções. De acordo com o indicado por consultor BIM, foi realizado procedimento de divisão das responsabilidades e funções BIM conforme as características e funções já exercidas pelos integrantes da equipe de projeto.

Outra dificuldade apresentada no planejamento da implantação tem relação com o estabelecimento dos prazos do processo. Tal fato, decorre de a metodologia de implementação ser específica para cada empresa, tornando-se difícil o procedimento de pesquisa na literatura quanto aos prazos ideais de implantação. Cada caso de adoção ao BIM, tem objetivos próprios, níveis de

maturidade distintos, fatores humanos e financeiros variados, além de outras características intrínsecas de cada escritório.

No entanto, por meio de procedimento de entrevista com consultor experiente na implementação de BIM em empresas do ramo da construção civil, foi possível definir um prazo razoável para cada atividade da implantação do BIM, dadas as características da empresa, os recursos disponíveis e os objetivos apresentados.

### **5.3. Alterações e recomendações**

Em relação ao planejamento estratégico, assim que finalizada cada etapa de implantação do BIM, é essencial a verificação quanto ao atendimento dos objetivos propostos para essas etapas, além de avaliar as metas e indicadores propostos para o acompanhamento. Caso necessário, os objetivos, indicadores e metas, propostos na etapa anterior podem ser alterados ou ocorrer a inclusão de novas metas e indicadores, para melhorar o acompanhamento quanto ao cumprimento dos objetivos das próximas etapas da implementação.

Quanto aos *softwares* utilizados no desenvolvimento dos projetos, recomenda-se, em futuros ciclos de implantação, o aprimoramento do método utilizado para a orçamentação e cronograma da obra, com a substituição de algumas ferramentas utilizadas, no caso do Excel e Microsoft Project por aplicações BIM mais completas, como o caso do próprio Synchro ou o PriMus IFC mencionados anteriormente. A intenção é que a adoção do BIM seja realizada de forma gradual na empresa, potencializando os ganhos com o uso do BIM e causando o menor impacto inicial ao processo atual de projeto.

Em entrevistas com consultor externo BIM, foi avaliada a possibilidade de perdas de informações agregadas ao modelo, quando realizado o compartilhamento entre as aplicações utilizando o formato IFC. Principalmente a perda de informações não geométricas, ou seja, informações atribuídas aos objetos, como por exemplo, custos, vida útil ou fabricante.

Foi sugerido inicialmente pelo consultor BIM, a utilização de *softwares* com desenvolvedoras em comum, para que o processo de exportação seja facilitado. Tal fato, devido a linguagem de programação específica utilizada por cada desenvolvedora, que pode corromper algumas informações do modelo.

Apesar disso, devido as características específicas de algumas aplicações, a empresa investiu em *softwares* de desenvolvedoras concorrentes para potencializar o seu uso do BIM.

Dadas as circunstâncias, outras recomendações foram, a utilização de um nível menor de colaboração, onde o formato IFC é usado somente para intercâmbio das informações geométricas entre os modelos, e uma maior utilização dos parâmetros nativos das aplicações BIM, evitando a criação de bancos de dados mais complexos, que podem gerar a perda de informação na geração do arquivo IFC.

Desse modo, as informações não geométricas são agregadas fora do modelo, em planilhas do Excel, já definidas desde a EAP do projeto. A vinculação dessas informações aos elementos do modelo é realizada por um código SINAPI, indexado aos elementos do projeto via parâmetro nativo do Revit, intitulado de nota-chave. Caso necessário, uma nova atividade pode ser anexada ao fluxo de trabalho posterior a importação de arquivos. A atividade possibilitaria a verificação e atualização do modelo quanto as suas informações não geométricas, que podem ter sido perdidas no intercâmbio do arquivo entre os *softwares*.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente estudo, foram comprovadas na revisão da literatura, algumas das vantagens propostas pelo uso do BIM, como a visualização e verificação da execução do projeto antes da construção, a redução de incompatibilidades que podem gerar retrabalhos e outros benefícios característicos de outras fases de projeto.

