

**UNIEVANGÉLICA**

**CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**ISADORA MODESTO FERNANDES**

**KAROLINA RODRIGUES DA LUZ**

**CARACTERIZAÇÃO DE PROJETOS EM BIM:  
IMPLANTAÇÃO, IMPLEMENTAÇÃO E ANÁLISE DA  
ADOÇÃO DO BIM NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

**ANÁPOLIS / GO**

**2021**

**ISADORA MODESTO FERNANDES  
KAROLINA RODRIGUES DA LUZ**

**CARACTERIZAÇÃO DE PROJETOS EM BIM:  
IMPLANTAÇÃO, IMPLEMENTAÇÃO E ANÁLISE DA  
ADOÇÃO DO BIM NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA**

**ORIENTADOR: EDUARDO MARTINS TOLEDO**

**ANÁPOLIS / GO: 2021**

# FICHA CATALOGRÁFICA

FERNANDES, ISADORA MODESTO / LUZ, KAROLINA RODRIGUES DA

Caracterização de projetos em BIM: Implantação, implementação e análise da adoção do BIM na construção civil.

75P, 297 mm (ENC/UNI, Bacharel, Engenharia Civil, 2021).

TCC - UniEVANGÉLICA

Curso de Engenharia Civil.

- |             |                     |
|-------------|---------------------|
| 1. BIM      | 2. Compatibilização |
| 3. Projetos | 4. Formulário       |
| I. ENC/UNI  | II. Bacharel        |

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

FERNANDES, Isadora Modesto; LUZ, Karolina Rodrigues da. Caracterização de projetos em BIM: Implantação, implementação e análise da adoção do BIM na construção civil. TCC, Curso de Engenharia Civil, UniEVANGÉLICA, Anápolis, GO, 75p. 2021.

## CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Isadora Modesto Fernandes

Karolina Rodrigues da Luz

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO:

Caracterização de projetos em BIM: Implantação, implementação e análise da adoção do BIM na construção civil.

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil

ANO: 2021

É concedida à UniEVANGÉLICA a permissão para reproduzir cópias deste TCC e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

*Isadora Modesto Fernandes*

Isadora Modesto Fernandes

E-mail: isadoramodestofernandes@hotmail.com

*Karolina Rodrigues da Luz*

Karolina Rodrigues da Luz

E-mail: karolina.luz.engenharia@hotmail.com

**ISADORA MODESTO FERNANDES  
KAROLINA RODRIGUES DA LUZ**

**CARACTERIZAÇÃO DE PROJETOS EM BIM:  
IMPLANTAÇÃO, IMPLEMENTAÇÃO E ANÁLISE DA  
ADOÇÃO DO BIM NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

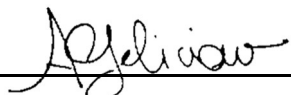
**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE  
ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA COMO PARTE DOS REQUISITOS  
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL**

**APROVADO POR:**



---

**EDUARDO MARTINS TOLEDO, Mestre (UniEVANGÉLICA)  
(ORIENTADOR)**



---

**AURELIO CAETANO FELICIANO, Especialista (UniEVANGÉLICA)  
(EXAMINADOR INTERNO)**



---

**PAULO ALEXANDRE DE OLIVEIRA, Mestre (UniEVANGÉLICA)  
(EXAMINADOR INTERNO)**

**DATA: ANÁPOLIS/GO, 29 de NOVEMBRO de 2021.**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, pela minha vida e, por me permitir ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo da realização deste trabalho.

Aos meus pais, Wilmar e Eliene, por todo amor, dedicação e apoio incondicional que têm me oferecido ao longo de toda a minha trajetória. À minha irmã Jéssica pelo companheirismo e por partilhar os momentos mais alegres comigo.

A minha querida amiga Karolina, pela amizade incondicional, risadas compartilhadas e pelo conforto oferecido em meio aos desafios da vida e da elaboração desse trabalho.

Ao meu orientador Me. Eduardo M. Toledo, pela dedicação, paciência, e por compartilhar seu conhecimento para um melhor desempenho neste Trabalho de Conclusão de Curso.

A todos, obrigada!

Isadora Modesto Fernandes

## AGRADECIMENTOS

Acima de tudo, agradeço a Deus, que guiou meus passos e me mostrou o caminho para seguir a profissão que escolhi para minha vida. É por Ele que venci cada obstáculo e será por Ele que irei lutar pelos meus sonhos.

Aos meus pais, Sandra e Rogério, por todo amor e dedicação, por me incentivarem nas minhas escolhas, nos sonhos e nos estudos, e principalmente por me apoiarem a cursar engenharia. Sou grata ao meu namorado, Ronaldo, por estar ao meu lado, por todo amor e incentivo, e por sempre me ouvir nos momentos de alegria e de preocupação e após cada desabafo encontrar conforto em saber que no fim de cada etapa tudo ficará bem.

Aos engenheiros Alexandre Roriz e Eduardo Moreira, por darem todo suporte em minha pesquisa, e, dúvida após dúvida, me ensinarem cada dia um pouco mais sobre a engenharia civil e o trabalho com *softwares* BIM.

Agradeço à Isadora, minha parceira no desenvolvimento deste projeto, uma amiga que está comigo desde o ensino médio e que caminhou ao meu lado nos últimos 7 anos, em meio aos dias de alegrias e conquistas e especialmente nos momentos de dificuldade. Sem ela nada disso seria possível.

Ao professor Me. Eduardo M. Toledo, agradeço por guiar nosso projeto e se dedicar em nos ensinar não só neste período de Trabalho de Conclusão de Curso, mas em todos os semestres em que estive conosco.

De modo geral, agradeço a todos que acreditaram em mim e na minha capacidade, àqueles que viram em mim o potencial de me tornar uma líder, que se empenharam em me ensinar e me deram a oportunidade de crescer humanamente e profissionalmente.

Karolina Rodrigues da Luz

*“Um bom engenheiro civil é aquele que sabe dar respostas simples a questões extraordinárias.”*

***Beatriz Mello***

## RESUMO

A indústria da construção civil tem apresentado um grande avanço nos últimos anos, principalmente no que diz respeito a concepção de projetos e sua execução, isso se deve, em grande parte, a adoção do *Building Information Modeling* (BIM). Trata-se de um método colaborativo que auxilia diretamente na criação e compatibilização de projetos, buscando melhorar o gerenciamento da construção durante todo o seu ciclo de vida, além de maximizar seus resultados, como a diminuição de erros ao sobrepor projetos, a otimização do tempo e a redução de custos. Nessa perspectiva, este trabalho teve como objetivo analisar através de um levantamento de dados utilizando um questionário eletrônico, o cenário da utilização e implementação da plataforma BIM por profissionais que atuam em empresas do setor de desenvolvimento de projetos e execução, no ramo da construção civil da cidade de Anápolis/GO. Para esse fim, foi realizada uma pesquisa de opinião por meio de formulário virtual, encaminhado para um grupo de profissionais previamente selecionados, do qual obteve-se dados relativos ao nível de conhecimento acerca da utilização da metodologia BIM. Os resultados obtidos demonstraram o nível de conhecimento e entendimento desses profissionais sobre a utilização dessa tecnologia, com isso foi possível relacionar tais informações a outras pesquisas a respeito dessa mesma temática, realizadas em outras cidades e estados do Brasil. Através deste levantamento foi possível identificar que a maior parte dos entrevistados conhecem e empregam esse método na realização de seus projetos, bem como a grande maioria acredita que as principais barreiras para sua ampla disseminação estejam na necessidade de maior conhecimento técnico e o tempo gasto para adquirir o domínio de suas ferramentas. Apesar disso, o mercado da construção civil, compreendendo as áreas de engenharia e arquitetura de projetos, vem reagindo de forma eficiente e satisfatória a adoção da metodologia BIM em suas modelagens. Este trabalho torna-se um referencial para futuras pesquisas e levantamentos que busquem avaliar a evolução da adoção do BIM na indústria da construção civil nas cidades e estados brasileiros.

**PALAVRAS-CHAVE:** Metodologia BIM. Compatibilização de projetos. Construção civil. Questionário eletrônico. Arquitetura e engenharia de projetos.



## ABSTRACT

The civil construction industry has shown great progress in recent years, especially with regard to the design of projects and their execution, this is due, in large part, to the adoption of Building Information Modeling (BIM). It is a collaborative method that directly assists in the creation and compatibility of projects, seeking to improve construction management throughout its lifecycle, in addition to maximizing its results, such as reducing errors when overlaying projects, optimizing time and cost reduction. In this perspective, this work aimed to analyze, through a data survey using an electronic questionnaire, the scenario of the use and implementation of the BIM platform by professionals working in companies in the project development and execution sector, in the civil construction sector of city of Anapolis/GO. For this purpose, an opinion survey was carried out using a virtual form, sent to a group of previously selected professionals, from which data on the level of knowledge about the use of the BIM methodology were obtained. The results obtained demonstrated the level of knowledge and understanding of these professionals about the use of this technology, which made it possible to relate this information to other research on the same topic, carried out in other cities and states in Brazil. Through this survey, it was possible to identify that most respondents know and use this method in carrying out their projects, and the vast majority believe that the main barriers to its wide dissemination are the need for greater technical knowledge and the time spent to acquire mastery of your tools. Despite this, the civil construction market, comprising the engineering and project architecture areas, has been reacting efficiently and satisfactorily to the adoption of the BIM methodology in its modeling. This work becomes a reference for future research and surveys that seek to assess the evolution of BIM adoption in the civil construction industry in Brazilian cities and states.

**KEYWORDS: BIM Methodology. Project compatibility. Construction. electronic questionnaire. Project architecture and engineering.**

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Radar CH ( <i>ArchiCAD</i> ), modelagem de 1984.....	18
Figura 2 - Conjunto de componentes envolvidos na modelagem BIM.....	21
Figura 3 - Planejamento de obra.....	25
Figura 4 - Conjunto mão e mente de obra .....	27
Figura 5 - Investimentos na adoção da plataforma.....	28
Figura 6 - Interoperabilidade BIM .....	30
Figura 7 - As dimensões do BIM .....	33
Figura 8 - Vista 3D da plataforma <i>Revit</i> .....	37
Figura 9 - Interface de trabalho do programa <i>Edificius</i> .....	38
Figura 10 - Visualização 3D do <i>ArchiCAD</i> .....	39
Figura 11 - Vista 3D da modelagem elétrica no <i>Revit MEP</i> .....	40
Figura 12 - Projeto hidrossanitário em vista 3D no <i>QiBuilder</i> .....	40
Figura 13 - Visualização de pórtico em 3D no <i>software Eberick</i> .....	41
Figura 14 - Vista 3D de modelagem estrutural do TQS.....	42
Figura 15 - Interface de modelagem do <i>CypeCAD 3D</i> .....	43
Figura 16 - Plataforma de compatibilização <i>NavisWorks</i> .....	44
Figura 17 - Plataforma <i>Solibri</i> .....	45
Figura 18 - Área de trabalho da plataforma BIM 360 .....	46
Figura 19 - Plataforma <i>Synchro</i> .....	47

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Período de atuação do escritório .....	50
Gráfico 2 - Atuação do escritório .....	51
Gráfico 3 - Significado de BIM.....	52
Gráfico 4 - BIM é um <i>software</i> ou não?.....	53
Gráfico 5 - Emprego da metodologia BIM nos escritórios de Anápolis/GO .....	54
Gráfico 6 - Incorporação do BIM em novos projetos.....	56
Gráfico 7 - Problemas de incompatibilidade entre modelos.....	57
Gráfico 8 - Utilização da plataforma BIM.....	58
Gráfico 9 - Redução de erros de incompatibilidade .....	59
Gráfico 10 - Redução do custo da obra através do BIM .....	60
Gráfico 11 - Empecilhos da disseminação da plataforma BIM.....	61
Gráfico 12 - Decreto n° 10.306 .....	62
Gráfico 13 - Preparação das empresas brasileiras para trabalho com o <i>software</i> BIM.....	63

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Exemplo de <i>softwares</i> BIM.....	47
---	----

## LISTA DE ABREVIATURA E SIGLA

2D	Duas dimensões
3D	Três dimensões
4D	Quatro dimensões
5D	Cinco dimensões
6D	Seis dimensões
7D	Sete dimensões
ABDI	Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AECO	Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação
BDS	Sistema de Descrição da Construção
BIM	<i>Building Information Modeling</i>
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CAU	Conselho de Arquitetura e Urbanismo
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CREA	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
GSA	Administração de Serviços Gerais dos EUA
HTML	<i>Hyper Text Markup Language</i>
IAI	Aliança Internacional para Interoperabilidade
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IFC	<i>Industry Foundation Class</i>
ISO-PAS	<i>International Organization for Standardization - Publicly Available Specification</i>
MEP	<i>Mechanical, Electrical, Plumbing and Piping</i>
NBIMS	<i>National Building Information Modeling Standards</i>
NBR	Norma Brasileira
NIST	<i>Instituto Nacional de Padrões e Tecnologia dos EUA</i>
PDF	<i>Portable Document Format</i>
PIB	Produto Interno Bruto
WEB	<i>World Wide Web</i>
XML	<i>eXtensible Markup Language</i>

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
1.1 JUSTIFICATIVA.....	15
1.2 OBJETIVOS .....	16
<b>1.2.1 Objetivo geral .....</b>	<b>16</b>
<b>1.2.2 Objetivos específicos.....</b>	<b>16</b>
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	17
<b>2 CARACTERIZAÇÃO DE PROJETOS EM BIM.....</b>	<b>18</b>
2.1 CONTEXTO HISTÓRICO .....	18
<b>2.1.1 Lei N° 14.133 .....</b>	<b>19</b>
2.2 PORQUÊ O BIM SURTIU .....	20
2.3 CARACTERIZAÇÃO DE BIM .....	21
<b>2.3.1 O que é BIM? .....</b>	<b>21</b>
<b>2.3.2 O que não se configura como BIM.....</b>	<b>23</b>
<b>2.3.3 Vantagens da plataforma.....</b>	<b>23</b>
2.3.3.1 Redução do custo final e de desperdícios de materiais na obra.....	24
2.4 DESAFIOS DA IMPLANTAÇÃO.....	26
<b>2.4.1 Mudança cultural .....</b>	<b>26</b>
<b>2.4.2 Custos de implantação .....</b>	<b>27</b>
2.5 COLABORAÇÃO BIM.....	29
<b>2.5.1 Trabalho colaborativo.....</b>	<b>29</b>
<b>2.5.2 Interoperabilidade.....</b>	<b>29</b>
<b>2.5.3 IFC .....</b>	<b>31</b>
<b>2.5.4 Open BIM .....</b>	<b>32</b>
<b>2.5.5 Objetos paramétricos .....</b>	<b>32</b>
<b>2.5.6 Os D's do BIM .....</b>	<b>33</b>
2.6 COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS .....	34
2.7 PRINCIPAIS <i>SOFTWARES</i> QUE COMPÕEM A PLATAFORMA BIM.....	36
<b>2.7.1 Arquitetura .....</b>	<b>36</b>
2.7.1.1 <i>Revit</i> .....	36
2.7.1.2 <i>Edificius</i> .....	37
2.7.1.3 <i>ArchiCAD</i> .....	38
<b>2.7.2 Instalações (Elétrica, Hidráulica, Sanitária e SPDA) .....</b>	<b>39</b>

2.7.2.1	<i>Revit MEP</i> .....	39
2.7.2.2	<i>QiBuilder</i> .....	40
<b>2.7.3</b>	<b>Estrutural</b> .....	<b>41</b>
2.7.3.1	<i>Eberick</i> .....	41
2.7.3.2	TQS .....	42
2.7.3.3	<i>CypeCAD</i> .....	43
<b>2.7.4</b>	<b>Compatibilização</b> .....	<b>44</b>
2.7.4.1	<i>NavisWorks</i> .....	44
2.7.4.2	<i>Solibri</i> .....	44
<b>2.7.5</b>	<b>Gerenciamento</b> .....	<b>45</b>
2.7.5.1	BIM 360 .....	45
2.7.5.2	<i>Synchro</i> .....	46
<b>2.7.6</b>	<b>Outros softwares BIM</b> .....	<b>47</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>49</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>50</b>
4.1	INFORMAÇÕES SOBRE A ÁREA DE ATUAÇÃO DOS ENTREVISTADOS .....	50
4.2	CONHECIMENTO SOBRE A METODOLOGIA BIM .....	51
4.3	INTERESSE NA IMPLANTAÇÃO DA METODOLOGIA BIM .....	54
4.4	INCOMPATIBILIDADE ENTRE PROJETOS .....	56
4.5	REDUÇÃO DE CUSTOS ATRAVÉS DA METODOLOGIA BIM .....	59
4.6	BARREIRAS DA METODOLOGIA BIM .....	60
4.7	DECRETO N° 10.306 .....	62
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>64</b>
5.1	PROPOSTAS PARA FUTURAS PESQUISAS .....	64
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>66</b>
	<b>APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO</b> .....	<b>71</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil brasileira é marcada por um cenário bastante variável, fazendo parte do fenômeno conhecido como “Indústria 4.0<sup>1</sup>”, de modo que cada profissional da área opta por trabalhar da forma mais conveniente e rentável para si mesmo. “Para atender as necessidades humanas e do mercado mundial, a indústria precisa ser mais ágil, eficiente e eficaz; para que o problema de maior demanda seja resolvido [...]”, dessa forma os profissionais projetistas das áreas de arquitetura e engenharia buscam meios de se adequarem a essa Quarta Revolução Industrial<sup>2</sup> (SILVA, 2018a, p. 2).

Existem profissionais que decidem por contratar terceiros para desenvolverem os projetos complementares, ou aqueles que trabalham diretamente de casa e cobram um valor mais baixo por um projeto completo. E há casos em que se possui uma equipe qualificada ao trabalho colaborativo, onde os projetos complementares adquirem um valor mais acentuado, entretanto, garantindo maior nível de qualidade dada sua especialização.

Uma das principais dificuldades dos profissionais e empresas da área da construção civil reside no planejamento preciso e adequado do empreendimento a ser realizado. Em especial, a análise dos detalhes, que envolve identificar todos os elementos de cada etapa a ser executada, bem como a interferência e compatibilidade dos diversos desenhos do mesmo empreendimento. Estes problemas acabam por atrasar, aumentar o custo e até mesmo inviabilizar a obra e/ou empreendimento, justamente pelo fato de as revisões de projeto serem feitas usualmente por último, em um momento em que é muito inconveniente se fazer alterações significativas (EASTMAN *et al.*, 2014).

Dado esse contexto, tem-se implementado ferramentas na construção civil para tornar a compatibilização de projetos mais assertiva e principalmente sua aliada. A plataforma BIM, que pode ser entendida em português como Modelagem/Modelo da Informação da Construção, permite integrar projetos e profissionais com o intuito de gerar construções eficientes, evitar falhas durante o planejamento, execução e pós execução.

A Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) aponta que

“são inúmeras as experiências frustradas, em que os investimentos na pré-fabricação de componentes foram perdidos porque, na hora da montagem na obra, imprevistos e

---

<sup>1</sup> Caracterizada pela ampliação e controle da produção por meio de equipamentos conectados em rede e da associação do mundo real ao virtual, criando os chamados sistemas ciberfísicos e promovendo a utilização da inteligência artificial (CNI, 2016).

<sup>2</sup> Referência ao conceito de Indústria 4.0, ocasionada devido ao crescente uso da tecnologia e da digitalização associada à atividade industrial (CNI, 2016).



imprecisões nas partes construídas inviabilizaram as montagens e exigiram retrabalhos e gastos adicionais. No BIM, a coordenação geométrica de componentes pode ser verificada automaticamente por *softwares*, eliminando a maioria dos potenciais erros e interferências” (CBIC, 2016a, p. 37).

A metodologia BIM, de acordo com Eastman *et al.* (2014), é responsável por permitir a elaboração e visualização do modelo virtual da edificação a ser construída, visto que, tanto na fase de planejamento quanto em sua finalização permite a sondagem da geometria e dos parâmetros necessários para se efetuar a construção com êxito, além de proporcionar o mínimo de dúvidas e erros na leitura das pranchas.

Segundo o *National Building Information Modeling Standards* (NBIMS), a plataforma de Modelagem da Informação da Construção permite que uma edificação seja representada de forma completa e detalhada ainda na fase de projeto, expondo desde as etapas iniciais da construção até seu resultado pós execução, e ainda proporciona modificações em planta em qualquer categoria durante seu ciclo de vida. Além disso, o BIM viabiliza “a colaboração entre os diferentes agentes envolvidos nas diferentes fases do ciclo de vida de uma instalação ou edificação”, como explica a CBIC (2016a, p. 23), a isso é dado o nome de trabalho colaborativo, onde diferentes autores podem corroborar com diversas etapas do projeto sem que o mesmo seja prejudicado com o aparecimento de interferências.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

A CBIC (2016a) aponta que por volta dos anos 80, devido às necessidades demandadas pelo cinema da época, surgiram os *softwares* que viabilizaram a realização de desenhos e projetos com o auxílio de computadores, permitindo a representação gráfica tridimensional, e, finalmente, com a chegada do ano 2000, se intensificou o uso e conhecimento do BIM. Essa ferramenta tornou possível a visualização com grande precisão do que está sendo projetado e criado. Não somente isso, tornou possível saber com alto nível de detalhamento o resultado alcançado após a construção, em termos de desempenho da edificação como um todo e ainda de seus principais subsistemas e componentes.