Embora o conceito do BIM seja bastante antigo, sua difusão e utilização no Brasil caminham lentamente. Apesar dos benefícios advindos do uso do BIM em diversas fases do ciclo de vida de um empreendimento, o processo de migração das empresas do ramo da construção civil ao BIM apresenta algumas dificuldades, que podem inviabilizá-lo.

Além disso, foram expostas as principais dificuldades, encontradas na literatura, apresentadas por empresas em seus processos de implementação do BIM, que vão desde a desinformação quanto ao BIM e seus benefícios, altos custos de implantação, falta de profissionais capacitados, até a resistência interna dos funcionários às mudanças. Ainda na revisão da literatura, foi realizado estudo de dois guias nacionais de implementação BIM, além do levantamento das principais especificações e recomendações presentes nos manuais sobre a adoção e uso do BIM por empresas de construção civil.

Em entrevistas com engenheiro sócio administrador e consultor BIM, pôde ser definida a abrangência e nível de maturidade desejados com a implantação. Conforme as exigências e vantagens visadas pela empresa com a adoção do BIM, além da análise quanto aos procedimentos de projeto afetados e limitações da equipe, foi definido, para este primeiro ciclo de implantação do BIM na empresa, a obtenção do nível de maturidade BIM 1.0 ao final do processo.

Ao longo do estudo, foi possível realizar uma análise organizacional da empresa, caracterizando seus pontos fortes, fracos, oportunidades, ameaças e como o BIM pode potencializar seus ganhos, tanto em produtividade, como financeiramente. Além disso, foi realizado levantamento quanto aos principais dados que ajudaram a compor o plano de implantação do BIM, como a quantidade de funcionários, as especificações dos computadores, os *softwares*

utilizados, os principais produtos ofertados e principais clientes, assim como os segmentos de maior atuação da empresa no mercado.

Em seguida, foi possível elaborar um plano de implantação do BIM para a empresa estudada, contando com cronograma das atividades a ser executadas, plano de ações com os custos relacionados e os principais impactos positivos previstos com a adoção do BIM. O cronograma foi elaborado com duração prevista de dez meses até a finalização do processo, já o plano de ações, contém onze ações atribuídas entre os dois responsáveis, além do *status* de cada atividade e os custos relativos para sua realização.

Com relação aos impactos positivos do uso do BIM, são previstos inicialmente, melhorias a nível operacional, por meio da otimização do trabalho da equipe de projeto, devido a extração automática de quantitativos, que possibilita maior precisão e redução do prazo de entrega da orçamentação da obra. Outro impacto positivo previsto no plano, em nível estratégico, é a possibilidade de realizar simulações da execução virtual de um empreendimento, com vinculação do custo de cada etapa construtiva, para embasar melhor o processo de tomada de decisão e estudos de viabilidade financeira da execução da obra. No entanto, os impactos positivos previstos no estudo não puderam ser comprovados na prática, pois o processo de implantação ainda não foi finalizado.

Já em relação aos impactos negativos, podem ser elencados, os custos iniciais de R\$ 3.197,00 referentes ao licenciamento dos *softwares* e R\$ 450,00 para a qualificação da equipe de projeto, o período de adaptação ao novo fluxo e processos de trabalho, o tempo de treinamento dos projetistas às novas tecnologias disponíveis, além de ajustes e conversas com os fornecedores da empresa para delinear a nova prática de trabalho.

Algumas das dificuldades encontradas na pesquisa foram, a pouca oferta de especialistas no mercado de trabalho brasileiro com experiência na implantação BIM para realização de entrevista e a escassez de estudos de caso na literatura quanto ao processo de planejamento da implantação do BIM.

Como sugestão para trabalhos futuros, recomenda-se a continuação do estudo, em uma microempresa com características semelhantes, para possibilitar análise melhor detalhada quanto a verificação na prática, das dificuldades e vantagens levantadas em pesquisa sobre a implementação do BIM. Outra possibilidade é a realização de um plano de implantação em uma

empresa de maior porte e comparação com o presente trabalho, verificando as similaridades e diferenças entre os planos de implantação do BIM. Por fim, também podem ser realizados estudos com maior detalhamento em temas relacionadas aos tópicos do plano de implantação BIM, são eles, planejamento estratégico, infraestrutura necessária, equipes e responsabilidades, prazos e cronogramas de implantação, fluxo e processos de trabalho em BIM, além do procedimento colaborativo e compartilhamento com uso do BIM.

## REFERÊNCIAS

ADDOR, M. R. A. et al. **Colocando o "i" no BIM**. ARQ.URB. São Paulo: USJT: 104-115 p. 2010.

ARYANI, A. L.; BRAHIM, J.; FATHI, M. S. The development of building information modeling (BIM) definition. **Applied Mechanics and Materials**, v. 567, p. 625–630, 2014.

BOMFIM, C.; LISBOA, B.; MATOS; P. Gestão de Obras com BIM – Uma nova era para o setor da Construção Civil. **SIGraDi 2016**, XX Congress of the Iberoamerican Society of Digital Graphics, Buenos Aires, Argentina, p. 556-560, 9 nov. 2016.

BIM-ASBEA, GT BIM - Grupo Técnico. **Guia AsBEA Boas Práticas em BIM: Fascículo 1**. 2013. São Paulo.

BRENDER, M. D.; LIMA, N. B. V.; RIBEIRO, S. E. C. Conhecimento E Estimativa Do Uso Do Bim Pelos Profissionais Atuantes Das Indústrias Aec No Brasil. **Construindo**, v. 8, n. 2, 2016.

CAMPESTRINI, T. F. et al. Entendendo BIM. **Universidade Federal do Paraná**, p. 50, 2015.

CBIC. Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Coletânea Implementação de BIM para Construtoras e Incorporadoras – Building Information Modeling. Vol 2**. Brasília, 2016.

DE CARVALHO, Helena Engelhardt Wenzel. **Implementação do BIM em escritórios de arquitetura**. 2018. 108 f. (Monografia de especialização) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2018.

DE PAULA, H. M. et al. Mapeamento Sistemático De Referências Do Uso Do Bim Na Compatibilização De Projetos Na Construção Civil. **REEC - Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v. 13, n. 1, 2017.

EASTMAN, C. et al. **Manual de BIM: Um guia de modelagem da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. Porto Alegre: Bookman, 2014. 503 p.

FARIAS, Vanessa. Plataforma BIM exigência pelo Governo Federal inicia em 2020. **Buildin**, 2019. Disponível em: <<https://www.buildin.com.br/plataforma-bim/>>. Acesso em: 16 de set. de 2020.

FREITAS, L.A; CARVALHO, M.T.M, Levantamento de aumento do custo e do prazo de obras públicas de 2008 a 2015. In: Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, 10. 2017, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SIBRAGEC, 2017, p. 281-288.



GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

HEERDT, M. L.; LEONEL, V. **Metodologia Científica e da Pesquisa**: livro didático. 4. ed. rev. e atual. Palhoça: UnisulVirtual, 2006.

KHOSROWSHAHI, F.; ARAYICI, Y. Roadmap For Implementation of BIM in the UK Construction Industry. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 19, n. 6, p. 610-635, 2012.

LIU, S. et al. Critical Barriers to BIM Implementation in the AEC Industry. **International Journal of Marketing Studies**, v. 7, n. 6, p. 162, 2015.

MACIEL, M.; OLIVEIRA, F.; SANTOS, D. D. G. Dificuldades para a implantação de softwares integradores de projeto (BIM) por escritórios de projetos de cidades do nordeste do Brasil. **XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, v. 1, n. May 2016, p. 2832–2841, 2014.

MENEZES, G. L. B. B. **Breve histórico de implantação da plataforma BIM**. Cadernos de Arquitetura e Urbanismo (PUCMG), v. 18, p. 152-171, 2012.

Martins, J. P. P., & Monteiro, A. (2011). **Building Information Modeling (BIM)-teoria e aplicação**. ICEUBI2011 - International Conference on Engineering UBI2011.