Com o avanço da tecnologia de desenvolvimento de *softwares* para as diversas áreas que compreendem o mercado consumidor e produtor, a construção civil, de modo geral, está cercada por essa importante evolução, onde profissionais de arquitetura, engenharia e da construção civil, que em serviços colaborativos são interdependentes, se veem cercados da necessidade de crescer junto a esses constantes avanços. Em tal caso, é fundamental que todos estes profissionais busquem especializações incessantemente, e uma delas é o conhecimento da

plataforma BIM, que possibilita a todos os envolvidos num empreendimento visualizar e interpretar cada um dos elementos exibidos no projeto.

Mediante o Decreto Nº 10.306, publicado no Diário Oficial da União em 02 de abril de 2020, a plataforma BIM passa a ser exigida legalmente na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia (BRASIL, 2020). Por essa razão, há uma grande necessidade em informar e atualizar o conceito de projetos na engenharia como um todo, implantando, implementando e compreendendo a ferramenta BIM no dia a dia dos profissionais da área.

Tendo em vista a importância de se inovar juntamente com a tecnologia, e levando em consideração a obrigatoriedade de aplicar essa metodologia em todos os serviços de engenharia a partir deste ano, vê-se a necessidade de compreender o que esta plataforma tem a oferecer. Partindo dessa premissa este trabalho visa expor uma orientação de como o *Building Information Modeling* se aplica à fase de projetos e de detalhamentos numa edificação, bem como traz um levantamento de dados a respeito do cenário dessa tecnologia no mercado da construção civil em Anápolis/GO.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo geral

Este trabalho tem por objetivo avaliar, a partir de uma pesquisa realizada através de questionário eletrônico, a utilização e implementação da metodologia BIM no setor de projetos da construção civil, analisando a adoção dessa tecnologia por profissionais especializados que atuam em escritórios e construtoras da cidade de Anápolis/GO, questionando o conhecimento de um dado grupo de pessoas quanto ao uso dessa plataforma de compatibilização.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- a) Avaliar a importância da implantação e implementação da metodologia BIM no setor da construção civil brasileira;
- b) Apresentar os benefícios da utilização da mesma, bem como a evolução da plataforma BIM e seus principais marcos históricos;
- c) Discutir a redução de desperdícios e custos por meio do planejamento de projetos;
- d) Apresentar de forma sucinta as características dos principais *softwares* da plataforma BIM empregados na construção civil.

- e) Levantar os dados da utilização e implementação da metodologia BIM em projetos de engenharia pelas empresas do ramo da construção civil na cidade de Anápolis/GO.
- f) Analisar o entendimento desse método, sua utilização e qual a perspectiva de implantação na área de projetos arquitetônicos e complementares.

### 1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho em questão está subdividido em capítulos, de modo geral visando analisar o emprego da tecnologia BIM em todos os setores da construção civil.

O capítulo 1 aborda a introdução do tema, descrevendo brevemente sobre a plataforma de Modelagem de Informação da Construção, além de apresentar os objetivos e a justificativa para a escolha do tema.

O capítulo 2 abrange a caracterização da plataforma, apresentando uma descrição sucinta e discorrendo sobre os motivos de seu surgimento, discute também os desafios da sua implementação na indústria da construção civil e a importância de compatibilizar projetos, bem como traz breves conceitos sobre os programas que compõem essa metodologia.

O capítulo 3 descreve o método escolhido para expor o uso da modelagem BIM na realização de projetos arquitetônicos e complementares em escritórios e empresas de arquitetura e engenharia civil, trazendo dados do cenário dessa tecnologia na cidade de Anápolis/GO por meio de uma pesquisa realizada através de formulário eletrônico.

No capítulo 4 é tratado o estudo de caso, onde será feita a análise dos resultados obtidos através das respostas do formulário eletrônico enviado para profissionais previamente selecionados que atuam no mercado da construção civil.

Por último, observa-se no capítulo 5, a apresentação das considerações finais propostas ao tema e a perspectiva de análise para futuros estudos.

## 2 CARACTERIZAÇÃO DE PROJETOS EM BIM

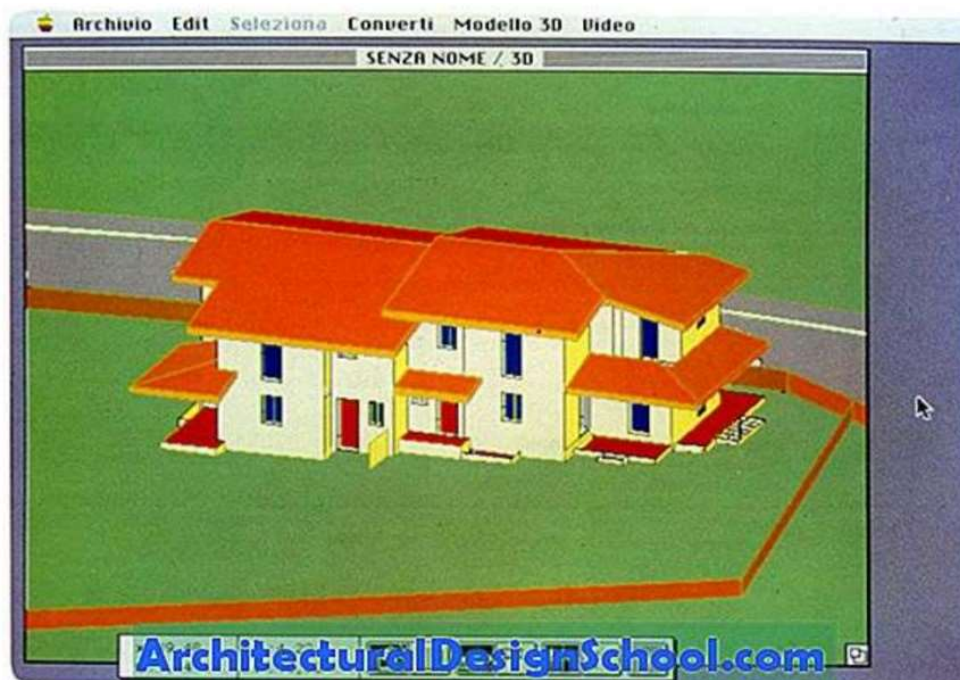
### 2.1 CONTEXTO HISTÓRICO

Gonçalves Junior (2018), apontou que em 1974, Charles Eastman, professor do Instituto de Tecnologia da Geórgia (Estados Unidos) em parceria com alguns profissionais, desenvolveu o método nomeado como Sistema de Descrição da Construção (BDS), tendo como principal propósito apresentar um meio de otimizar a representação de desenhos utilizando computadores e descrever uma forma de viabilizar a criação de projetos, a sua construção e futura operação.

“[...] esse conceito de Eastman aliado a evolução do desenvolvimento de *softwares*, permitiu que os projetos e documentos então elaborados em papel, passassem a serem elaborados através da utilização de sistemas computacionais, os chamados CAD - *Computer Aided Design* ou Desenho Assistido por Computador, e funcionou como uma espécie de chave para as novas discussões de facilidades tecnológicas que viriam” (GONÇALVES JUNIOR, 2018, p. 9).

Posteriormente, segundo o livro Manual de BIM, escrito por Eastman *et al.* (2014), em 1975 foi declarada a primeira publicação apresentando a ideia que conhecemos atualmente como BIM, em um projeto piloto divulgado no antigo Jornal AIA pelo próprio Charles M. Eastman.

Figura 1 - Radar CH (*ArchiCAD*), modelagem de 1984



Fonte: ARCHITECTURAL DESIGNSCHOOL, 2021.

Como observado na Figura 1, em meados dos anos 80 já se modelavam projetos com alto grau de detalhamento, neste caso usando o programa *ArchiCAD*, na época conhecido como Radar CH. Já em 1986, segundo Gonçalves Junior (2018), contendo o significado que conhecemos atualmente, o termo *Building Modeling*, foi documentado pela primeira vez em um artigo publicado por Robert Aish. De “Modelo da Construção” tornou-se *Building Information Model*, “Modelo de Informação da Construção”, de modo que o primeiro relato de uso (em inglês) se deu em um artigo de G. A. Van Nederveen e F. Tolman em dezembro 1992 (VAN NEDERVEEN; TOLMAN, 1992, *apud* EASTMAN, 2014).

Segundo apresentado pela ABDI (2017, p. 10),

“[...] a partir de aproximadamente 2005 as condições de difusão se estabeleceram, quando foi publicada a ISO-PAS 16739-2005, *Industry Foundation Classes, Release 2x, Platform Specification (IFC2x Platform)*, seguida pela versão IFC2x em 2007, e que pode ser considerada como a referência básica do BIM tal como está estruturado hoje”.

Conforme exposto por Gonçalves Junior (2018), no decorrer de todos esses anos de desenvolvimento, em dezembro de 2017 o BIM alcançou 25 anos desde seu primeiro registro. Dado seu surgimento, pode-se dizer que, além de permitir a visualização do que está em fase de desenvolvimento, possibilita verificar o que será obtido após a construção, compreendendo todo o estudo de desempenho da edificação (CBIC, 2016a).

Entretanto, a CBIC (2016a) alega que o BIM não deve ser considerado uma tecnologia tão recente, embora o termo seja relativamente novo, soluções similares a essa ferramenta de modelagem vêm sendo empregadas a muito em todo o mundo, utilizadas em indústrias de alto padrão que demandam alta complexidade logística. O que pode ser retratado como novo é o acesso da indústria da construção civil a essa plataforma, que se tornou viável devido a facilidade de aquisição de computadores pessoais com grande capacidade de processamento e armazenamento e de *softwares*.

### **2.1.1 Lei N° 14.133**

A Lei de Licitações e Contratos Administrativos - Lei N° 14.133, de 1° de abril de 2021, “estabelece normas gerais de licitação e contratação para as Administrações Públicas diretas, autárquicas e fundacionais da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios”, sendo aplicada ao território brasileiro, da qual direciona as exigências para a realização de licitações e contratos (BRASIL, 2021).

Ainda segundo o Brasil (2021), essa nova lei determina flexibilizações e também procedimentos mais simples de serem realizados, principalmente na esfera do uso de tecnologias da informação, que facilitem a administração dos procedimentos licitatórios e contratuais. Procurando acompanhar a evolução tecnológica que cresce a cada dia, essa lei prevê que a Administração Pública adote o uso de tecnologias e processos que proporcionem a utilização de modelos digitais de obras e serviços de engenharia, dando preferência para a aplicação da plataforma BIM em tais casos.

Baseado nestes avanços, torna-se possível entender o quanto a plataforma BIM vem ganhando espaço no Brasil, de modo que a Lei N° 14.133 retrata em seu Artigo 19, que:

“§ 3º Nas licitações de obras e serviços de engenharia e arquitetura, sempre que adequada ao objeto da licitação, será preferencialmente adotada a Modelagem da Informação da Construção (Building Information Modelling - BIM) ou tecnologias e processos integrados similares ou mais avançados que venham a substituí-la.” (BRASIL 2021).

## 2.2 PORQUÊ O BIM SURTIU

Por volta da década de 50, ocorreu o aparecimento dos primeiros maquinários e equipamentos visando alavancar a velocidade com que os projetos seriam desenvolvidos, bem como possibilitou observar o desempenho e o progresso que eles iriam apresentar após concluídos. Conforme o uso da computação contribuía para acelerar seu crescimento, viu-se a necessidade de conservar importantes informações da edificação nos projetos, como os materiais que seriam utilizados, seus elementos, instruções para execução e revisão da construção (GONÇALVES JUNIOR, 2018).

Na indústria da construção civil, assim como em qualquer outro setor do mercado mundial, novas tecnologias são desenvolvidas, aprimoradas e/ou substituídas todos os dias, e diante disso, é dever das empresas, construtoras e incorporadoras se atentarem a cada uma dessas novidades e buscarem se atualizar com a chegada das mesmas, para que, dessa forma, possam se manter no mercado competitivo. Campestrini *et al.* (2015) segue explicando que, a plataforma BIM nasceu como um instrumento para corroborar com o acesso à essas constantes inovações.

## 2.3 CARACTERIZAÇÃO DE BIM

### 2.3.1 O que é BIM?

A CBIC (2016a) explica que o Modelo BIM é um conceito de virtualização multidimensional, aplicado a modelagem e ao gerenciamento das atividades de obras de engenharia. A Figura 2 apresenta essa magnitude de informações a respeito dessa plataforma e, como dito por Campestrini *et al.* (2015), o BIM é uma ferramenta que pode ser inserida em todas as etapas de uma edificação, isto é, na fase de projetos, orçamentos, construção, e até mesmo na demolição.

Figura 2 - Conjunto de componentes envolvidos na modelagem BIM



Fonte: GONÇALVES JUNIOR, 2018.

Segundo Eastman *et al.* (2014, p.13), “BIM é uma tecnologia de modelagem associada a um conjunto de processos para produzir, comunicar e analisar modelos de edificações”.

Este pode ser visto como um processo que engloba todas as etapas, disciplinas e sistemas de uma instalação em um único modelo virtual, permitindo que todos os envolvidos no projeto - desde a etapa de criação até chegar ao consumidor final, colaborem com mais precisão e eficiência para alcançar um resultado mais satisfatório e viável (AZHAR, 2011).

Em um Modelo de Informação da Construção, BIM, a lista de materiais e componentes pode ser facilmente adquirida devido à parametrização<sup>3</sup> dos elementos presentes nesta plataforma. Os componentes de trabalho podem ser isolados e contabilizados, assim como “sistemas, montagens e sequências podem ser mostrados em uma escala relativa dentro de toda a instalação ou grupo de instalações”. Não apenas isso, mas documentos e relatórios são prontamente fornecidos e inter-relacionados às etapas e elementos da edificação projetada (KHEMLANI *et al.*, 2006, *apud* AZHAR, 2011, p. 242).

Essa plataforma, conforme explicado por Gonçalves Junior (2018) se expressa como um sistema de informações organizadas em camadas, de forma ordenada para que possam ser acessadas a qualquer momento e em qualquer estágio, desde sua concepção até a etapa de acabamento, e posteriormente a isso, permitindo total detalhamento para que todos os envolvidos possam compreender com mais facilidade o que virá a ser executado.

A Administração de Serviços Gerais dos Estados Unidos (GSA) descreve BIM como sendo a utilização de um modelo tecnológico e de suas variadas melhorias, buscando não somente apresentar o projeto desse empreendimento, mas para reproduzir a construção e a execução de uma nova obra ou de uma reforma de edificação a ser modernizada (CBIC, 2016a).

Para que essa tecnologia possibilite atingir uma implementação integrada, segundo o livro Manual de BIM, por Eastman *et al.* (2014, p. 13) ela deve exibir seis características principais, devendo ser:

- a) Digital;
- b) Espacial (3D);
- c) Mensurável, isto é, quantificável, dimensionável e consultável;
- d) Abrangente, agrupando e comunicando a intenção de projeto, o desempenho da edificação, a construtibilidade, e incluir aspectos sequenciais e financeiros;
- e) Acessível a toda a equipe do empreendimento e ao proprietário;
- f) Durável, carecendo de ser aplicável ao longo de todas as fases da vida de uma edificação;
- g) Possuir dados coordenados que permitam a visualização do modelo em questão.

---

<sup>3</sup> Componentes/elementos BIM que carregam informações a respeito de si mesmos e de seus hospedeiros e que podem ter suas características modificadas para atender às necessidades do projeto, produzindo um novo “tipo” do componente original (ABDI, 2017).



### 2.3.2 O que não se configura como BIM

A CBIC (2016a, p. 24) apresenta algumas condições importantes de análise, de modo que nem tudo no âmbito da formulação de projetos se caracteriza como Modelagem de Informação da Construção, lista-se a seguir casos que não podem ser consideradas como soluções BIM, são eles:

- a) Nem tudo que é 3D é BIM, mas se for BIM, será 3D: são criações que possibilitam utilizar ferramentas de visualizações e modelagens 3D de uma construção, que não usam quaisquer outras ideias, buscando aproveitar apenas a sua simetria.
- b) *Softwares* que não permitem a extração automática de quantidades, nem tampouco possibilitam a realização de simulações e análises;
- c) Soluções 3D que não são baseadas em objetos paramétricos e inteligentes;
- d) *Softwares* que não disponibilizam automaticamente a atualização das demais vistas, detalhes e relatórios de um mesmo projeto ou trabalho em desenvolvimento;

### 2.3.3 Vantagens da plataforma

A ABDI (2017), destaca que o espaço da construção civil brasileira poderia receber um aumento de R\$ 21,9 bilhões no Produto Interno Bruto (PIB), representando um crescimento de 7%, se apenas metade das empresas do setor adotassem a plataforma BIM na próxima década, destacando assim um dos benefícios da adoção dessa tecnologia no desenvolvimento econômico do país.

Não possuindo benfeitorias somente em relação ao mercado econômico, Eastman *et al.* (2014) retrata que é plausível adquirir uma precisão mais exata da visualização de um projeto através da modelagem BIM, conseguindo assim verificar dimensões seguras em todas as vistas, podendo estudar o projeto a qualquer momento, tanto durante o planejamento quanto no momento da construção.

Os *softwares* disponíveis para a modelagem de autoria própria, como projetos de arquitetura, elétrico, de água e esgoto, por exemplo, já vêm com objetos em blocos prontos para a aplicação no projeto, contendo todas as informações necessárias para a formatação, como a sua geometria, tamanho e espessura, também apresentando os materiais constituintes. Dentre outros fatores, já possuem verificação quanto à normatização, além de serem inteligentes no que diz respeito ao local de instalação, seja uma parede ou componente (CBIC, 2016a).

Essa tecnologia facilita o trabalho simultâneo de múltiplas disciplinas de projeto, permitindo que estes sejam realizados por distintos projetistas em diferentes momentos ou concomitantemente, também possibilita que quando modificações no projeto são necessárias, logo após suas alterações pode-se verificar se ocorreram interferências ou não, e imediatamente corrigi-las caso necessário (EASTMAN *et al.*, 2014).

Mediante análise dos benefícios de uso dessa plataforma, a CBIC (2016a, p. 28-46) aponta algumas de suas vantagens, a qual permite:

- a) A visualização em 3 dimensões do que está sendo projetado;
- b) O ensaio da obra no computador;
- c) A extração automática das quantidades em um projeto;
- d) A identificação automática de interferências, sejam geométricas e/ou funcionais;
- e) A geração de documentos mais consistentes e íntegros;
- f) A viabilização e a intensificação do uso da industrialização;
- g) A análise da construtibilidade;
- h) O desenvolvimento de maquetes eletrônicas;
- i) A verificação das condições de acesso para manutenção;
- j) O rastreamento e o controle de componentes.

#### 2.3.3.1 Redução do custo final e de desperdícios de materiais na obra

Em uma pesquisa de custos realizada acerca do mercado da construção civil, Gonçalves Junior (2018, p. 28) observou o quanto a comunicação ineficiente prejudica o setor, apontando um estudo que mostra que

“[...] em agosto de 2004, o Instituto Nacional de Padrões e Tecnologia dos EUA (NIST) emitiu um relatório que estimou – de forma conservadora – que US\$ 15,8 bilhões são perdidos anualmente pelo setor de instalações de capital dos EUA, devido à interoperabilidade<sup>4</sup> inadequada decorrente da natureza altamente fragmentada da indústria, falta de padronização e adoção inconsistente de tecnologia entre as partes interessadas. São praticamente 16 bilhões de dólares em prejuízo por ano apenas por falta de comunicação entre as partes envolvidas na construção civil”.

O conceito de perdas, segundo Nascimento (2014), é frequentemente relacionado apenas aos desperdícios de materiais, mas na realidade essas perdas estão diretamente ligadas a qualquer má utilização que possam interferir na aplicação da mão de obra, equipamentos e de

---

<sup>4</sup> Troca de informações entre os diversos participantes de um mesmo projeto, realizada durante o ciclo de vida de um empreendimento, por meio da comunicação direta entre aplicações de softwares (USACE, 2006 *apud* CBIC, 2016c).

custos acima do valor necessário para a construção da edificação. A Figura 3 exibe o funcionamento de um canteiro de obras, para o qual tudo deve estar devidamente organizado e estocado, além de ser essencial a previsão das quantidades para que não haja desperdícios desnecessários. É comum o pensamento de que se deve efetuar a compra de materiais em excessos acreditando que aquela quantidade prevista em projeto será incapaz de suprir toda a etapa de construção, e isso acarreta em detritos sem destino de uso, que acabam por ser encaminhados ao entulho da obra e posteriormente aos aterros das cidades.

**Figura 3 - Planejamento de obra**



Fonte: GONÇALVES JUNIOR, 2018.

Segundo Motteu e Cnudde (1989 *apud* Callegari, 2007), caso a atividade de projeto seja pouco valorizada e feita sem comprometimento, os projetos são entregues à obra com vários erros, como interferências e lacunas, ocasionando significativos danos de compreensão durante a execução, além de provocar prejuízos financeiros aos investidores.

Se a revisão e compatibilização de projetos fossem feitas com a devida atenção seria possível reduzir até 20% no custo final da estrutura da edificação, no que se refere a interferências na sobreposição de desenhos, neste caso de arquitetura e estrutura, pois estes são os que mais causam desgaste no sistema de modelagem e execução (JUNIOR, 2000 *apud* NASCIMENTO, 2014).

Talita Daher, Coordenadora de Difusão Tecnológica da ABDI, Fialho (2018), discute que com a realização de simulações nas várias áreas de projeto, como arquitetura, fundação,

estrutura, instalação hidráulica, de esgoto e elétrica, é possível corrigir possíveis inconsistências, como impedir erros futuros e otimizar soluções, e por meio desta, é esperado uma queda de 9,7% no custo integral da obra, alcançando também uma redução de 20% nos custos dos insumos.

Considerando o BIM apenas como *software*, é viável acreditar que se pode alcançar uma redução de 2% a 5% de custos apenas por enviarmos à obra um projeto totalmente compatibilizado, “ao passo que se o BIM for entendido como mudança de processo (envolvendo mudanças de cultura, hábito e pessoas) teremos inúmeros projetos para uma única edificação, sendo possível reduções de custos potencialmente 10 vezes maiores” (CAMPESTRINI *et al.*, 2015, p. 8).

## 2.4 DESAFIOS DA IMPLANTAÇÃO

### 2.4.1 Mudança cultural

Wood (1993 *apud* CALLEGARI, 2007) propõe que ao controverter sobre a implantação e consequente implementação de sistemas de qualidade em empresas, percebe-se que as grandes mudanças no entendimento e formulação de projetos possibilitam um crescente avanço para a mesma, no entanto essas grandes modificações podem acontecer apenas quando barreiras, paradigmas e limites são rompidos, conseguindo assim, ter uma boa conexão entre a prática e a teoria.

Para que seja possível haver uma mudança nos processos executados durante o planejamento, assim como uma mudança nas atividades, é necessário ter a confiança de aceitar o Modelo BIM. Com o intuito de que essa modificação ocorra nas atividades das empresas, são importantes cinco elementos: “visão, capacitação, incentivos, recursos e o desenvolvimento de um plano de ação” (CBIC, 2016b, p. 24).

Segundo a ABDI (2017), com o propósito de que uma empresa adote o BIM, é preciso ter a consciência de que esse processo ocorre através de um progresso lento que engloba variadas dimensões. Ao se discutir sobre BIM, é habitual o pensamento a respeito do sistema operacional, mas essa mudança também envolve os aspectos culturais, devido ao fato de depender de pessoas para resolver os problemas e desenvolver seus produtos. Dessa forma, para que a adoção dessa plataforma traga retornos positivos para a empresa em questão, é necessário que tecnologia, pessoas e processos estejam diretamente em harmonia, caso contrário o sistema estará em constante descompasso.

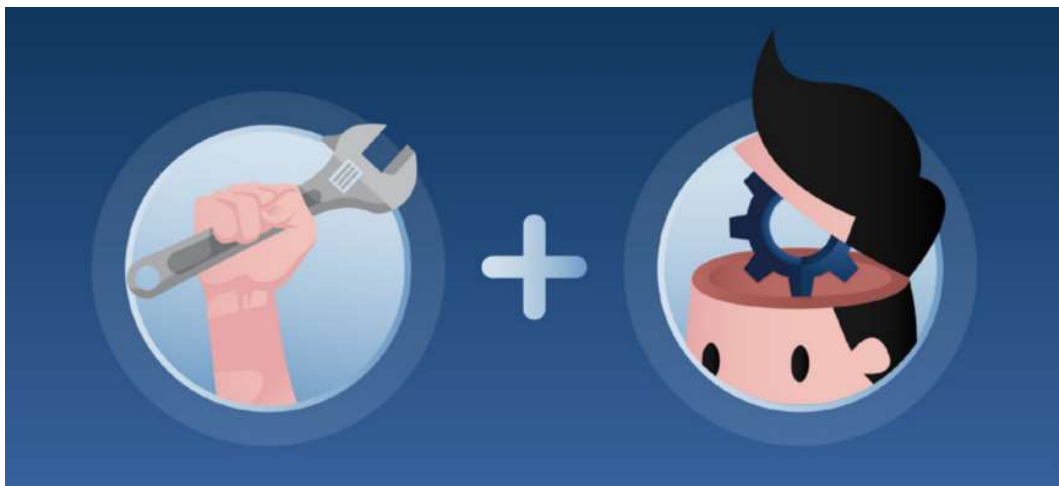
No que diz respeito a tecnologia da informação, a dificuldade em investir no pessoal da colaboração tem sido um grande problema enfrentado pelas cooperadoras, pois requer, no entanto, a flexibilização e uma modificação na maneira em que os profissionais que trabalham no processo atuam, mediante isso, o interesse em adquirir conhecimento e a necessidade em ampliar seu campo de visão devem fazer parte da conduta de cada profissional (CAMPESTRINI *et al.*, 2015).

Succar (2009) afirma que não acontece de forma rápida a aceitação do BIM na indústria de Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO). Existem vários estágios para que haja a incorporação total dessa tecnologia neste setor, de forma que o caminho para uma completa compreensão e execução de projetos em BIM é lento e gradual, ao passo que envolve a capacitação de pessoas e o investimento financeiro, portanto, exige tempo e dinheiro da parte empregadora e determinação e envolvimento da parte contratada.

#### 2.4.2 Custos de implantação

Para que ocorra a implementação da plataforma BIM em escritórios de engenharia e arquitetura, é necessário que todos os profissionais envolvidos no planejamento de uma edificação adquiram novas competências de mão e mente de obras, facilitando essa execução (GONÇALVES JUNIOR, 2018). Como apresentado na Figura 4, a proposta dessa tecnologia de modelagem é ter todos os componentes conectados e compatibilizados, compreendendo criatividade e trabalho manual, por conseguinte, é necessário que o grupo de profissionais atuantes no processo esteja em sincronia e em constante diálogo.

Figura 4 - Conjunto mão e mente de obra



Fonte: GONÇALVES JUNIOR, 2018.

O autor Gonçalves Júnior (2018) ainda mostra, assim como ilustra a Figura 5, que adotar essa tecnologia demanda elevadas aplicações em *softwares* e computadores de alta performance, da mesma forma que empreende um grande desembolso financeiro no intuito de capacitar todos os integrantes da equipe de desenvolvimento de projetos. Como existe um grande volume de informações interligadas, é requerido uma dedicação de tempo maior dos profissionais para que se adaptem à nova realidade, bem como para habilitar toda essa nova equipe para trabalhos colaborativos, dado o fato de que envolve uma grande responsabilidade em não prejudicar a etapa de trabalho do outro.

**Figura 5 - Investimentos na adoção da plataforma**



Fonte: GONÇALVES JUNIOR, 2018.

De acordo com Langner *et al.* (2019), é necessária uma aplicação expressiva de capital, além de intensos treinamentos para que os funcionários estejam qualificados para a realização dos projetos, devido ao fato dos *softwares* que essa plataforma utiliza serem bem complexos de serem empregados. Em alguns casos é necessária a contratação de um “BIM *manager*”, um profissional especializado em treinamento de modelagem da informação para tornar a compreensão da equipe de trabalho mais assertiva e permitir maior aproveitamento do tempo de estudo.

Os programas de modelagem normalmente são caros e os cursos disponíveis apresentam empecilhos ao propor uma ferramenta adequada aos estudantes, que, após um tempo, podem se tornar ultrapassadas dada as atualizações lançadas frequentemente. Além disso, sua natureza prescritiva faz com que alguns alunos não tenham o interesse em

desenvolver a criatividade, utilizando apenas objetos pré-estabelecidos, prejudicando assim a proatividade necessária a quem projeta (BARISON; SANTOS, 2011).

## 2.5 COLABORAÇÃO BIM

### 2.5.1 Trabalho colaborativo

Um ambiente colaborativo respeita, reconhece e destaca as habilidades de cada membro da equipe, compartilhando responsabilidades além de informações entre as partes, e buscando a interação conjunta para alcançar determinado objetivo ou solucionar possíveis problemas. Para que aconteça essa interação é necessário que os profissionais estejam unidos em um propósito comum, almejando um melhor resultado nos projetos e até mesmo na execução do empreendimento (ZHANG *et al.*, 2017, *apud* ZANOTELLI, 2019).

Costuma-se dizer que o BIM viabiliza o trabalho colaborativo, isto é, essa plataforma está diretamente relacionada a trabalhos complexos que envolvem mais de um autor no desenvolvimento de um mesmo projeto. Gonçalves Junior (2018) expõe que a plataforma BIM não compreende apenas projetistas de uma construção, mas engloba todo o pessoal que faz parte do planejamento e desenvolvimento, dado que outras etapas do empreendimento também sejam abrangidas, como o processo de execução e os investidores do imóvel.

Para evitar que problemas na ordenação de projetos ocorram, a maneira mais eficiente a ser adotada é exercer em paralelo o projeto em fase de lançamento e de detalhamento em âmbitos colaborativos, isso impede o retrabalho e poupa gastos futuros, prevenindo a ocorrência de possíveis interferências durante o desenvolvimento do modelo bem como durante a execução da obra (EASTMAN *et al.*, 2014).

### 2.5.2 Interoperabilidade

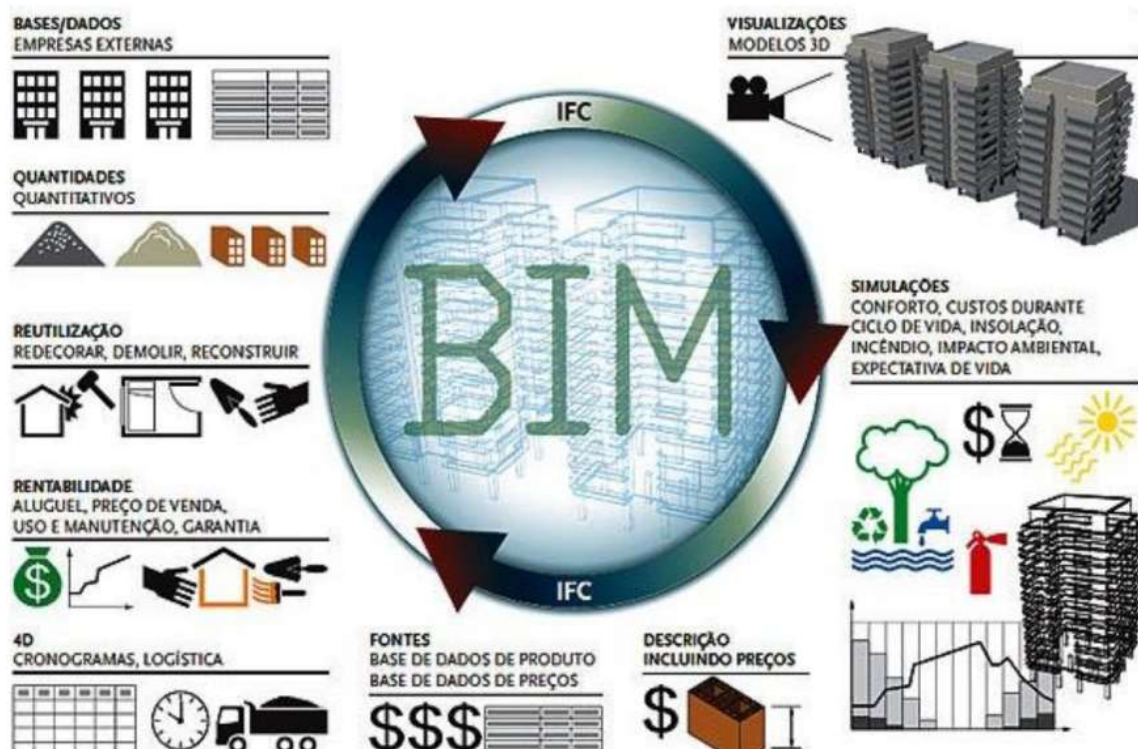
Alves *et al.* (2012), cita que um dos principais problemas no planejamento e futura construção de um imóvel se deve as dificuldades comunicativas entre os elementos de projetos. De maneira previsível, um arquiteto e um engenheiro possuem diferentes opiniões e preocupações no desenvolvimento de uma edificação, com isso surge a precisão de obter um modelo generalizado e inteligente capaz de assessorar todos os elementos envolvidos nessa dinâmica.

Conforme os profissionais envolvidos no desenvolvimento de um dado empreendimento (arquitetos, engenheiros, planejadores) avaliam a criação do modelo de edificação, cada um deles estabelece um jeito próprio de entender o projeto e a partir dessa familiaridade pessoal, tem-se vários padrões. Devido a isso torna-se discutível a questão da interoperabilidade de sistemas, os quais se derivam das criações próprias dos envolvidos na fase de projetos, se fazendo necessário situar um modelo único, integrado, para atrelar todas estas criações específicas (CAMPESTRINI *et al.*, 2015).

De acordo com a CBIC (2016c, p. 17), “interoperabilidade se refere à habilidade de dois - ou mais - sistemas ou *softwares* separados de se comunicarem e trocarem dados um com o outro”.

James O’Brien e George M. Marakas - *Management Information Systems*, CBIC (2016c), apresentam interoperabilidade como a competência de alcançar os aproveitamentos de um usuário final, utilizando-se de díspares sistemas computacionais e operacionais, aplicativos e *softwares*, tudo da forma mais coesa possível por diferentes tipos de redes. A Figura 6 expõem a abrangência de uma modelagem em BIM, de forma que a interoperabilidade garante que todos os componentes estarão disponíveis em cada uma das etapas de planejamento e desenvolvimento do empreendimento.

Figura 6 - Interoperabilidade BIM



Fonte: CUNHA, 2017.



Ainda segundo a CBIC (2016c) no contexto do BIM,

“a interoperabilidade é a habilidade de gerenciar e comunicar produtos eletrônicos e dados de projetos entre organizações (empresas) colaboradoras e indivíduos que, em conjunto, compõem uma equipe para o desenvolvimento de projetos, contratações, construções, manutenção e sistemas de processos de negócios” (BSA SINGAPORE, 2012 *apud* CBIC, 2016c, p. 75).

Gonçalves Junior (2018), conclui que a apreciação da interoperabilidade se mostra de grande importância para o desenvolvimento de projetos BIM devido à necessidade básica de que os padrões conversem entre si e assim seja possível indagar, testar e aferir os conflitos de mudanças ao sobrepor cada um dos projetos executados até então separadamente.

### 2.5.3 IFC

Conforme apresentado no livro Processo de Projeto BIM, ABDI (2017, p. 22), o *Industry Foundation Class* (IFC), “é a base da representação virtual da construção”, isto é, a base para que os projetos de uma dada edificação possam ser desenvolvidos em diferentes *softwares*, compartilhando de um mesmo material de origem, “o que permite a interoperabilidade entre os diferentes aplicativos, tal como preconizado pelo *Open BIM*”.

O IFC, conforme apresentado por Haagenrud *et al.* (2007, *apud* Andrade e Ruschel, 2009), é a terminação atribuída a um projeto básico e um conjunto de dados, estabelecido em função de um modelo internacional aberto e acessível ao público, para a formatação e modelagem entre programas computacionais.

Existem basicamente quatro diferentes formas para se fazer a troca de dados entre dois aplicativos BIM segundo Eastman *et al.* (2008, *apud* ANDRADE; RUSCHEL, 2009, p. 81), sendo elas:

- a) Ligação direta: processo que ocorre quando há uma ligação direta entre dois aplicativos, utilizando, deste modo, um formato binário de interface;
- b) Arquivo de troca de proprietário: são formatos criados por organizações comerciais para estabelecerem interface entre aplicativos díspares;
- c) Arquivos de trocas de domínio público: são interfaces essenciais para uso em aplicativos de análise e gerenciamento de construção, pois envolvem um padrão aberto de modelo de construção, tendo consigo propriedades de objetos, materiais, relações entre objetos, bem como as propriedades geométricas;

- d) Trocas baseadas em *eXtensible Markup Language* (XML): são extensões do formato HTML, que é a língua base da *Web*, de modo que permitem o desenvolvimento de esquemas definidos pelo usuário.

Andrade e Ruschel (2009, p. 88) ainda concluem que um dos “aspectos fundamentais do modelo IFC é que este é aberto e projetado para trabalhar com qualquer aplicativo” e por qualquer profissional especializado em projetos.

#### 2.5.4 *Open BIM*

Conforme apresentado por Gonçalves Junior (2018), a *Autodesk* propôs um acordo entre 12 empresas diretamente dependentes da tecnologia e envoltas do mercado da construção civil, com o intuito de afirmar as benfeitorias da interoperabilidade entre os programas. A partir daí deu-se início a Aliança Internacional para Interoperabilidade (IAI), fundada em maio de 1996 em Londres, com a proposta de ordenar a criação de padrões internacionais dos arquivos de interoperabilidade. Logo em 2008 passou a se chamar “*Building Smart*” e a partir daí foi criado o padrão de arquivo da Classe de Fundação da Indústria - *Industry Foundation Class* (IFC), visando compartilhar informações BIM entre diferentes *softwares*.

Em vista disso, denominamos *Open BIM* como um modelo universal para projetos colaborativos que são elaborados e administrados por “padrões e fluxos de trabalhos abertos”. Ao passo que o IFC é a “extensão do arquivo que permite essa interoperabilidade” (GONÇALVES JUNIOR, 2018, p. 20).

#### 2.5.5 *Objetos paramétricos*

Os objetos de modelagem da informação podem ser divididos em três categorias, decompostos entre fixos, semiparamétricos e paramétricos. Quando são fixos, não permitem modificações em suas medidas ou em seus componentes constituintes. Nos objetos chamados semiparamétricos, algumas de suas dimensões podem ser alteradas, mas existem grandes limitações para essa variabilidade. Por outro lado, aqueles totalmente paramétricos permitem que suas dimensões sejam ajustadas, incluindo a configuração dos componentes e dos materiais constituintes (CBIC, 2016a).

“Objetos paramétricos ou componentes paramétricos são componentes BIM que podem ter suas características alteradas para atender às necessidades específicas de um projeto sem necessidade de redesenho” (ABDI, 2017, p.18). Esses objetos podem ser associados a

dados textuais, numéricos, quantitativos, além de conterem as informações sobre si mesmos e sobre os materiais a que serão relacionados, também permitem duplicações com a modificação de suas propriedades, como por exemplo, suas dimensões, de forma que cada uma dessas variações implica em um novo “tipo” do mesmo objeto.

### 2.5.6 Os D’s do BIM

Como proposto pela Figura 7, a plataforma BIM possui vários níveis de abrangência e que são dependentes entre si. Em cada subdivisão do BIM uma temática específica é trabalhada, são elas as 5 dimensões do BIM:

**Figura 7 - As dimensões do BIM**



Fonte: SPBIM ARQUITETURA DIGITAL, 2021.

- a) BIM 3D – Modelo paramétrico: segundo Gonçalves Junior (2018, p. 48), este é “o protótipo virtual da edificação”, onde “os projetos estão representados em três dimensões”, de modo que seus componentes contêm dados que poderão ser empregados nas próximas etapas de desenvolvimento da edificação. Ainda nesta etapa é possível diagnosticar possíveis interferências entre os elementos das diversas disciplinas de projeto e antecipar imperfeições que poderiam surgir no decorrer do processo.

- b) BIM 4D – Tempo e planejamento de execução da obra: Campestrini *et al.* (2015) explica que este modelo recebe informações de prazo, como rendimento dos desenvolvedores, quantidade de equipes atuantes no processo e seguimento construtivo, estabelecendo um cronograma da obra, como início e término de cada atividade a ser desenvolvida.
- c) BIM 5D – Orçamento: de acordo com Cunha (2017), cada componente do projeto passa a conter a informação de custo, o material ou elemento utilizado nos projetos que possam estar vinculados ao orçamento e aos materiais de produção. Desta forma, segundo Gonçalves Junior (2018, p. 50), o orçamentista ou contador encarregado poderá “acompanhar e simular diversos cenários financeiros dos gastos da obra completa ou de etapas específicas”.
- d) BIM 6D – Sustentabilidade: Gonçalves Junior (2018), ainda traz a ideia de que feito tudo isso é chegado o momento do estudo de eficiência energética do imóvel, onde o projetista pode aparentar diferentes cenários para estimar os resultados das suas decisões e seu impacto técnico e financeiro com rapidez e economia. Cunha (2017) ainda acrescenta que é neste instante que se pode agregar sistemas alternativos e sustentáveis como energia eólica ou solar à edificação.
- e) BIM 7D – Manutenção e Operação: Campestrini *et al.* (2015) ressalta que nesta etapa são recebidas as informações sobre a durabilidade dos materiais e componentes, os períodos de manutenção do empreendimento e das partes, o consumo de água e energia elétrica, permitindo também extrair valores de custos de atuação e manutenção da construção. Portanto, os administradores do empreendimento podem trocar informações com empresas prestadoras de serviços, e ao visualizar algum problema ou solicitar a manutenção de algum elemento, envia-se uma ordem de serviço eletrônica, contendo todas as informações necessárias para a empresa que fornecerá a dada empreitada, contendo a localização exata do componente com problema (GONÇALVES JUNIOR, 2018).

## 2.6 COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS

O processo de criação de projetos para uma dada edificação, seja ela de pequeno ou grande porte, envolve uma série de fatores para se alcançar um resultado satisfatório e viável financeiramente. Para que isso aconteça é importante colocar em prática a compatibilização de projetos utilizando a metodologia BIM, da qual é necessária a implicação de vários

profissionais, e, para que isso aconteça, é preciso que todos os modelos utilizados por esses desenvolvedores dialoguem entre si (GONÇALVES JUNIOR, 2018).

Quando estes projetos são desenvolvidos em um ambiente multidisciplinar, isto é, onde os diferentes profissionais envolvidos na criação da edificação estão em constante comunicação, o empreendimento como um todo passa a ser mais bem detalhado e possibilita a verificação das modificações com mais rapidez, e isso ainda tende a diminuir as possíveis interferências e necessidade de retrabalho, reduz o custo final da construção e os prazos de execução (NASCIMENTO, 2014).

Ávila (2011) aponta que em cada fase de criação de um projeto, diferentes perspectivas são trabalhadas, pois em cada uma delas agentes específicos tem seu domínio de pensamento e percepção, isso faz com que diferentes soluções sejam propostas para um mesmo problema, permitindo um desenvolvimento integrado e harmônico, a fim de abrandar custos e retrabalhos.

Segundo Callegari (2007, p. 34), a compatibilização de projetos pode ser entendida como “uma atividade de gerenciar e integrar projetos afins, visando o perfeito ajuste entre os mesmos, conduzindo para a obtenção dos padrões de controle de qualidade de determinada obra”.

Melhado (2005, *apud* CALLEGARI, 2007, p. 34) ressalta que ao compatibilizar os desenhos de diferentes disciplinas de projeto, torna-se possível verificar o surgimento de interferências ao sobrepor cada um deles. Ele ainda revela que a “compatibilização deve acontecer quando os projetos já estão concebidos, funcionando como uma “malha fina”, na qual possíveis erros possam ser detectados”.

Do ponto de vista de Faria (1993, *apud* CALLEGARI, 2007), a compatibilização enaltece o projeto como um todo, isso permite que os resultados que se desejam alcançar sejam maximizados, ao passo que a necessidade de retrabalho, de gastos financeiros e de tempo acabam por serem minimizados.

Ainda conforme explicado por Melhado (2005, *apud* CALLEGARI, 2007), a falta ou o adiamento de decisões, principalmente durante o início do desenvolvimento do projeto potencializa o surgimento de erros, além de possibilitar uma fonte significativa de desperdícios, já que não é feita uma programação de gastos de materiais e nem das etapas de trabalho. Dado esse motivo, conforme explicado pelo mesmo autor, visando evitar problemas futuros de incompatibilidade entre projetos, existe uma crescente preocupação durante a contratação dos projetistas, visto que cada um dos envolvidos nesse processo precisam ser capazes de se comunicarem constantemente entre si, além da necessidade de conhecerem bem sua ferramenta de trabalho.

## 2.7 PRINCIPAIS *SOFTWARES* QUE COMPÕEM A PLATAFORMA BIM

Visando facilitar a elaboração de projetos no setor da construção civil, diversas empresas e desenvolvedores vem trazendo meios de otimizar sua produção, gerenciamento e compatibilização. A modelagem em BIM fornece ao projetista das diversas disciplinas de criação suporte para o desenvolvimento de seu trabalho e para a elaboração de documentos necessários para cada especialidade (ABDI, 2017). Desse modo podemos citar diversos *softwares* que compõem a plataforma BIM:

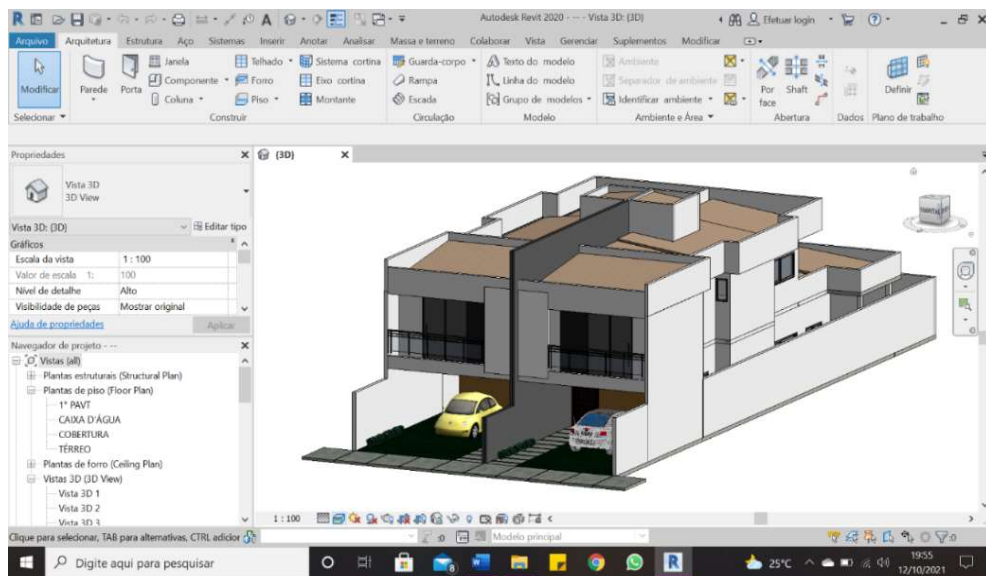
### 2.7.1 Arquitetura

#### 2.7.1.1 *Revit*

Conforme salientado por Luis André (2021), o *Revit* foi desenvolvido pela *Revit Technology Corporation*, até então conhecida como *Charles River Software*, e, no ano de 2002, foi adquirido pela *Autodesk*, apresentando desde o início de sua criação propósitos arquitetônicos para fins da construção civil.

Segundo Alves *et al.* (2012), o *Revit* é um *software* BIM, disponibilizado com propósito arquitetônico, como mostra a Figura 8, próprio para arquitetos e engenheiros que procuram um designer profissional e de qualidade em edificações de pequeno e grande porte. Garante maior nível de detalhes durante a modelagem e representação da mesma e assegura a visualização de todas as vertentes da edificação em 3 dimensões. Além disso, possui um banco de dados paramétricos que carrega as informações de todos os componentes empregados na fase de modelagem.

**Figura 8 - Vista 3D da plataforma Revit**



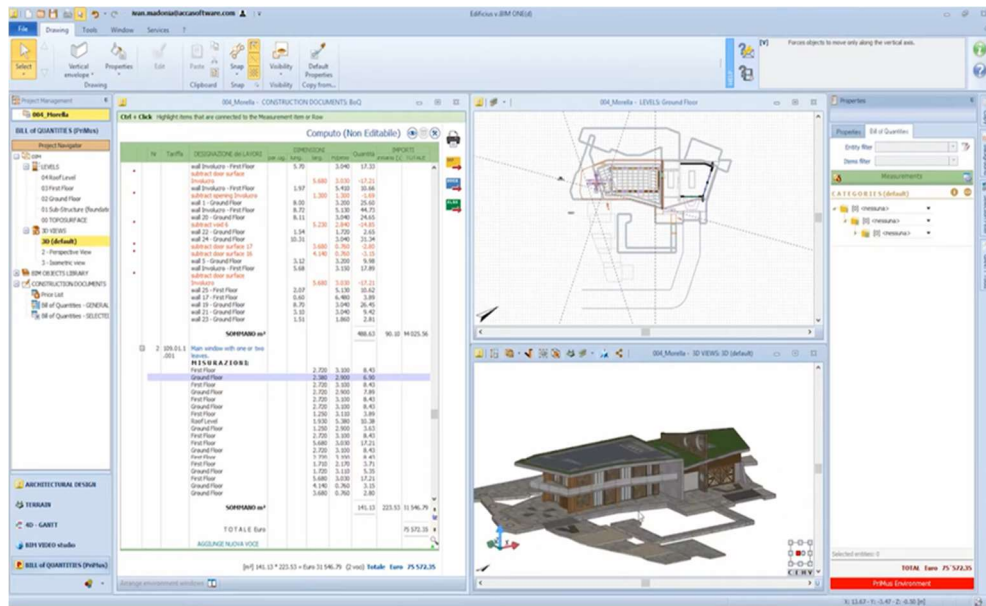
Fonte: AUTORAS, 2021.

Esse *software*, de acordo com Eastman *et al.* (2014), ainda possibilita que análises estruturais sejam feitas e que os demais projetos da mesma edificação sejam sobrepostos, evitando erros de compatibilidade. O *Revit* possui uma ramificação de produtos integrados que atualmente engloba o *Revit Architecture*, o *Revit Structure* e o *Revit MEP*.

### 2.7.1.2 Edificius

O *Edificius* é um programa da ACCA Software, pensado para projetos de arquitetura e *design*, como exposto na Figura 9. Armazena recursos de criação de projetos e sua visualização em uma única proposta de trabalho, oferece facilidades ao integrar as etapas de concepção do projeto à fase de execução, além de permitir orçamentos, *renders* e visualizações 2D e 3D. “A modelagem BIM do *Edificius* é a melhor maneira de integrar arquitetura, *design* de interiores, *design* de exteriores, instalações e todas as outras áreas do projeto de construções” (ACCA SOFTWARE, 2021b).

Figura 9 - Interface de trabalho do programa *Edificius*



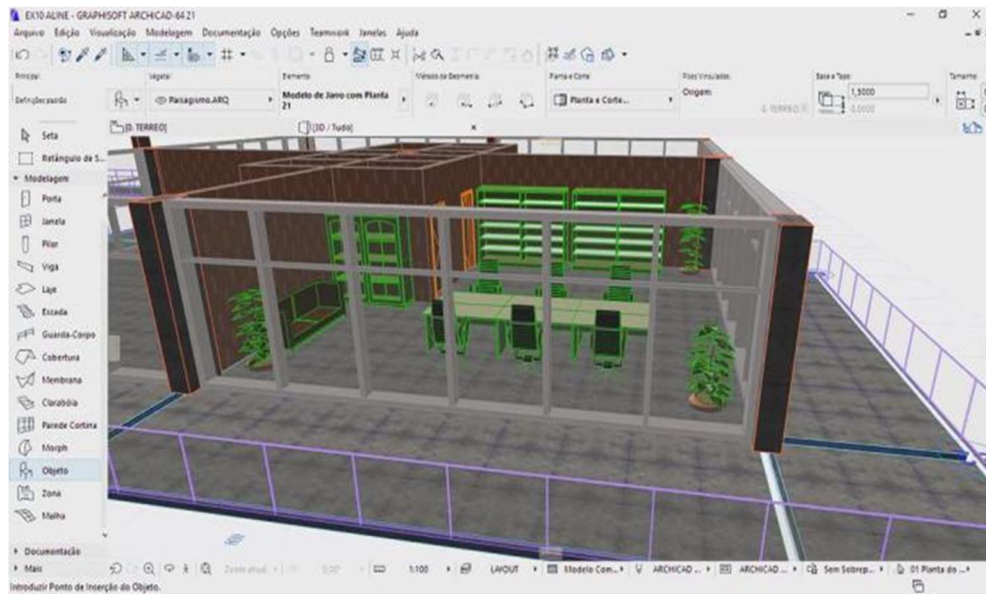
Fonte: ACCA SOFTWARE, 2020.

### 2.7.1.3 *ArchiCAD*

Alves *et al.* (2012) explica que o *ArchiCAD* foi o primeiro *software* BIM de arquitetura, como exibido na Figura 10, projetado e lançado pela corporação *Graphisoft*, sendo o primeiro *software* disponível em CAD para computadores pessoais, do qual é capaz de criar desenhos em 2D e geometrias paramétricas em 3D. O *ArchiCAD* harmoniza diversas funcionalidades para o manuseio do projetista, abrangendo todos os aspectos de estética do empreendimento e de sua engenharia. O *ArchiCAD*, conforme apresenta Eastman *et al.* (2014), suporta modelagem e animação de superfícies curvas, promove o gerenciamento de *facilities*, além de interfaces para análise de energia e sustentabilidade.



**Figura 10 - Visualização 3D do ArchiCAD**



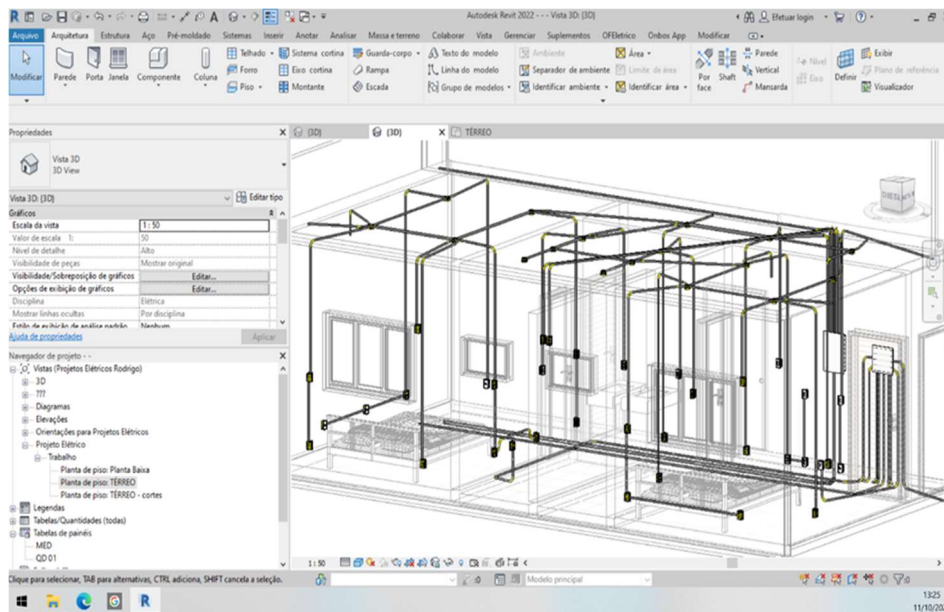
Fonte: FARIAS, 2021.

## 2.7.2 Instalações (Elétrica, Hidráulica, Sanitária e SPDA)

### 2.7.2.1 Revit MEP

O *software Revit MEP*, como apresentado pela Autodesk (2021b), foi criado para fazer parte do conceito de Modelagem de Informação da Construção, sendo uma das vertentes do programa *Revit* da *Autodesk*. Ele permite que engenheiros, projetistas e empreiteiros modelem seus projetos elétricos, como vê-se na Figura 11, além de projetos hidráulicos e de esgoto, bem como para as áreas mecânicas com alto padrão de detalhamento, aprovionando ferramentas que automatizam a fabricação do *layout* do modelo e promovendo um ambiente de trabalho colaborativo. Este programa garante simulações da edificação em qualquer etapa de sua criação e realiza a detecção de interferências desde o início do processo de modelagem. Garante um banco de informações paramétricas de uma construção totalmente integral, incluindo componentes arquitetônicos e estruturais.

**Figura 11 - Vista 3D da modelagem elétrica no Revit MEP**

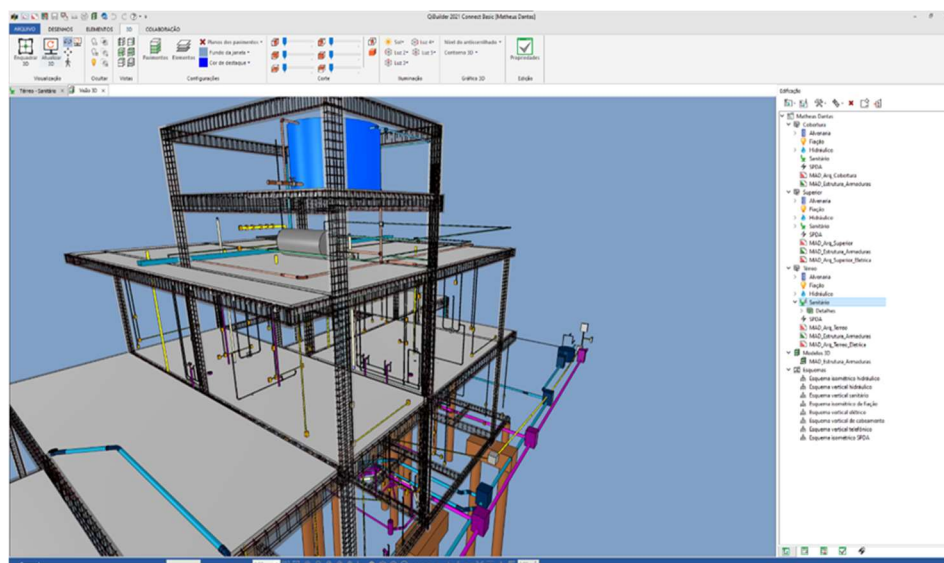


Fonte: AUTORA, 2021.

### 2.7.2.2 QiBuilder

Software desenvolvido pela AutoQi para projetos de instalações prediais, o *QiBuilder* faz parte da plataforma BIM com propósito de criar os projetos hidráulico, sanitário, elétrico, preventivo de incêndio, SPDA, de gás, cabeamento estruturado, climatização e alvenaria estrutural (AUTOQI, 2021a).

**Figura 12 - Projeto hidrossanitário em vista 3D no QiBuilder**



Fonte: AUTORAS, 2021.

Possui um ambiente de trabalho totalmente colaborativo, contando também com a interoperabilidade e com recursos que otimizam as etapas de cálculo, modelagem, dimensionamento dos componentes conforme as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), compatibilização, detalhamento, visualização 3D refinada, como é possível observar acima, na Figura 12, que traz um exemplo de modelagem hidrossanitário com sobreposição do projeto elétrico e estrutural (FERREIRA; SANTOS, 2021).

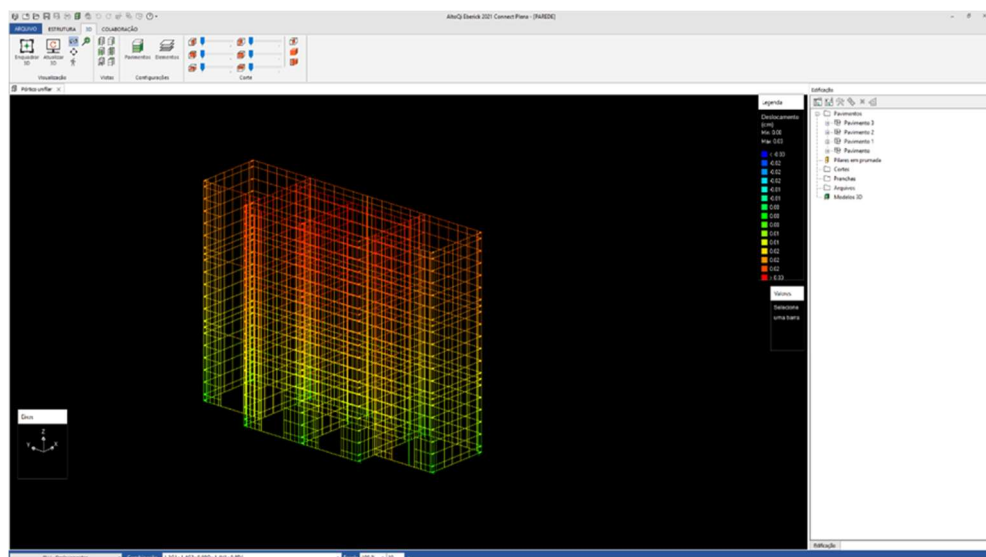
## 2.7.3 Estrutural

### 2.7.3.1 Eberick

O *Eberick* é um *software* BIM criado especificamente para a elaboração de projetos estruturais, segundo Silva (2018b), foi desenvolvido tanto para modelagens em concreto armado moldado *in-loco* como para concreto pré-moldado.

“É um sistema gráfico que analisa a estrutura em um modelo de pórtico espacial, com diversos recursos de dimensionamento e detalhamento dos elementos estruturais de forma automatizada, de acordo com a ABNT NBR 6118:2014” (NBR 6118, ABNT, 2014) e (SEIL, 2018 *apud* SILVA, 2018b, p. 65).

Figura 13 - Visualização de pórtico em 3D no *software* Eberick



Fonte: AUTORAS, 2021.

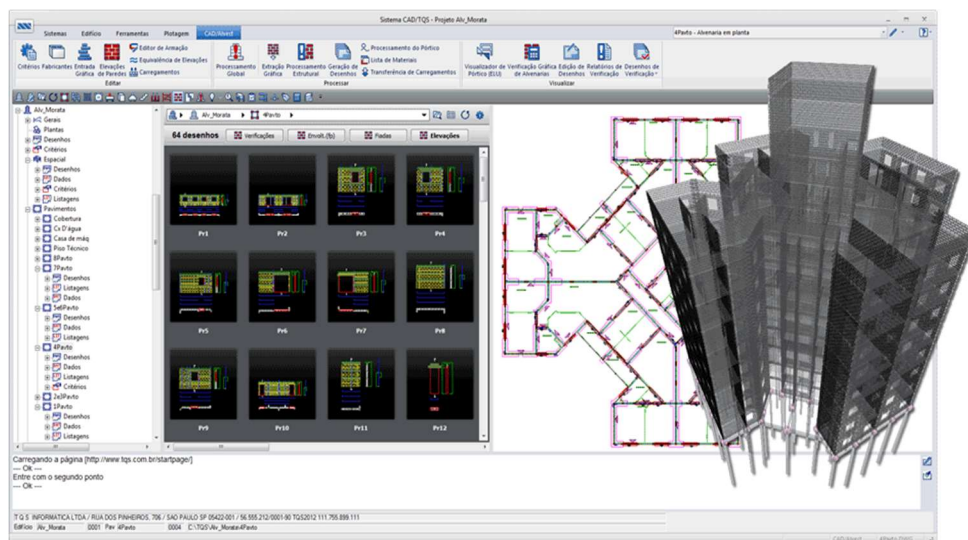
A Figura 13 retrata como o *Eberick* engloba recursos de lançamento, modelagem, análise da estrutura, dimensionamento das peças estruturais, compatibilização com as demais disciplinas de projeto, além do detalhamento dos elementos (FERREIRA; SANTOS, 2021).

### 2.7.3.2 TQS

TQS, de acordo com a CBIC (2016c), é um *software* brasileiro especializado em estruturas de concreto armado, direcionado para alvenaria estrutural e estruturas pré-moldadas de concreto armado. Foi totalmente desenvolvido com base nas normas técnicas brasileiras vigentes e proporciona ferramentas para modelagem, análise estrutural, dimensionamento, detalhamento e desenho dos elementos estruturais.

Conforme se davam os avanços em *softwares* BIM de criação de projetos, a empresa TQS compreendeu que não poderia ficar de fora dessas inovações, caso contrário perderia espaço no mercado. Diante disso, como retrata Farias e Lima (2020), a empresa aprimorou o *software* TQS, garantindo a interface necessária para que se tornasse um *software* BIM 3D, com isso este programa passou a contar com modelagens em 3 dimensões e principalmente com a interoperabilidade entre modelos.

Figura 14 - Vista 3D de modelagem estrutural do TQS



Fonte: TQS, 2021.

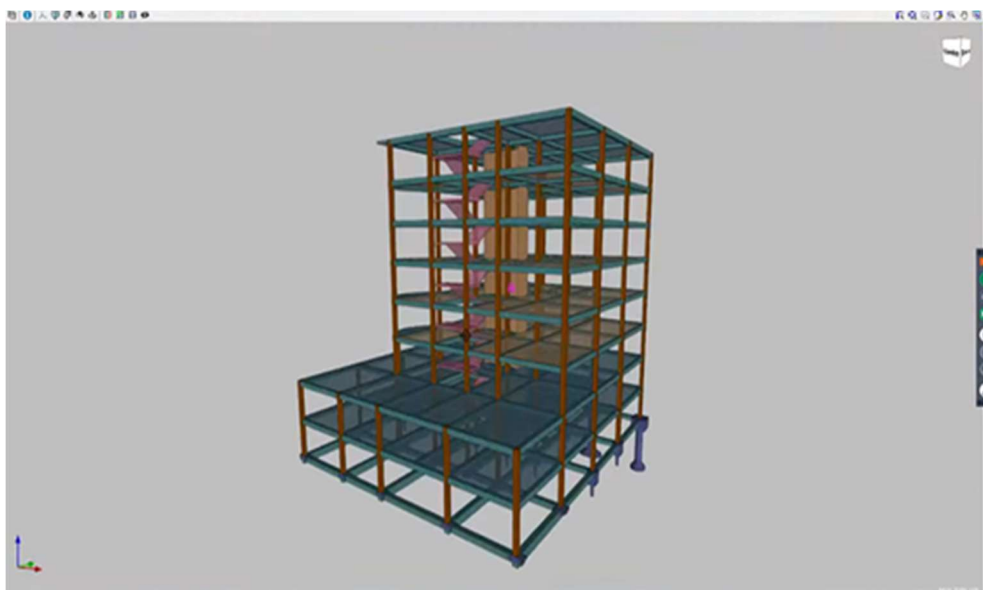
Com vê-se na Figura 14, o TQS permite a visualização em 3 dimensões do modelo, e garante o envio de arquivos para *Autodesk Revit*, *Tekla* e *SketchUp*, assim como formatos genéricos, como IFC e PDF 3D. “Em parceria com a *Planear*, a TQS desenvolveu o sistema

G-Bar, que é uma solução específica para automação da produção de armaduras (corte e dobra de vergalhões de aço)” (CBIC, 2016c, p. 111).

### 2.7.3.3 *CypeCAD*

O *CypeCAD*, descreve Multiplus (2021a), foi projetado especificamente para cálculo estrutural em concreto armado, pré-moldado, protendido e misto de concreto e aço. A Figura 15 exibe um modelo estrutural, embasado conforme as normas brasileiras de concreto armado (NBR 6118, ABNT, 2014), fundações (NBR 6122, ABNT, 2019), carregamentos (NBR 6120, ABNT, 2019), barras (NBR 7480, ABNT, 2007), ventos (NBR 6123, ABNT, 1988) e ações e combinações (NBR 8681, ABNT, 2003). Ele conglobera as etapas de lançamento do projeto, análise e cálculo da estrutura, dimensionamento e detalhamento final dos elementos.

**Figura 15 - Interface de modelagem do *CypeCAD 3D***



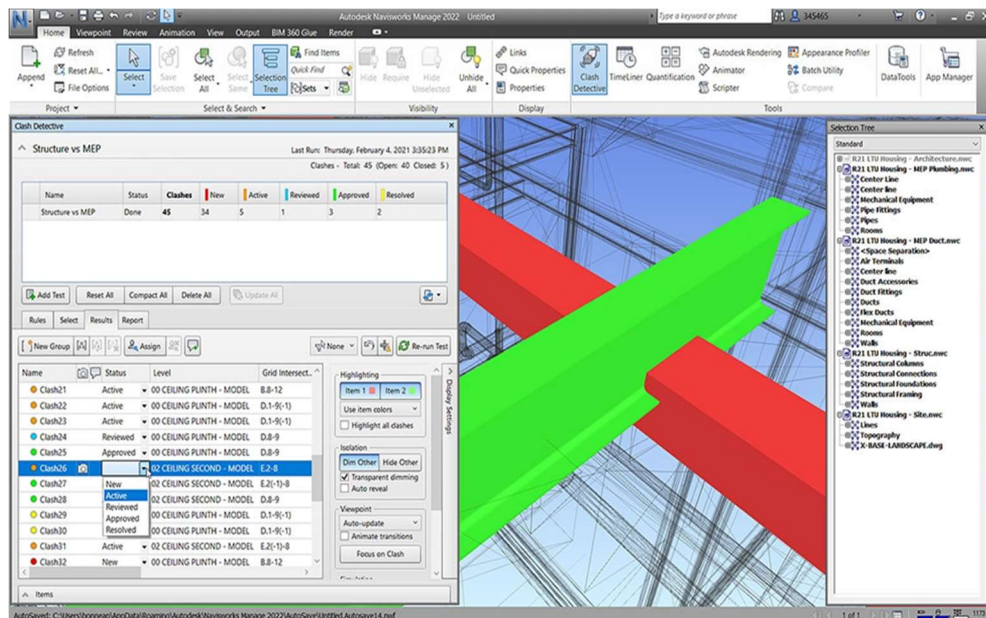
Fonte: MULTIPLUS, 2020b.

## 2.7.4 Compatibilização

### 2.7.4.1 NavisWorks

De acordo com Alves *et al.* (2012), a *Autodesk NavisWorks* é um *software* pensado diretamente para a análise do projeto de construção (arquitetura e engenharia). A Figura 16 apresenta sua interface de trabalho, da qual permite a coordenação, simulação, tanto da construção em si quanto de seu canteiro de obras, promove análise e checagem de interferências e visualização do futuro empreendimento, se posicionando no ramo da construção civil como um controlador dos resultados de cada projeto.

Figura 16 - Plataforma de compatibilização *NavisWorks*

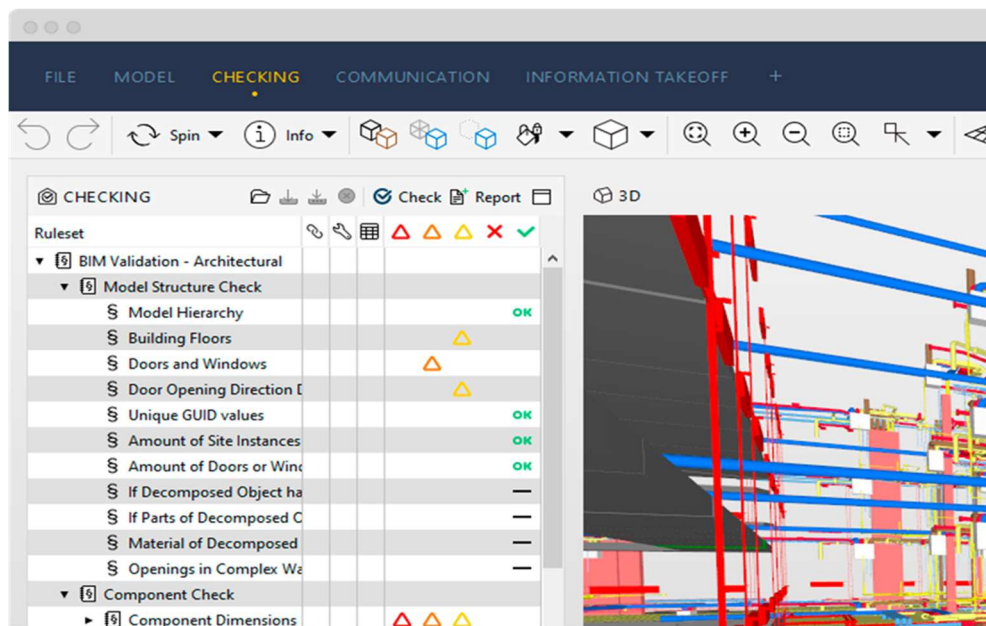


Fonte: AUTODESK, 2021d.

### 2.7.4.2 Solibri

A empresa *Solibri*, conforme dito por Alves *et al.* (2012), foi fundada com o desígnio de aperfeiçoar a qualidade dos BIM - *Building Information Models*, e tornar todo o processo mais produtivo, permitindo validação, análises e extração de informações de cada modelo de projeto.

**Figura 17 - Plataforma Solibri**



Fonte: SOLIBRI, 2021.

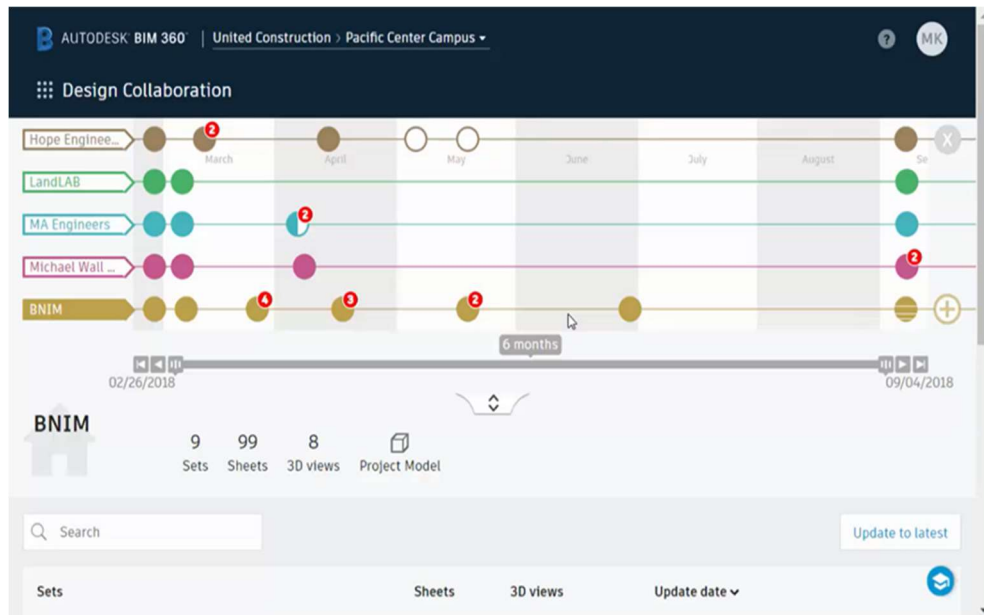
Como exibido acima, na Figura 17, o *software Solibri* combina as diferentes disciplinas de trabalho num só modelo de análise, embasado nos requisitos e códigos BIM, se tornando algo além de um simples detector de conflitos. Disponibiliza a todas as partes envolvidas no empreendimento, aos que estão na fase de projeto e aos que estão no canteiro de obras, informações coesas a respeito de cada componente definido em seus projetos (SOLIBRI, 2021).

## 2.7.5 Gerenciamento

### 2.7.5.1 BIM 360

O *Autodesk BIM 360* é uma plataforma de gerenciamento de construção, como vê-se na Figura 18, fundamentada em nuvem que visa aprimorar a entrega e os resultados dos projetos. Esse *software* permite que as equipes de modelagem, desenvolvimento e execução estejam em constante sincronia e o mais informadas possível a respeito das etapas da edificação, disponibilizando dados em tempo real e buscando sempre o melhor desempenho do projeto final (AUTODESK, 2021a).

Figura 18 - Área de trabalho da plataforma BIM 360



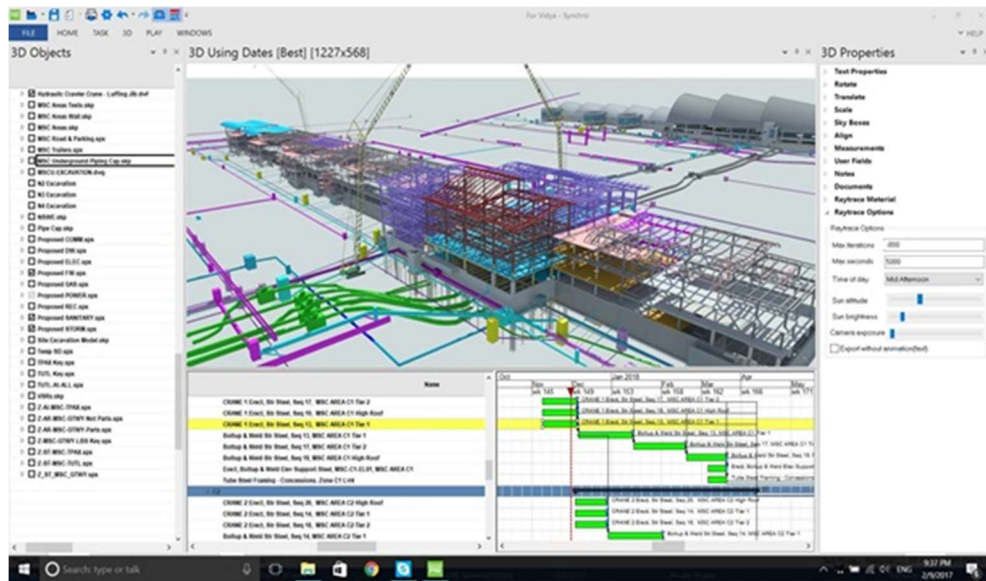
Fonte: AUTODESK, 2021a.

### 2.7.5.2 Synchro

O *Synchro* é uma proposta de Modelagem de Informação da Construção oferecida pela empresa *Bentley*, com alta capacidade de desenvolvimento de cronogramas e planejamento em 4 dimensões. É apropriado para “associar recursos às atividades programadas (mão de obra, equipamentos, materiais, etc.), realizar análises de riscos, verificação de folgas no planejamento das atividades, animações, comparações entre atividades planejadas e efetivamente executadas” (CBIC, 2016c, p. 112).

Neste *software*, a ABDI (2017) explica que é possível trabalhar em equipes colaborativas, de modo que o programa fornece relatórios diversos, como mostra a Figura 19 e possibilita a geração de PDF 3D. Acaba por ser um algoritmo avançado que assegura a conversação direta entre objetos e recursos, otimizando e reduzindo o tempo de construção do modelo.



Figura 19 - Plataforma *Synchro*

Fonte: BENTLEY SYSTEMS, 2018.

### 2.7.6 Outros *softwares* BIM

Dentre os diversos *softwares* que fazem parte da plataforma BIM, podem ser mencionados alguns exemplos que vão além dos citados acima. Existem variadas soluções que se enquadram no desenvolvimento de projetos de engenharia e arquitetura, compondo uma rede de dados e informações sobre modelagem arquitetônica e MEP, análises de interferências, eficiência energética, planejamento, cálculos e detalhamentos estruturais, orçamento e gerenciamento. Pode-se observar conforme o Quadro 1 algumas dessas soluções:

Quadro 1 - Exemplo de *softwares* BIM

(continua)

<i>Software</i>	<i>Aplicação</i>	<i>Empresa</i>
<i>AECOSim Building Designer</i>	Projeto Arquitetônico	<i>Bentley</i>
<i>Allplan Architecture</i>	Projeto Arquitetônico	<i>Nemetschek</i>
<i>ArchiFM</i>	Gerenciamento de Instalações	<i>Graphisoft</i>
<i>CYPECAD MEP</i>	Projeto de Instalações	<i>Cype</i>

Quadro 2 - Exemplo de softwares BIM

(conclusão)

<i>Software</i>	<i>Aplicação</i>	<i>Empresa</i>
<i>EdiLus</i>	Cálculo Estrutural	<i>ACCA Software</i>
<i>EnergyPlus</i>	Eficiência Energética	Departamento de Energia dos EUA (DOE)
<i>Green Building Studio</i>	Eficiência Energética	<i>Autodesk</i>
<i>Lumion</i>	Modelagem e Renderização	<i>ACT3d</i>
<i>Mideplan</i>	Medidas e Controle de Custos	<i>Arktec</i>
<i>OrçaFascio</i>	Orçamento	<i>OrçaFascio</i>
<i>QiCloud</i>	Gerenciamento de Instalações	<i>AltoQi</i>
<i>QiVisus</i>	Orçamento e Planejamento	<i>AutoQi</i>
<i>Robot Structural</i>	Cálculo Estrutural	<i>Autodesk</i>
<i>SketchUp</i>	Modelagem e Renderização	<i>Trimble</i>
<i>Tekla Structures</i>	Detalhamento Estrutural	<i>Trimble</i>
<i>VectorWorks Architect</i>	Projeto Arquitetônico	<i>Nemetschek</i>
<i>Vico 4D BIM Scheduling</i>	Planejamento e Gerenciamento	<i>Trimble</i>

FONTE: Adaptado de JOHANNES, 2019; ACCA SOFTWARE, 2021a; ORÇAFASCIO, 2021; ALTOQI, 2021b; ALTOQI, 2021c; AUTODESK, 2021c; NEMETSCHEK, 2021; TRIMBLE, 2021.

### 3 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento desta pesquisa, empregamos a abordagem quantitativa, utilizando estatísticas para demonstrar os resultados obtidos. Foi realizada uma entrevista com profissionais de diversas empresas do setor de projetos arquitetônicos e complementares, além de execução, no ramo da construção civil da cidade de Anápolis/GO.

Os entrevistados foram selecionados de acordo com o ramo de atuação, abrangendo as áreas de arquitetura, projetistas complementares (elétricos, hidráulicos, sanitários, estruturais e outros), planejamento, orçamento e execução, quanto ao conhecimento sobre a implementação e uso da plataforma BIM na criação e execução de seus projetos.

A aplicação do questionário ocorreu de forma *on-line* através da plataforma virtual *JotForm*. Por meio dela foi possível enviar o *link* por *WhatsApp* e *e-mail* para cada profissional selecionado, de modo que o levantamento foi realizado entre os dias 13 e 27 de setembro de 2021.

As perguntas elaboradas por Ferreira e Santos (2021) referentes a pesquisa realizada em Goianésia/GO e Jaraguá/GO foram devidamente estimadas, levando em consideração novas perspectivas e abordagens para o desenvolvimento do formulário destinado à pesquisa em Anápolis/GO. O questionário elaborado, como é possível visualizar no Apêndice A, foi composto por questões exploratórias e objetivas, desde o questionamento do conhecimento do que significa BIM, até os desafios de sua implementação, sendo aplicada a 55 profissionais previamente selecionados dentro do mercado da indústria da construção civil.

O questionário foi composto por 15 perguntas, sendo que as primeiras 3 questões eram descritivas, com a finalidade de saber o nome, *e-mail* e telefone dos mesmos, as 12 questões restantes eram objetivas, de modo que 9 delas consistiam em respostas de SIM ou NÃO e as outras 3 de múltipla escolha, buscando facilitar a compreensão dos entrevistados. Através de ligações e mensagens enviadas por *WhatsApp* e *e-mail*, foram alcançadas um total de 40 respostas.

A análise dos resultados referentes às questões objetivas será realizada por meio de gráficos comparativos, visando ponderar sobre a compreensão e o emprego da Modelagem de Informação da Construção no cenário Anapolino.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

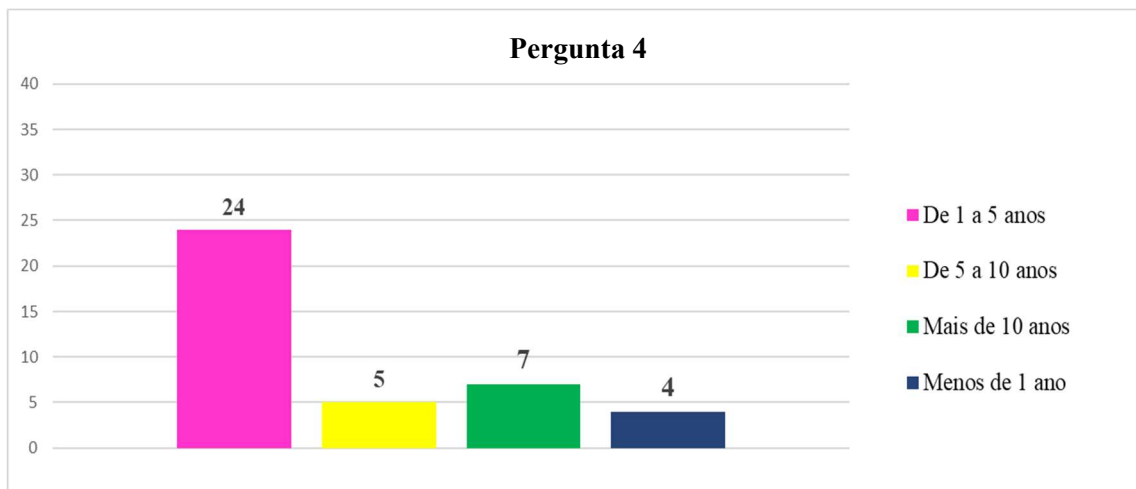
A entrevista realizada na cidade de Anápolis/GO foi direcionada à profissionais previamente selecionados que atuam como arquitetos urbanistas e engenheiros civis, devidamente registrados pelo CAU e CREA, respectivamente.

### 4.1 INFORMAÇÕES SOBRE A ÁREA DE ATUAÇÃO DOS ENTREVISTADOS

Após a conclusão do questionário, obteve-se um somatório de 40 respostas de um total de 55 solicitações. Das 15 perguntas elaboradas, as primeiras 3 indagações foram descritivas, de modo que visaram conhecer um pouco sobre o escritório e/ou profissional contatado, Pergunta 01 (Nome do escritório), Pergunta 02 (E-mail para contato), Pergunta 03 (Telefone) e por fim, a quarta e quinta perguntas solicitavam uma resposta de múltipla escolha, buscando identificar o período e área de atuação do mesmo.

Indagando sobre o período de inserção no mercado da construção civil, a Pergunta 04 (Tempo de atuação) apresentou referente a este espaço amostral um percentual de que 10% dos entrevistados atuam há menos de 1 ano como arquiteto(a) e/ou engenheiro(a) na indústria da construção civil; a maioria dos profissionais entrevistados, representando 60% dos respondentes alegaram que ainda estão nos 5 primeiros anos de carreira; 12,5% deles estão atuando entre o período de 5 a 10 anos e os 17,5% restantes atuam há mais de 10 anos no mercado, como exposto no Gráfico 1.

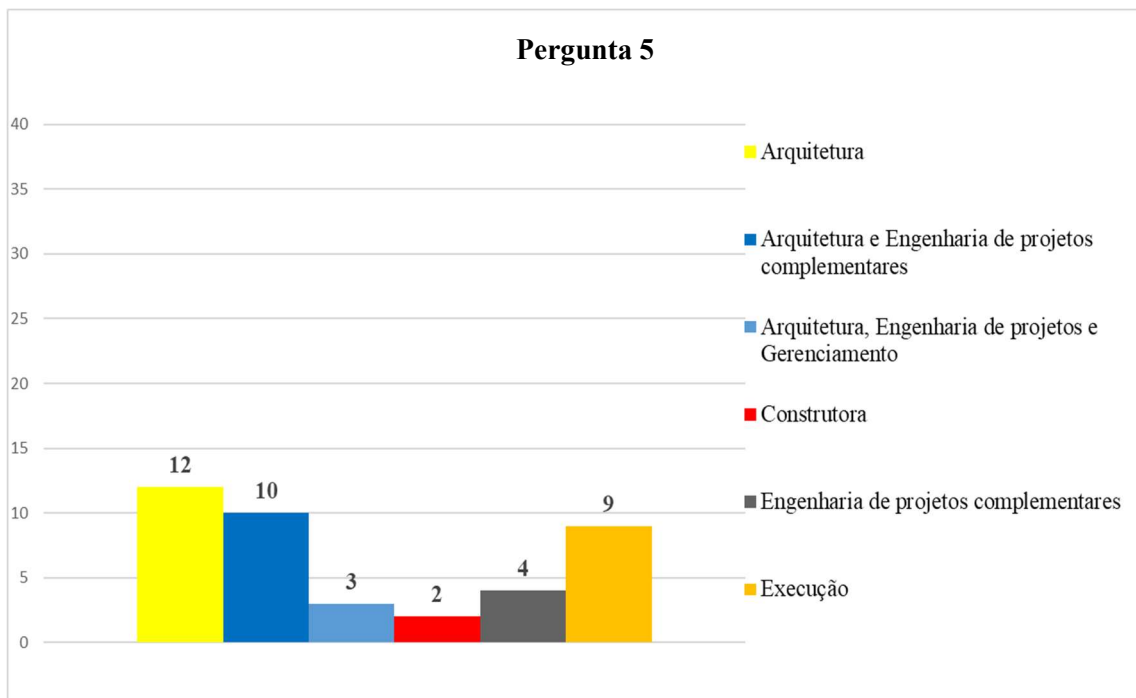
**Gráfico 1 - Período de atuação do escritório**



Fonte: AUTORAS, 2021.

Finalizando com a Pergunta 05 (Dentre as opções abaixo, qual o ramo de atuação do escritório), foi possível contabilizar, conforme o Gráfico 2, que 30% dos profissionais são arquitetos urbanistas; 10% são engenheiros de projetos complementares; 25% trabalham com arquitetura e engenharia; 7,5% estão direcionados à área de arquitetura, engenharia e gerenciamento; 5% fazem parte de construtoras, e os 22,5% restantes trabalham diretamente com execução.

**Gráfico 2 - Atuação do escritório**



Fonte: AUTORAS, 2021.

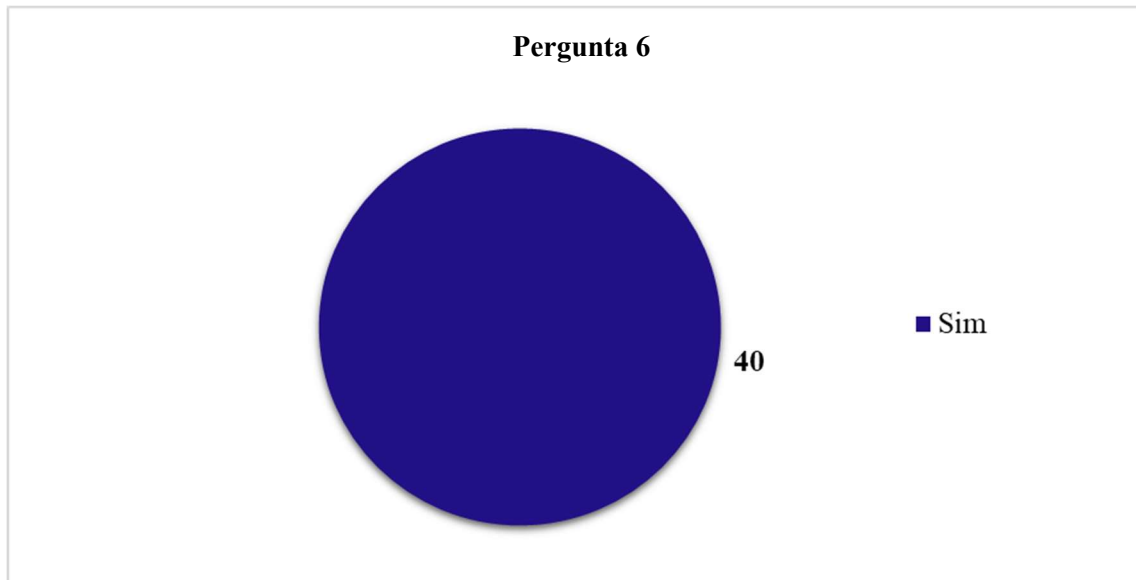
## 4.2 CONHECIMENTO SOBRE A METODOLOGIA BIM

O conceito de BIM, como alega Gonçalves Junior (2018), é algo que as pessoas comumente se confundem ao interpretarem ou simplesmente não sabem exatamente o que quer dizer, mesmo para profissionais do ramo da construção. Diante disso, acabam por conversarem sobre essa metodologia, e até julgam ser importante para a construção civil, mas não possuem domínio do que dizem.

Com o intuito de avaliar o conhecimento dos profissionais selecionados a respeito da Modelagem de Informação da Construção, a Pergunta 06 (Sabe o que significa o termo “BIM”?) proporcionou uma resposta um tanto satisfatória como mostra o Gráfico 3, de modo que, dos 40 entrevistados, 100% deles responderam conhecer o significado do acrônimo. Traçando um

paralelo com a pesquisa de Ferreira e Santos (2021), do total de 22 participantes de seu levantamento, 95% dos contatados alegaram ter ciência sobre o conceito de BIM, onde apenas 5% deles pronunciaram não saber do que se tratava o termo.

**Gráfico 3 - Significado de BIM**



Fonte: AUTORAS, 2021.

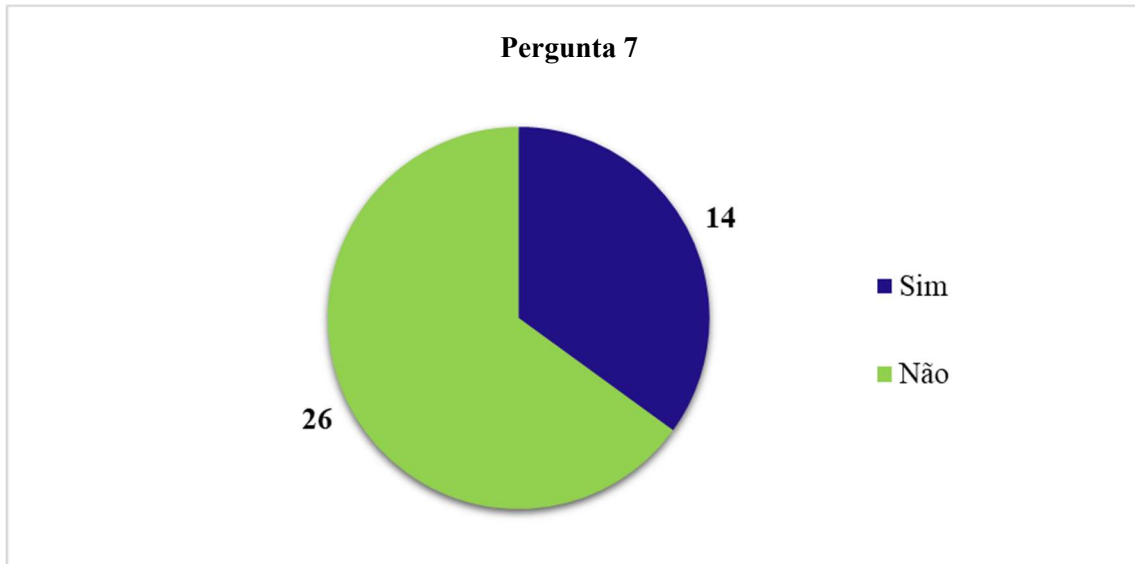
Uma pesquisa realizada por Brender, Lima e Ribeiro (2016) em diversas cidades brasileiras contatou diferentes profissionais de arquitetura e urbanismo através de questionário eletrônico e em uma de suas perguntas, a qual procurava saber se já ouviram falar em BIM - *Building Information Modeling*, foi reportado que 37 dos entrevistados, representando um percentual de 72,5% afirmaram conhecer essa metodologia, ao passo que 14 deles, ou seja, 27,5% julgaram não ter ciência deste termo.

No que se refere ao entendimento de como essa metodologia se define, Gonçalves Junior (2018, p. 2) explica que frequentemente o BIM é taxado de forma errônea como “um sistema ou ferramenta de modelação tridimensional”. Como assegurado por ele, “BIM não é um *software*”, o que qualifica uma ferramenta como BIM é a competência de o *software*/programa fornecer objetos paramétricos e a interoperabilidade entre os sistemas.

Partindo dessa premissa, a Pergunta 07 (No seu entendimento, BIM é um *software*?) busca retratar o quanto os profissionais que atuam como projetistas entendem da ferramenta que sustenta suas criações e trabalhos. O Gráfico 4 exhibe um percentual de que 35% dos entrevistados responderam SIM, afirmando que o BIM é efetivamente um *software*. Em

contrapartida, 65% dos profissionais contrapuseram de forma correta, isto é, que o BIM não é um *software*.

**Gráfico 4 - BIM é um *software* ou não?**



Fonte: AUTORAS, 2021.

Considerando o levantamento realizado por Ferreira e Santos (2021) quanto ao mesmo questionamento, 36% de seus entrevistados responderam SIM, pois acreditavam que o BIM se tratava de um *software*, já os 64% que restaram, possuíam confiança ao responder que não diz respeito a um *software*.

Tendo em mente que anteriormente, no Gráfico 3, todos os profissionais responderam que tem conhecimento do significado do termo BIM e levando em conta o Gráfico 4, em que 35% dos entrevistados afirmaram que o BIM é um *software*, é possível correlacionar tais resultados e depreender que parte dos entrevistados não entendem completamente a metodologia BIM, possuindo conhecimentos superficiais sobre a plataforma. Isto é, apesar de todos os contatados acreditarem saber o que essa plataforma é e o que ela proporciona para o desenvolvimento de projetos, somente uma parcela deste todo sabem realmente do que se trata e o que caracteriza essa tecnologia.

Estes resultados mostram que ainda é necessário ampliar a disseminação de informações sobre essa tecnologia, para que os profissionais que trabalham no desenvolvimento de projetos e na execução de obras passem a conhecer e entender efetivamente com o que estão trabalhando ou no que virão a trabalhar.

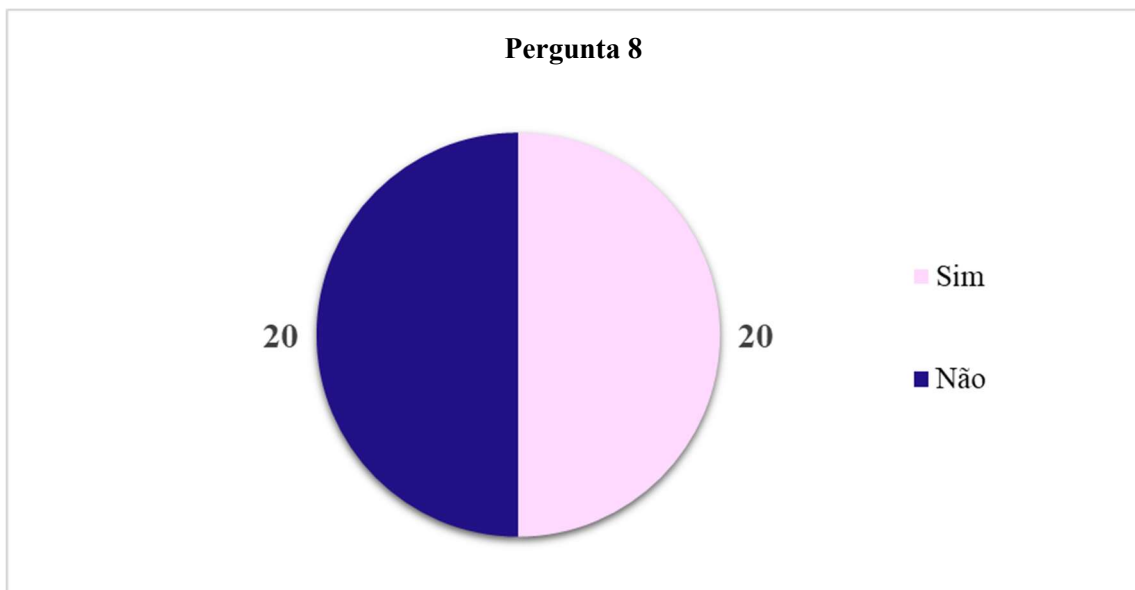
### 4.3 INTERESSE NA IMPLANTAÇÃO DA METODOLOGIA BIM

A CBIC (2016b, p. 24) demonstra que em uma pesquisa realizada com projetistas em BIM da Comissão Especial de Estudos CEE-134 da ABNT no Brasil, tais profissionais opinaram a respeito do porquê e da lenta e gradual adoção do BIM na sociedade brasileira, com isso compuseram um compilado de possíveis motivos para esse processo, podendo resultar devido:

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

Com o objetivo de quantificar o cenário da adoção da plataforma BIM em Anápolis/GO pelos profissionais delegados, foi proposta a Pergunta 08 (O escritório já utiliza a metodologia BIM?), com isso o resultado obtido demonstrou, conforme o Gráfico 5, que 50% dos escritórios e/ou profissionais já adotam essa metodologia em seu cotidiano, em contraposição à 50% que ainda não a utilizam.

**Gráfico 5 - Emprego da metodologia BIM nos escritórios de Anápolis/GO**



Fonte: AUTORAS, 2021.



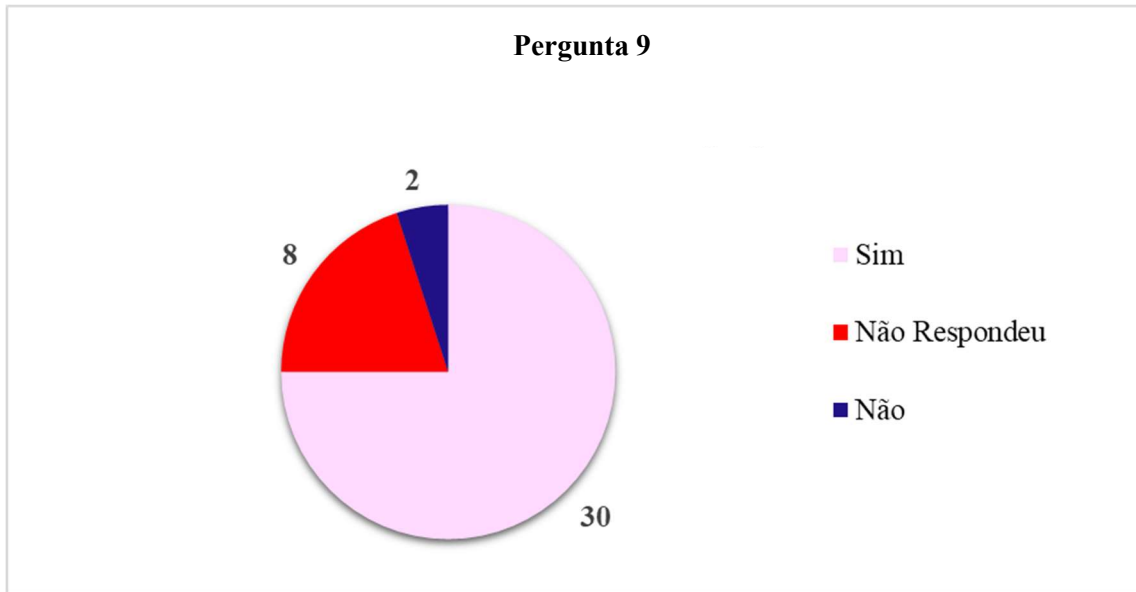
Ao questionar o porquê de adotar a tecnologia BIM, pode ser levado em consideração a questão da modernização e da criação de novas tecnologias. É visto que a indústria da construção civil é estimulada através de pesquisas, inovações e principalmente pela competitividade, que conseqüentemente provocam ganhos de produtividade e aumento do lucro empresarial e do país (ABDI, 2017).

O Sienge (2021) explica que apesar de o setor da construção civil brasileira ser responsável por 8% do PIB nacional, este é o que menos investe em sistemas inovadores, podendo ser considerado como um setor ineficiente quando se trata em adotar novas tecnologias para alavancar sua produtividade, expressando um percentual de 35,7% em aplicações tecnológicas, de acordo com o levantamento realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), já a construção em si limita-se a apenas 29,6% em investimentos. Apesar disso, “a construção civil investe, por ano, R\$ 212 bilhões em novas contratações e compras. Ou seja, isso quer dizer que o setor tem evoluído em seus investimentos e em tecnologia”.

Partindo desse ponto, como retrata a ABDI (2017, p. 9), acrescer novas tecnologias e métodos às equipes de desenvolvimento de projeto se torna um caminho sem volta. Em outras palavras, adotar o BIM configura uma mudança de paradigmas, o emprego dessa metodologia é uma estratégia para impulsionar a industrialização da construção civil, e com isso “obter resultados significativos em termos de produtividade, sustentabilidade, controle, transparência e otimização da alocação de gastos públicos com obras”.

Buscando conhecer a pretensão dos profissionais que ainda não trabalham com BIM em incorporá-la no desenvolvimento de novas criações, a Pergunta 09 (Caso a empresa ainda não trabalhe utilizando a metodologia BIM, pretende futuramente incorporá-la no desenvolvimento de novos projetos?) apresenta, de acordo com o Gráfico 6, que 75% dos entrevistados dizem ter interesse em adotar essa metodologia na criação de futuros projetos, tornando suas próximas criações totalmente desenvolvidas em um ambiente integrado e colaborativo através da plataforma BIM, em contrapartida, existe uma oposição referente a 5% dos profissionais que retratam não terem tal anseio, mantendo sua preferência pelos métodos tradicionais de criação e execução.

Gráfico 6 - Incorporação do BIM em novos projetos



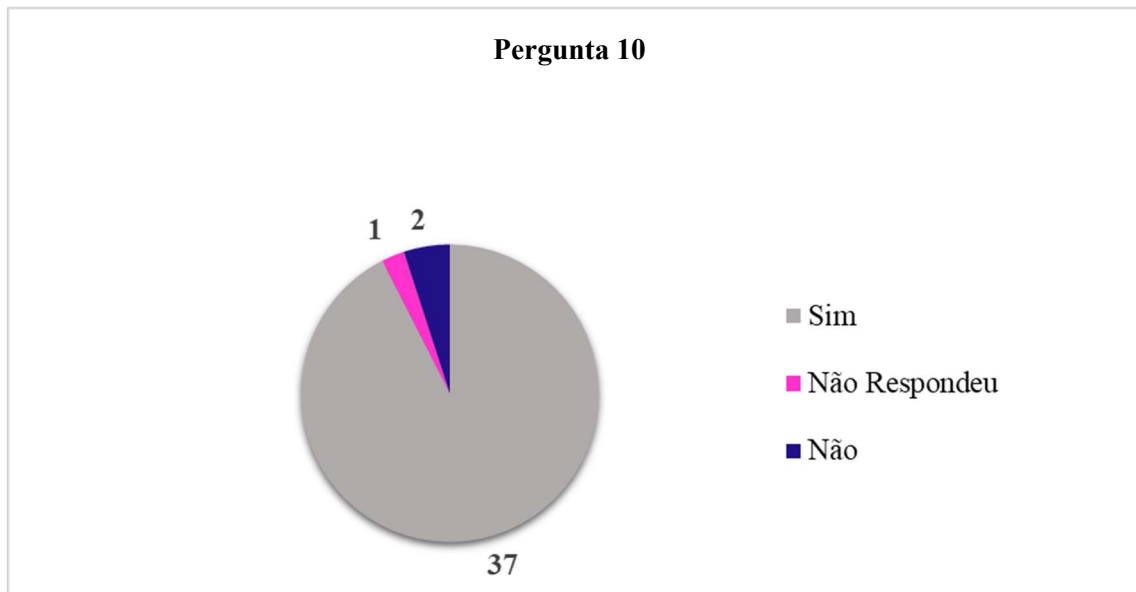
Fonte: AUTORAS, 2021.

#### 4.4 INCOMPATIBILIDADE ENTRE PROJETOS

Com a finalidade de visualizar de forma prática a proporção de uso da metodologia BIM pelos profissionais selecionados no que diz respeito à sobreposição dos modelos, foram feitas 3 perguntas sobre a incompatibilidade de projetos.

A primeira indagação se tratava de profissionais que atuam ou atuaram em execução de obras caso já tenham tido contato com erros ao sobrepor os projetos e/ou realizarem o que eles descreviam, dessa forma a Pergunta 10 (Se atua/atuou em execução ou acompanhamento de obras, já presenciou problemas de incompatibilidade entre projetos? Seja arquitetura x estrutura, estrutura x hidrossanitário, entre outros?) reportou que do total de 40 entrevistados respondentes, 92,5% deles declararam que já haviam presenciados tais problemas de incompatibilidade, outros 2 profissionais, que representam 5% desse total, divulgaram não terem presenciado tal situação, enquanto os 2,5% restantes não responderam ao questionamento, conforme exibe no Gráfico 7.

Gráfico 7 - Problemas de incompatibilidade entre modelos



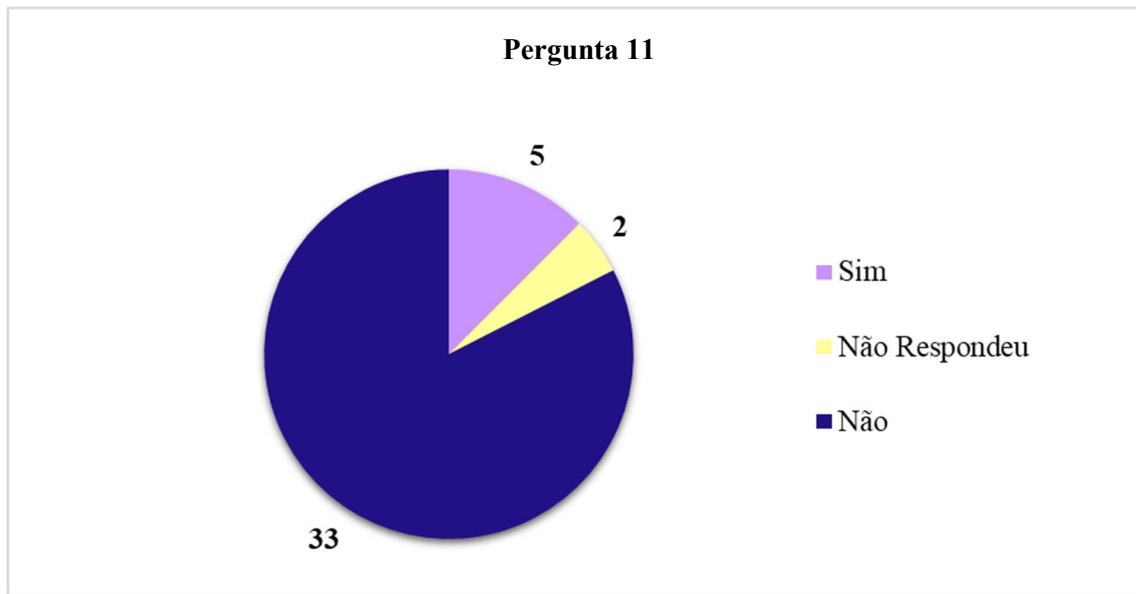
Fonte: AUTORAS, 2021.

Tomando como referência os dados da pesquisa realizada por Ferreira e Santos (2021), 77% dos 22 profissionais contatados pelos mesmos, alegaram sofrer com problemas de incompatibilidade durante a execução da obra, enquanto os outros 23% responderam que não presenciaram tal desafio.

Segundo Vasconcelos (2018), a compatibilização é um fator fundamental para o desenvolvimento de novos projetos, através dela torna-se possível a detecção de problemas ainda na fase inicial de sua formulação e passam a ser viáveis as suas correções, o que promove uma diminuição gradativa e considerável de erros e inconsistências durante a realização das obras, reduzindo assim o tempo e o custo da construção.

A segunda pergunta proposta buscava identificar se os entrevistados que responderam SIM à pergunta anterior (Pergunta 10) haviam desenvolvido seus projetos utilizando a plataforma BIM, Pergunta 11 (Caso a resposta anterior tenha sido SIM, os projetos em questão foram desenvolvidos em plataforma BIM?). Como retrata o Gráfico 8, 82,5% dos respondentes disseram que não utilizaram os programas que fazem parte da metodologia BIM no desenvolvimento de seus projetos, enquanto que 12,5% dos entrevistados pronunciaram que utilizaram a plataforma, e 5% deles não responderam a indagação.

Gráfico 8 - Utilização da plataforma BIM



Fonte: AUTORAS, 2021.

Ponderando sobre as respostas referentes a Pergunta 10 e a Pergunta 11, é possível compreender que a provável causa para que a incompatibilidade entre os diversos modelos de projeto tenha ocorrido seja resultado da não utilização dos *softwares* que compõem a metodologia BIM. O fato de não se utilizar a plataforma BIM corrobora para o surgimento de erros nos projetos e incompatibilidades ao sobrepor os modelos, isso resulta em gastos desnecessários e prolongamento do tempo de obra.

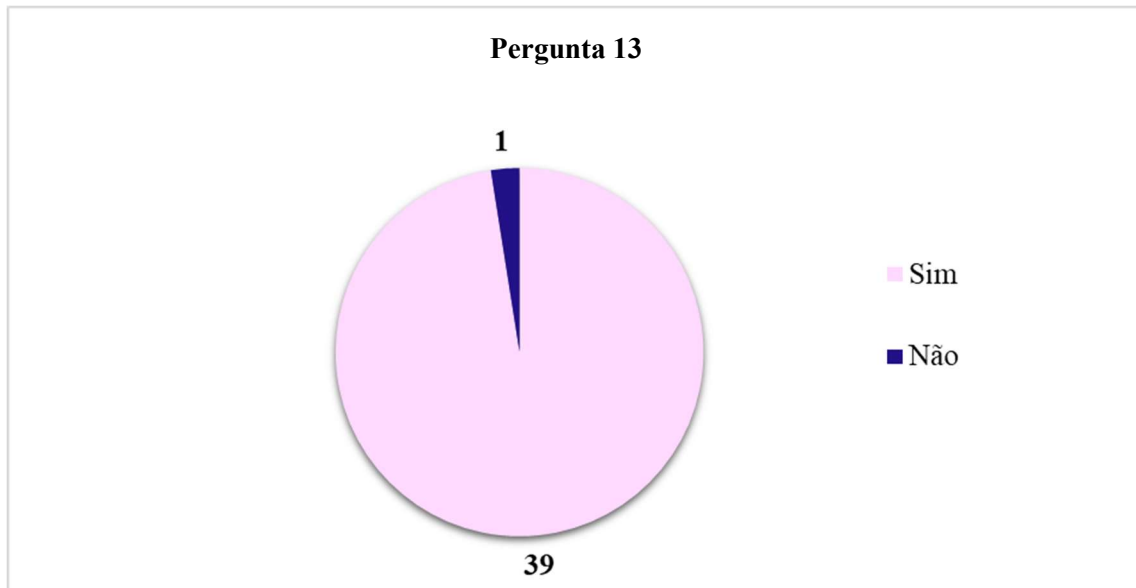
Vasconcelos (2018) ressalta que uma das principais vantagens de se utilizar a metodologia BIM em novas criações se deve ao fato da possibilidade de permitir a interação entre os projetos de arquitetura, estrutura, elétrico, dentre outros, unificando-os em um único modelo digital e totalmente integrado.

A última pergunta discutida por essa temática questionava se os participantes da pesquisa acreditavam que a metodologia BIM fornecia informações construtivas para a efetiva redução de erros ao compatibilizar projetos de diferentes disciplinas, trazendo a Pergunta 13 (Acredita que a metodologia BIM proporciona informações necessárias para a redução dos erros de incompatibilidade?).

A partir das respostas referente a Pergunta 13, obteve-se que 97,5% dos questionados afirmaram que acreditam que o BIM fornece informações que são importantes e imprescindíveis ao desenvolvimento de modelos compatíveis. Do total de 40 pessoas, apenas 2,5% das que responderam alegaram não concordarem com o questionamento feito, como é possível observar no Gráfico 9. Considerando o levantamento realizado por Ferreira e Santos

(2021) quanto a mesma pergunta realizada em seu estudo, 100% dos participantes das cidades de Goianésia/GO e Jaraguá/GO concordaram que esse *software* garante dados necessários à minimização de erros durante a compatibilização.

**Gráfico 9 - Redução de erros de incompatibilidade**



Fonte: AUTORAS, 2021.

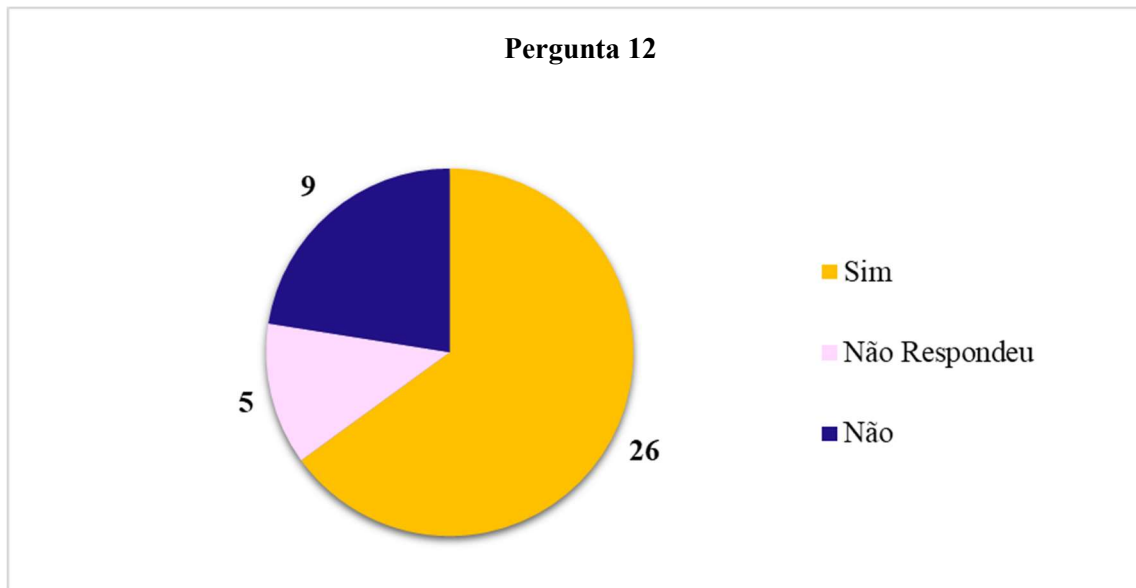
#### 4.5 REDUÇÃO DE CUSTOS ATRAVÉS DA METODOLOGIA BIM

Ávila (2011, p. 20) explica que “à medida que as etapas de projeto avançam menor é o poder de antecipação dos problemas no canteiro de obras, já que algumas falhas e incompatibilidades serão detectadas apenas durante a construção”. Devido a esse problema recorrente ocorre a necessidade de retrabalho de diversas etapas do processo construtivo e de modelagem, esses fatores corroboram por caracterizar a edificação como um investimento dispendioso, sendo resultado de gastos de tempo e custos que poderiam e deveriam ser evitados usando da sobreposição de projetos e seu estudo detalhado.

Com a finalidade de contabilizar os casos em que a Modelagem de Informação da Construção proporcionou a redução de custos no decorrer de uma obra, foi elaborada a Pergunta 12 (Com a utilização da plataforma BIM, observou alguma redução no custo final do empreendimento?), direcionada ao público previamente selecionado e por meio desta, obteve-se, segundo mostra o Gráfico 10, que 65% dos entrevistados asseguraram que devido ao uso da plataforma BIM, houve a redução do custo final do empreendimento; 22,5% das pessoas que

responderam declararam por não visualizarem essa redução de gastos, enquanto 12,5% dos 40 solicitados não deixaram sua opinião.

Gráfico 10 - Redução do custo da obra através do BIM



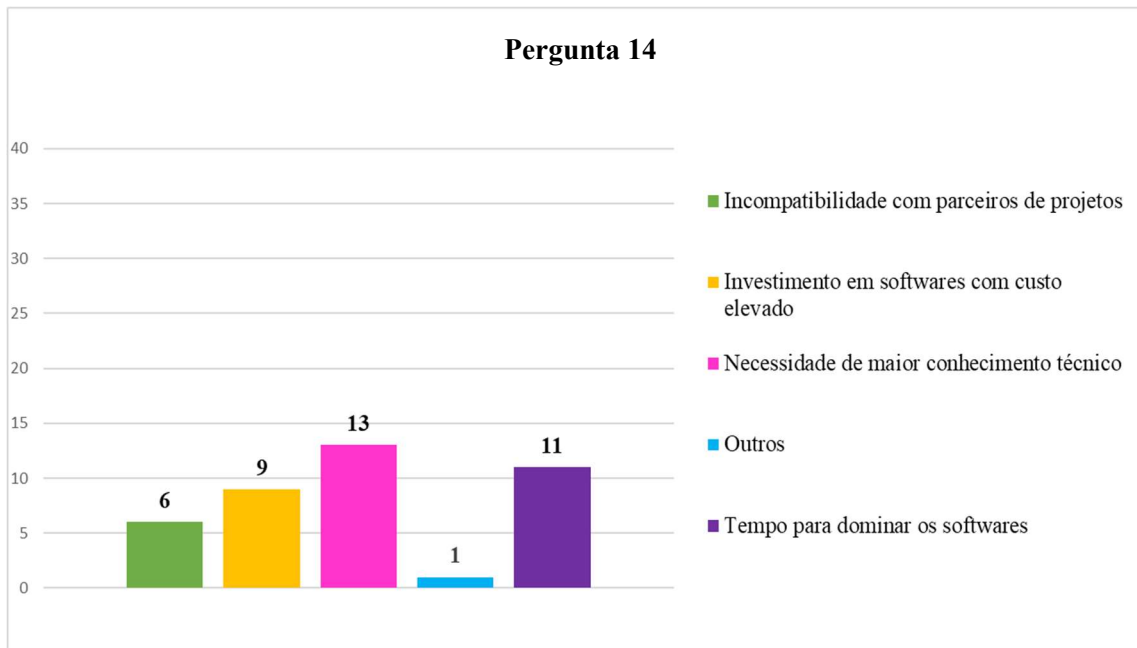
Fonte: AUTORAS, 2021.

#### 4.6 BARREIRAS DA METODOLOGIA BIM

A Pergunta 14 (Qual das seguintes alternativas você acredita ser um empecilho para uma ampla disseminação da metodologia BIM?), penúltima do questionário virtual, trazia como objetivo direcionar quais seriam as maiores barreiras para a disseminação da plataforma BIM na cidade de Anápolis/GO.

De acordo com os respondentes, 15% deles informaram que existe uma incompatibilidade de trabalho com outros parceiros; 22,5% dos entrevistados disseram que os investimentos em *softwares* BIM geram um custo bastante elevado, impedindo o progresso da metodologia no desenvolvimento de projetos; 32,5% deles acreditam que é necessário haver um maior conhecimento técnico a respeito da plataforma; 27,5% avaliaram que o tempo para dominar os *softwares* representa um empecilho para sua adoção e apenas 2,5% (corresponde a 1 entrevistado) acredita que haja outros empecilhos para essa disseminação, como observado no Gráfico 11.

Gráfico 11 - Empecilhos da disseminação da plataforma BIM



Fonte: AUTORAS, 2021.

Tendo em vista as principais barreiras para a crescente disseminação da metodologia BIM na cidade de Anápolis/GO, é possível compreender o porquê de 5% dos profissionais que responderam à Pergunta 9 dizerem que não pretendem adotar esse método no desenvolvimento de novos projetos, considerando também as 8 pessoas que não responderam a essa indagação. A Pergunta 14 revela que incorporar essa tecnologia envolve gastos financeiros e de tempo, cabendo aos profissionais envolvidos muita dedicação e envolvimento para dominar suas ferramentas.

De acordo com Paiva (2016), embora existam vários benefícios oriundos da implementação da plataforma BIM, como citados no decorrer desse trabalho, surgem muitas barreiras que impedem a difusão dessa metodologia, podendo estas serem de origem cultural, financeira, legal e/ou tecnológica.

O Sienge (2020) interrogou um total de 396 empresas e profissionais autônomos sobre quais as maiores dificuldades para a adoção do BIM no Brasil. Observou-se que 195 entrevistados afirmaram que as barreiras financeiras, referentes aos *softwares* e equipamentos necessários para a adoção completa dessa tecnologia impedem que sejam dados os próximos passos para sua incorporação no desenvolvimento de novos projetos.

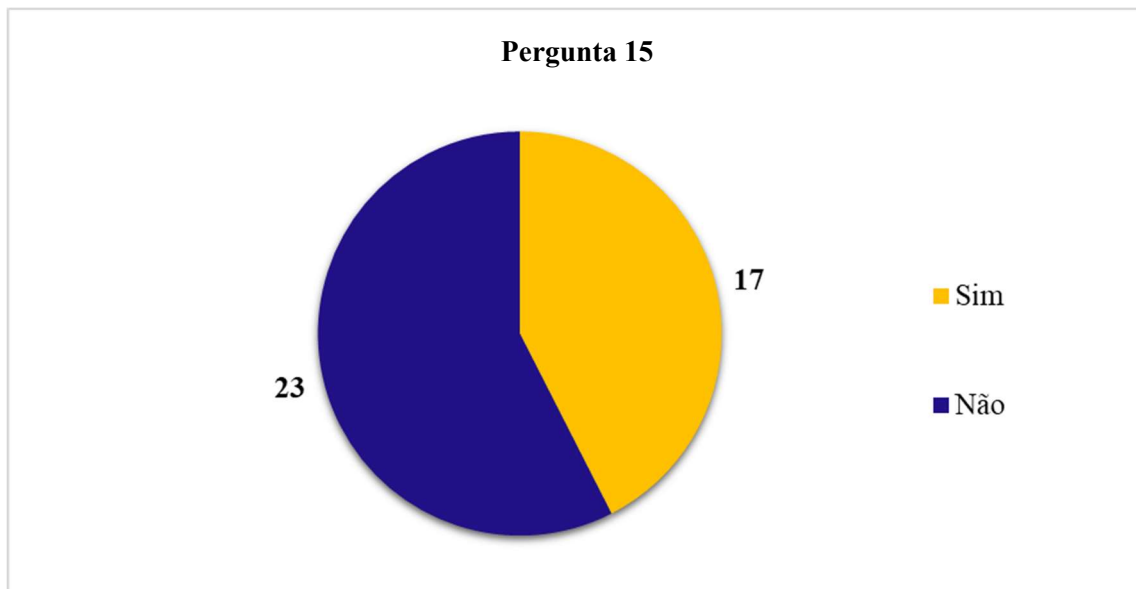
#### 4.7 DECRETO N° 10.306

O método de modelagem BIM tem se tornado um marco revolucionário no gerenciamento de empreendimentos no que se refere a novas tecnologias de colaboração, antecipação de erros, tomadas de decisões e a possibilidade de reduzir riscos por inaptidão de coordenação de dados. O Sienge (2020) cita a respeito da implementação dessa tecnologia que:

“O investimento não só está aumentando por causa da obrigatoriedade prevista no Decreto n° 10.306/2020, ou para a melhoria dos processos internos. Mas também, nota-se que esta tecnologia está promovendo mudanças na forma de pensar e agir, encorajando a visão dos projetos a longo prazo e com uma colaboração multidisciplinar”.

Visando contabilizar o conhecimento dos arquitetos urbanistas e engenheiros civis entrevistados quanto a existência do Decreto n° 10.306, que entrou em vigor em abril de 2020, Brasil (2020), a Pergunta 15 (Tem ciência do Decreto n° 10.306, de 2 de abril de 2020?) mostrou, conforme o Gráfico 12, que apenas 42,5% dos profissionais que responderam ao questionamento sabem da sua existência e do que se trata o Decreto, ao passo que 23 pessoas, representando os 57,5% restantes da pesquisa, avaliaram não terem conhecimento do mesmo.

**Gráfico 12 - Decreto n° 10.306**



Fonte: AUTORAS, 2021.

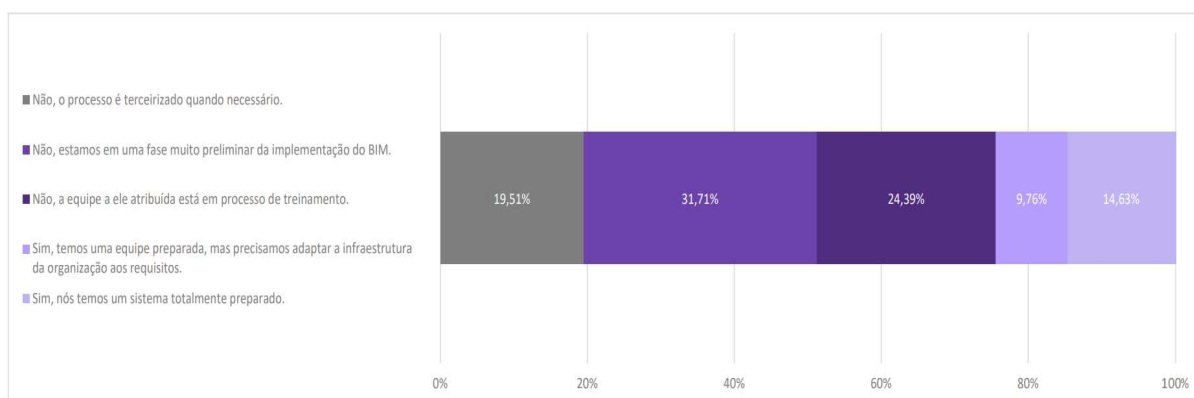
Em um levantamento realizado por Sienge (2020) acerca da preparação das empresas brasileiras para atender a obrigatoriedade do Decreto n° 10.306/2020, Brasil (2020), em licitações públicas, foi divulgado o Gráfico 13, que retrata que 19,51% dessas empresas terceirizam os serviços BIM quando necessários; 31,71% alegam estar numa fase de iniciação



para a implantação da metodologia BIM; 24,39% dizem estar com a equipe de projetistas em período de treinamento; 9,76% relataram que possuem uma equipe preparada, mas que ainda precisam adaptar a infraestrutura da empresa às condições necessárias a esse trabalho, e por fim, 14,63% asseguram estarem totalmente preparadas para atender a esse serviço.

### Gráfico 13 - Preparação das empresas brasileiras para trabalho com o *software* BIM

*Sua organização é treinada para atender às especificações BIM quando solicitadas em licitações públicas?*



Fonte: SIENGE, 2020.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento deste trabalho permitiu avaliar de forma concisa a importância e os fatores mais relevantes ao se utilizar a plataforma de Modelagem da Informação da Construção (BIM), fazendo um apanhado de seus principais elementos e funcionalidades, bem como, através da entrevista realizada por meio de formulário eletrônico, passa-se a conhecer o cenário de sua implementação na cidade de Anápolis/GO.

Com a incorporação do BIM na indústria da construção civil, é previsto um aumento significativo no Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro, representando um grande desenvolvimento para a economia do país, o que promove investimentos em novas construções e garante a geração de empregos nos municípios.

A adoção da modelagem BIM no planejamento de projetos tem apresentado um grande avanço, não somente no que se refere à sua evolução histórica. Sua utilização vem ganhando espaço em meio aos escritórios e no dia a dia das obras, trazendo ganhos de tempo, de mão de obra e recursos, além de promover listas de materiais bastante otimizadas, que acabam por reduzir os custos e desperdícios da construção.

Tendo em vista o levantamento realizado através do questionário eletrônico sobre o conhecimento e utilização da plataforma BIM pelos profissionais de Anápolis/GO, fica evidente o quanto essa tecnologia está presente e se expandindo no centro oeste goiano.

Os resultados mostram que apesar de 100% dos entrevistados terem conhecimento do que esse acrônimo significa, muitos deles ainda não implementaram essa metodologia no desenvolvimento de seus projetos, em alguns casos devido à necessidade de maior conhecimento técnico e em função do tempo de treinamento e dos gastos na aquisição de *softwares*, entretanto, estes alegam terem a intenção de incorporá-la futuramente em suas modelagens.

Com o intuito de contribuir para com a comunidade acadêmica, este trabalho propôs analisar a perspectiva de adoção da plataforma BIM pelos profissionais anapolinos, buscando conhecer sobre o que pensam e entendem sobre ela, e a partir daí, traçar paralelos com as cidades goianas e demais regiões quanto a sua implementação.

### 5.1 PROPOSTAS PARA FUTURAS PESQUISAS

Pensando em futuras pesquisas e estudos sobre o tema, podemos propor a abordagem quanto a:

- a) Saber quais os *softwares* mais utilizados pelos profissionais de arquitetura e engenharia civil, e conhecer o custo benefício de cada um deles.
- b) Utilizar a plataforma BIM na concepção de futuros projetos, e realizar a compatibilização entre as diferentes disciplinas, buscando visualizar de forma prática a redução de possíveis erros e custos.
- c) Promover pesquisas que alcancem diferentes áreas e profissionais, para avaliar se o BIM está ganhando espaço na cidade de Anápolis/GO, e qual o percentual deste crescimento.

## REFERÊNCIAS

ABDI. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. **Guia 01 - Processo de Projeto BIM**: coletânea guias bimabdi-mdic. Brasília, DF: Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. 312 p. 2017.

ACCA SOFTWARE. **EdiLus**: a solução BIM para projetar de forma mais fácil e obter resultados profissionais. Acca Software, 2021a. Disponível em: <<https://www.accasoftware.com/ptb/software-calculo-estrutural>>. Acesso em: 26 out. 2021.

ACCA SOFTWARE. **Programa de Arquitetura Edificius**. Edificius. 2021b. Disponível em: <<https://www.accasoftware.com/ptb/programa-de-arquitetura>>. Acesso em: 4 out. 2021.

ACCA SOFTWARE. **Software BIM 5D**. Edificius. jul. de 2020. Disponível em: <[https://www.youtube.com/watch?v=etB1J8\\_GSLA](https://www.youtube.com/watch?v=etB1J8_GSLA)>. Acesso em: 11 out.2021

ALVES, Celestino Maia Fradique *et al.* **O que são os BIM?** 2012. 16 p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2012.

ANDRADE, Max Lira Veras X. de; RUSCHEL, Regina Coeli. **Interoperabilidade De Aplicativos Bim Usados Em Arquitetura Por Meio Do Formato IFC**. Gestão & Tecnologia de Projetos, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 76-111, nov. 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6120**: Ações para o cálculo de estruturas de edificações. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6122**: Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6123**: Forças devidas ao vento em edificações. Rio de Janeiro: ABNT, 1988.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7480**: Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado - Especificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8681**: Ações e segurança nas estruturas - Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.

AUTODESK. **O que é o Autodesk BIM 360™?** Autodesk. 2021a. Disponível em: <<https://knowledge.autodesk.com/pt-br/search-result/caas/CloudHelp/cloudhelp/PTB/About-BIM360/files/GUID-A4AF6DE0-3BE4-4CF4-9C84-C780A870D5E2-html.html>>. Acesso em: 4 out. 2021.

AUTODESK. **Revit para Engenharia de Sistemas Mecânicos, Elétricos e Hidráulicos**. Revit. 2021b. Disponível em: <<https://www.autodesk.com.br/products/revit/mep>>. Acesso em: 4 out. 2021.

AUTODESK. **Robot Structural Analysis Professional**: Software de análise estrutural para engenheiros. Autodesk, 2021c. Disponível em: <<https://www.autodesk.com/products/robot-structural-analysis/overview>>. Acesso em: 26 out. 2021.

AUTODESK. **Visão geral O que é o Navisworks?** Autodesk. 2021d. Disponível em: <<https://www.autodesk.com.br/products/navisworks/overview>>. Acesso em: 11 out. 2021.

AUTOQI. **O mundo mudou e o QiBuilder também**. Qibuilder. 2021a. Disponível em: <<https://altoqi.com.br/qibuilder/>>. Acesso em: 4 out. 2021.

AUTOQI. **QiCloud - Projetos e construções sempre conectados**. Altoqi, 2021b. Disponível em: <<https://altoqi.com.br/qicloud/>>. Acesso em: 26 out. 2021.

AUTOQI. **QiVisus - Software BIM para Orçamentação e Planejamento de obras**. Altoqi, São Paulo, 2021c. Disponível em: <<https://altoqi.com.br/qivisus/>>. Acesso em: 26 out. 2021.

ÁVILA, Vinícius Martins. **Compatibilização de projetos na Construção Civil, Estudo de caso em um edifício residencial**. 2011. 86 p. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

AZHAR, Salman. **Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry**. Leadership and Management in Engineering, Auburn, v. 1, n. 1, p. 241-252, jul. 2011.

BARISON, M. B.; SANTOS, E. T. **Ensino de BIM: Tendências Atuais no Cenário Internacional**. Gestão & Tecnologia de Projetos, São Carlos, v. 6, n. 2, p. 67-80, dez. 2011.

BENTLEY SYSTEMS. **Bentley Systems Acquire a Synchro Software para Expandir os Fluxos de Trabalho Digitais para Entrega de Projetos de Infraestrutura Através da Modelagem da Construção 4D**. Bentley Systems, jun. 2018. Disponível em: <<https://www.bentley.com/pt/about-us/news/2018/june/20/synchro-acquisition>>. Acesso em: 11 out. 2021.

BRASIL. **DECRETO Nº 10.306, DE 2 DE ABRIL DE 2020**. 2020. DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO. Edição 65. Seção 1. Página 1-5. Atos do Poder Executivo. Brasília, DF, 2020. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-10.306-de-2-de-abril-de-2020-251068946>>. Acesso em: 30 mar. 2021.

BRASIL. **LEI Nº 14.133, DE 1º DE ABRIL DE 2021**. 2021. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. SECRETARIA GERAL: Subchefia para Assuntos Jurídicos. Brasília, DF, 2021. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2021/lei/L14133.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/L14133.htm)>. Acesso em: 01 nov. 2021

BRENDER, Murilo Dias; LIMA, Natália Baêta Vieira; RIBEIRO, Sidnea Eliane Campos. **Conhecimento e Estimativa do uso do BIM pelos profissionais atuantes das indústrias AEC no Brasil**. Construindo: FUMEC, Belo Horizonte, v. 8, n. 2, p. 1-8, jul. 2016.

- CALLEGARI, Simara. **Análise da Compatibilização de Projetos em Três Edifícios Residenciais Multifamiliares**. 2007. 160 p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.
- CAMPESTRINI, Tiago Francisco *et al.* **Entendendo BIM**. Curitiba: Tiago Francisco Campestrini, 2015.
- CBIC (Brasil). Câmara Brasileira da Indústria da Construção - CBIC: **Volume 1 - Fundamentos BIM**. Brasília - DF: Gadioli Cipolla Branding e Comunicação. 2016a. (COLETÂNEA IMPLEMENTAÇÃO DO BIM PARA CONSTRUTORAS E INCORPORADORAS). 124 p. 2016.
- CBIC (Brasil). Câmara Brasileira da Indústria da Construção - CBIC: **Volume 2 - Implementação BIM**. Brasília - DF: Gadioli Cipolla Branding e Comunicação. 2016b. (COLETÂNEA IMPLEMENTAÇÃO DO BIM PARA CONSTRUTORAS E INCORPORADORAS). 72 p. 2016.
- CBIC (Brasil). Câmara Brasileira da Indústria da Construção - CBIC: **Volume 3 - Colaboração e Integração BIM**. Brasília - DF: Gadioli Cipolla Branding e Comunicação. 2016c. (COLETÂNEA IMPLEMENTAÇÃO DO BIM PARA CONSTRUTORAS E INCORPORADORAS). 132 p. 2016.
- CNI. Confederação Nacional da Indústria. **Desafios para a Indústria 4.0 no Brasil**. Brasília, DF: Confederação Nacional da Indústria. 37p. 2016
- CUNHA, Ana Paula da. **Plataforma BIM: Na Gestão de Projetos**. 2017. 12 p. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Universidade do Sul de Santa Catarina, UNISUL, Santa Catarina, 2017.
- DESIGNSCHOOL, Architectural. **Uma breve história do BIM**. Architectural Designschool. 2021. Disponível em: <<https://por.architecturaldesignschool.com/brief-history-bim-54202>>. Acesso em: 31 mai 2021.
- EASTMAN, Chuck *et al.* **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. Porto Alegre: Bookman. 503 p. 2014.
- FARIAS, Julio Cesar; LIMA, Vinicius. **TQS é BIM?** SPBIM Arquitetura Digital, São Paulo, dez. 2020. Disponível em: <<https://spbim.com.br/tqs-e-bim/>>. Acesso em: 27 out. 2021.
- FARIAS, Julio Cesar. **O QUE É O ARCHICAD?** SPBIM Arquitetura Digital, jun. 2021. Disponível em: <<https://spbim.com.br/o-que-e-o-archicad/>>. Acesso em: 8 out. 2021.
- FERREIRA, Higor Bruno; SANTOS, Leomar Rodrigues dos. **BIM: Inovação e Tecnologia a Serviço da Eficiência Construtiva**. 2021. 66 p. TCC (Graduação) - Publicação ENC. 02 - Curso de Engenharia Civil, Faculdade Evangélica de Goianésia, Goianésia, 2021.

FIALHO, Gabriel. **Modelagem BIM é alternativa para reverter cenário atual da construção civil**. ABDI, Brasília, jun. 2018. Disponível em: <<https://www.abdi.com.br/postagem/modelagem-bim-e-alternativa-para-reverter-cenario-atual-da-construcao-civil>>. Acesso em: 26 mai 2021.

GONÇALVES JUNIOR, Francisco. **BIM: Tudo o que você precisa saber sobre esta metodologia**. Altoqi, Florianópolis, v. 01, n. 01, p. 1-71, jul. 2018. Disponível em: <<https://maisengenharia.altoqi.com.br/bim/tudo-o-que-voce-precisa-saber/#:~:text=%E2%80%9CBIM%20%C3%A9%20uma%20filosofia%20de,em%20todas%20as%20fases%20da>>. Acesso em: 11 mai 2021.

JOHANNES, Mirjam. **Software BIM: Ferramentas para todas as ocasiões**. Zigurat Global Institute of Technology, abr. 2019. Disponível em: <<https://www.e-zigurat.com/blog/pt-br/software-bim-ferramentas/>>. Acesso em: 4 out. 2021.

KHEMLANI, Lachmi. **The IFC Building Model: A Look Under the Hood**. Aecbytes, Santa Clara, v. 01, n. 01, p. 1-12, mar. 2004.

LANGNER, Cristiano *et al.* **Vantagens e Desvantagens do conceito BIM na área da construção civil**. 2019. 5 p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Unijuí, Ijuí, 2019.

LUIS ANDRÉ. **REVIT, O QUE É? Blocks**, set. 2021. Disponível em: <<https://www.blocksrvt.com/blog-posts-portuguese/revit-o-que-e>>. Acesso em: 27 out. 2021.

MULTIPLUS. **CYPECAD Software para cálculo estrutural**. Multiplus Softwares Técnicos. 2021a. Disponível em: <<https://multiplus.com/software/cypecad/index.html>>. Acesso em: 4 out. 2021.

MULTIPLUS. **CYPECAD Software para cálculo estrutural**. Multiplus Softwares Técnicos. 2021b. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=OghpGOzEacQ&t=2011s>>. Acesso em: 4 out. 2021.

NASCIMENTO, José Marcos do. **A importância da compatibilização de projetos como fator de redução de custos na construção civil**. Especialize, Goiânia, v. 01, n. 007, p. 1-11, jul. 2014.

ORÇAFASCIO. **Orçamento de obras 8x mais rápido. Orçafascio Software Para Engenharia**, São Paulo, 2021. Disponível em: <<https://www.orcafascio.com/>>. Acesso em: 26 out. 2021.

PAIVA, Daniel Capistrano Sarinho. **Uso do BIM para compatibilização de projetos: Barreiras e oportunidades em uma empresa construtora**. 2016. 23 p. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.

SIENGE. **Mapeamento de maturidade BIM Brasil**. São Paulo: Sienge, 2020. 84 p. 2020.

SIENGE. **Tecnologia BIM: Guia completo**. Sienge Plataforma, 2021. Disponível em: <<https://www.sienge.com.br/guia-completo-sobre-tecnologia-bim/>>. Acesso em: 28 out. 2021.

SILVA, Alice Duarte da. **Impactos da Indústria 4.0 na Construção Civil brasileira: XV Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia - SEGeT**. 2018a. 12 p. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Associação Educacional Dom Bosco, Rio de Janeiro, 2018.

SILVA, Alex Barbosa. **Análise Comparativa dos Momentos Fletores de Lajes Maciças Entre o Software Eberick e Métodos Simplificados**. 2018b. 164 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Campos do Sertão, Universidade Federal de Alagoas, Delmiro Gouveia, 2018.

SOLIBRI. **BIM Coordination: quality assurance for your bim projects**. Solibri. 2021. Disponível em: <<https://www.solibri.com/>>. Acesso em: 4 out. 2021.

SPBIM, Arquitetura Digital. **A História do BIM**. Arquitetura Digital, SPBIM, mar. 2021. Disponível em: <<https://spbim.com.br/a-historia-do-bim/>>. Acesso em: 31 mai 2021.

SUCCAR, Bilal. **Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders**. Automation in Construction. Austrália, p. 357-375. out. 2009.

TRIMBLE. **Tekla**. Trimble, 2021. Disponível em: <<https://www.tekla.com/br/solucoes/detalhamento-constru%C3%ADvel>>. Acesso em: 06 dez. 2021.

TQS. **Softwares para engenharia de estruturas e geotecnia**. TQS. 2021. Disponível em: <<https://www.tqs.com.br/systems/tqs-estudante/kd04pfvhi1>>. Acesso em: 17 out. 2021.

VASCONCELOS, Camila Maria Brasil. **Análise de incompatibilidade entre projetos: Estudo de caso com o uso da metodologia BIM**. 2018. 44 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro Tecnológico, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

VECTORWORKS. **THE ULTIMATE SOFTWARE FROM SKETCH TO BIM**. Vectorwoks: A NEMETSCHEK COMPANY, São Paulo, 2021. Disponível em: <<https://www.vectorworks.net/en-US/architect>>. Acesso em: 26 out. 2021.

ZANOTELLI, Rhoana Karenina Vieira Batista. **Trabalho Colaborativo Na Implementação BIM: Revisão Sistemática e Identificação De Interferências**. 2019. 60 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2019.



## APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO

### Questionário de Conhecimento da Metodologia BIM

Material de Estudo para Trabalho de Conclusão de Curso II

Karolina Luz e Isadora Modesto / Orientador: Eduardo Toledo

**01. Nome do escritório:**

**02. E-mail para contato:**

**03. Telefone:**

**04. Tempo de atuação:**

- Menos de 1 ano
- De 1 a 5 anos
- De 5 a 10 anos
- Mais de 10 anos

**05. Dentre as opções abaixo, qual o ramo de atuação do escritório?**

- Arquitetura
- Engenharia de projetos complementares (*estrutural, elétrico, hidrossanitário...*)
- Arquitetura e Engenharia de projetos complementares
- Arquitetura, Engenharia de projetos e Gerenciamento
- Construtora
- Execução

**06. Sabe o que significa o termo “BIM”?**

- sim
- não

**07. No seu entendimento, BIM é um software?**

- sim
- não

**08. O escritório já utiliza a metodologia BIM?**

sim

não

**09. Caso a empresa ainda não trabalhe utilizando a metodologia BIM, pretende futuramente incorporá-la no desenvolvimento de novos projetos?**

sim

não

**10. Se atua / atuou em execução ou acompanhamento de obras, já presenciou problemas de incompatibilidade entre projetos? Seja arquitetura x estrutura, estrutura x hidrossanitário, entre outros?**

sim

não

**11. Caso a resposta anterior tenha sido SIM, os projetos em questão foram desenvolvidos em plataforma BIM?**

sim

não

**12. Com a utilização da plataforma BIM, observou alguma redução no custo final do empreendimento?**

sim

não

**13. Acredita que a metodologia BIM proporciona informações necessárias para a redução dos erros de incompatibilidade?**

sim

não

**14. Qual das seguintes alternativas você acredita ser um empecilho para uma ampla disseminação da metodologia BIM?**

Investimento em softwares com elevado custo

- Necessidade de maior conhecimento técnico
- Incompatibilidade com parceiros de projetos
- Tempo para dominar os softwares
- Custo do treinamento
- Outros

**15. Tem ciência do Decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020?**

- sim
- não