NUNES, G. H.; LEÃO, M. **Revista de Engenharia Civil 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**. [s.l]: [s.n.]. Disponível em: <<http://www.civil.uminho.pt/revista>>.

Oldfield, J. et al. (2017). **Working with Open BIM Standards to Source Legal Spaces for a 3D Cadastre**. ISPRS International Journal of GeoInformation.

PEREIRA, A. P. **A Adoção do Paradigma BIM em Escritórios de Arquitetura em Salvador - BA**. Salvador, 2013. 201 f. (Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013.

PESTANA, António Miguel Arriaga de Tavares - **Aplicação de BIM 7D e realidade aumentada em Facility Managemen**. 2019. 85 f. (Dissertação de mestrado) Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa. 2019.

PITTIGLIANI, Renan. **Análise de custos de interferências de um projeto residencial multifamiliar modelado e compatibilizado com o auxílio de ferramentas da plataforma BIM**. 2018. 134f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação)-Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Florianópolis, 2018.

RIBEIRO, Maciel. Dimensões do BIM: será que ele é realmente um software?. **Mais Controle**, 2020, il. Disponível em:

<<https://maiscontroleerp.com.br/dimensoes-do-bim/>>. Acesso em: 15 de set. de 2020.

RUSCHEL, R.; ANDRADE, M.; MORAIS, M. O Ensino de BIM no Brasil: onde estamos? **Ambiente Construído**. Porto Alegre, v. 13, n. 2, p. 151-165, 2013.

SILVA FILHO, W. B. **Modelo de implementação de BIM aplicado a projetos de sistema prediais**. Fortaleza, 2018. 205 f. (Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

SUCCAR, B.; SHER, W.; WILLIAMS, A. Measuring BIM performance: Five metrics. **Architectural Engineering and Design Management**, v. 8, n. 2, p. 120–142, 1 maio 2012.

TONETTO, Andressa. **Estudo de caso das mudanças geradas pela implantação de BIM em uma construtora**. 2018. 63 f. (Monografia de especialização) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2018.

WANDERLEY, A.; LORDSESLEEM, J, R, A. C.; MELHADO, S. Premissas para implantação de BIM em empresas de projeto e de construção. In: Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído. 2017, João Pessoa. **Anais...**Porto Alegre: ANTAC. p.1-13.

## APÊNDICE - A

Entrevista com profissional BIM - Questionário quanto ao processo e plano de implantação do BIM.

Características da empresa
- Empresa de construção civil com atuação no Ceará (Porte: microempresa);
- Equipe de projeto contém 2 pessoas (Engenheiro civil e engenheiro sócio administrador) e 2 notebooks (Dell Inspiron Série 3000/ Toshiba Satellite A665);
- Visa a adoção do BIM 1.0 no desenvolvimento das disciplinas de Arquitetura, Estruturas, Inst. hidrossanitárias e Inst. elétricas;
- Objetivo de implantar BIM 4D (cronograma) e 5D (orçamento) para as disciplinas mencionadas;

1. Quais os principais requisitos que caracterizam um plano de implantação do BIM? Descreva detalhadamente o processo de elaboração do plano de implantação.

Resp:

2. Quais os softwares BIM disponíveis no mercado mais adequados, analisando o custo-benefício, para cada disciplina de projeto a ser desenvolvida (Arquitetônico, estrutural, hidrossanitário e elétrico)? E se existir, quais os cursos mais recomendados para ensino do uso desses programas?

Resp:

3. Em relação ao licenciamento dos softwares e dos cursos expostos anteriormente, qual a previsão de custos para aquisição e treinamento das ferramentas?

Resp:

4. Analisando as disciplinas de projeto a ser desenvolvidas com uso do BIM, como deve ser feita a divisão dos projetos em arquivos federados, visando a facilitação do processo colaborativo entre os dois integrantes da equipe de projeto?

Resp:

5. Quanto ao processo colaborativo interdisciplinar, caso o intercambio dos dados entre as aplicações BIM, com uso do formato de arquivo IFC, caracterize a perda de considerável quantia de informação do modelo, existe algum procedimento para solucionar esse problema? Ou ainda, quais dicas você daria para evitar a ocorrência desse problema na troca de informações?

Resp:

6. Para a referida empresa com equipe reduzida (2 pessoas), contando com um engenheiro sócio administrador e um engenheiro civil, quais as funções BIM essenciais dentro do processo de implantação do BIM? E como a divisão dessas funções deveria ocorrer entre os integrantes? (Ex: BIM Manager)

Resp:

7. Levando em consideração o tamanho da equipe e o treinamento necessário, as disciplinas visadas na adoção do BIM e as dimensões almejadas (BIM 4D e BIM 5D), qual o tempo estimado mínimo para conclusão do processo de implantação do BIM?

Resp:

8. Em relação ao acompanhamento e avaliação do processo de implantação, como deve ocorrer a definição dos objetivos, metas e indicadores?

Resp:

## APÊNDICE - B

Diagnóstico da situação atual e levantamento de dados da empresa –  
Compilação das perguntas realizadas nas entrevistas com a construtora.

1. Qual a área de atuação da empresa?

Resp:

2. Desde quando a empresa atua no mercado e quais os locais de atuação?

Resp:

3. Quanto ao porte da empresa caracterizado pelo IBGE em relação a quantidade de colaboradores, qual das seguintes alternativas mais se aproxima da realidade da construtora?

- ( ) Microempresa (ME) - até 9 funcionários.
- ( ) Empresa de pequeno porte (EPP) - de 10 à 49 funcionários.
- ( ) Empresa de médio porte - de 50 à 99 funcionários.
- ( ) Empresa de grande porte - com 100 ou mais funcionários.

4. Classifique a frequência em que são desenvolvidos pela empresa os tipos de projetos abaixo:

	Não realiza	Realiza esporadicamente	Realiza com frequência
Residencial unifamiliar			
Edifício residencial			
Edifício comercial			
Condomínio horizontal			
Complexo Industrial			

Instalações de saúde			
Outros:			

5. O que levou a empresa a buscar a implantação do BIM?

Resp:
-------

6. Qual seu nível de conhecimento sobre BIM?

- Desconheço totalmente.
- Conhecimento puramente teórico.
- Conhecimento prático básico.
- Avançado, utilização frequente das ferramentas BIM.
- Outro.

Outro:
--------

7. Quais os principais benefícios visados pela empresa com a utilização do BIM?

- Otimização dos processos de projeto.
- Maior controle do projeto e da execução da obra.
- Visualização antecipada do empreendimento.
- Automatização da extração de quantitativos e elaboração de orçamentos atualizados.
- Realização de simulações e testes para melhorar o processo de tomada de decisão.
- Identificação automática de interferências e facilitação da realização de mudanças.
- Redução do tempo de trabalho.
- Redução de erros de projeto carregados para o período de construção.
- Aumento da qualidade dos projetos, memoriais e detalhes.
- Maior integração entre as disciplinas de projeto.
- Outro

Outro:
--------

8. Em quais das atividades realizadas pela construtora pretende-se utilizar a tecnologia BIM?

- Projeto arquitetônico.
- Projeto de instalações elétricas.

- ( ) Projeto de instalações hidrossanitárias.
- ( ) Projeto estrutural.
- ( ) Projeto de incêndio.
- ( ) Planejamento e orçamento.
- ( ) Outro.

Outro:

9. Quanto a empresa pretende gastar no processo de implantação?

Resp:

10. Para a empresa qual o prazo ideal para finalização da implantação e início do uso do BIM?

Resp:

11. Quais os processos atuais utilizados no desenvolvimento dos projetos?

Resp:

12. Quanto a infraestrutura atual da empresa, caracterize brevemente o espaço físico, hardware disponível e os softwares utilizados pela equipe de projeto?

Resp:

13. Quais softwares BIM a empresa pretende adquirir para cada disciplina de projeto?

Resp:

14. Como será realizado o treinamento da equipe de projeto e qual o custo planejado?

Resp: