



**FACULDADE EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**HIGOR BRUNO FERREIRA
LEOMAR RODRIGUES DOS SANTOS**

**BIM: INOVAÇÃO E TECNOLOGIA A SERVIÇO DA
EFICIÊNCIA CONSTRUTIVA**

PUBLICAÇÃO Nº: 02

**GOIANÉSIA / GO
2021**



**HIGOR BRUNO FERREIRA
LEOMAR RODRIGUES DOS SANTOS**

**BIM: INOVAÇÃO E TECNOLOGIA A SERVIÇO DA
EFICIÊNCIA CONSTRUTIVA**

PUBLICAÇÃO Nº: 02

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA FACEG.**

ORIENTADOR: ME. EDUARDO M. TOLEDO

GOIANÉSIA / GO: 2021

FICHA CATALOGRÁFICA

FERREIRA, HIGOR BRUNO. SANTOS, LEOMAR RODRIGUES DOS.

BIM: Inovação e Tecnologia a serviço da eficiência construtiva [Goiás] 2021 xxi, 66P, 297 mm (ENC/FACEG, Bacharel, Engenharia Civil, 2021).

TCC – FACEG – FACULDADE EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA

Curso de Engenharia Civil.

- | | |
|--------------|--------------------------------------------------------------------|
| 1. BIM | 2. Tecnologia |
| 3. Inovação | 4. Eficiência |
| I. ENC/FACEG | II. BIM: Inovação e tecnologia a serviço da eficiência construtiva |

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

FERREIRA, H. B.; SANTOS, L. R. BIM: Inovação e Tecnologia a serviço da eficiência construtiva. TCC, Publicação ENC. 02, Curso de Engenharia Civil, Faculdade Evangélica de Goianésia, Goianésia, GO, 66p. 2021.

CESSÃO DE DIREITOS

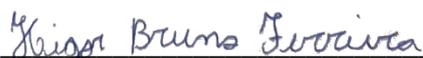
NOME DOS AUTORES: Higor Bruno Ferreira, Leomar Rodrigues dos Santos.

TÍTULO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: BIM: Inovação e Tecnologia a serviço da eficiência construtiva.

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil

ANO: 2021

É concedida à Faculdade Evangélica de Goianésia 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.



Higor Bruno Ferreira
Rua 43, Nº 370 – Santa Luzia
76.380-175 – Goianésia/GO – Brasil



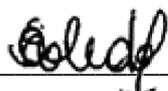
Leomar Rodrigues dos Santos
Rua Bacaba, Qd34 Lt12 – P. Palmeiras 1
76.386-145 – Goianésia/GO - Brasil

**HIGOR BRUNO FERREIRA
LEOMAR RODRIGUES DOS SANTOS**

**BIM: INOVAÇÃO E TECNOLOGIA A SERVIÇO DA
EFICIÊNCIA CONSTRUTIVA**

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

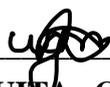
APROVADO POR:



**EDUARDO MARTINS TÓLEDO, mestre (FACEG - Faculdade Evangélica de Goianésia)
(ORIENTADOR)**



**ROBSON DE OLIVEIRA FÉLIX, mestre (FACEG - Faculdade Evangélica de Goianésia)
(EXAMINADOR INTERNO)**



**WANESSA MESQUITA GODOI QUARESMA, mestra (UniEvangélica – Centro
Universitário de Anápolis)
(EXAMINADOR EXTERNO)**

DATA: GOIANÉSIA/GO, 25 de MAIO de 2021.

*Dedico este trabalho:
aos meus pais, João Batista e Elaine e
ao meu irmão, Diego.*

HIGOR BRUNO FERREIRA

*Dedico este trabalho:
aos meus pais, Gildesio e Luciene;
ao meu irmão, Leandro;
ao meu sobrinho João Guilherme e
à minha avó Lucira Maria.*

LEOMAR RODRIGUES DOS SANTOS

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais e meu irmão, que me incentivaram nos momentos difíceis e compreenderam a minha ausência enquanto eu me dedicava à realização deste trabalho.

A todos que participaram, direta ou indiretamente do desenvolvimento deste trabalho de pesquisa, enriquecendo o meu processo de aprendizado.

Ao professor Me. Eduardo M. Toledo, por ter sido meu orientador e ter desempenhado tal função com dedicação, e também ao professor Robson Félix que contribuiu imensamente com este trabalho.

Ao Leomar, meu parceiro de TCC, que participou ativamente para a realização deste projeto. Aproveito também para agradecer a todos os outros colegas do curso com quem convivi durante os últimos anos, pelo companheirismo e pela troca de experiências que me permitiram evoluir como pessoa.

HIGOR BRUNO FERREIRA

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado forças, ânimo e saúde para chegar até o final do curso de Engenharia Civil e poder olhar com orgulho e gratidão todo o caminho trilhado e todos os obstáculos superados ao longo desses cinco anos.

Sou grato à minha família pelo apoio que sempre me deram durante toda a minha vida. Em especial aos meus pais por todo esforço investido na minha educação.

Deixo um agradecimento ao meu orientador Me. Eduardo M. Toledo, juntamente com o professor Robson Félix, pelo incentivo, dedicação e colaboração no desenvolvimento desse projeto. Pelas amizades que fiz e pessoas que conheci nessa caminhada. Agradeço ao Higor Bruno, meu amigo e parceiro neste trabalho. E também à Andressa Pereira, Caio Cesar, Christiane Martins, Fabio Fernando, Laysa Mariane e Rivan Antonio, por partilharmos bons momentos.

Agradeço à Faculdade Evangélica de Goianésia, a todos os colaboradores, em especial ao corpo docente, que possui professores que contribuíram imensamente no meu crescimento pessoal e profissional.

LEOMAR RODRIGUES DOS SANTOS

“Nunca ande apenas pelo caminho traçado, pois ele conduz somente até onde os outros já foram.”

Alexander Graham Bell

RESUMO

Projetar, planejar e executar obras com eficiência e inovação é um desafio que existe há muito tempo no setor da construção civil. Visando maior produtividade e acertos, o uso da metodologia BIM (*Building Information Modeling*) tem se destacado como um importante meio para gerar um fluxo significativo de melhorias nos processos construtivos. Melhorar processos já é uma realidade que se faz necessário a fim de se evitar falhas e erros futuros por falta de compartilhamento de informações e dados vitais para o bom desempenho de projetos civis que até pouco tempo não faziam o devido uso dessa metodologia revolucionária. O BIM deve ser encarado e compreendido como uma nova perspectiva de desenvolvimento de atividades construtivas que envolvem todas as etapas do seu ciclo de vida. Este trabalho teve como objetivo estudar e entender em que nível estava a relação dos escritórios de arquitetura e engenharia nas cidades de Goianésia-GO e Jaraguá-GO com a metodologia BIM. Para tal fim, foi idealizada uma pesquisa de campo via questionário digital, que tinha como finalidade a coleta de dados e percentuais relativos ao nível de conhecimento, uso e incentivo do conceito BIM nas referidas cidades. Após a obtenção dos dados, foi possível analisar e compreender o nível e a evolução dessa relação. Ao mesmo tempo, foi traçado um paralelo com pesquisas semelhantes já realizadas no país. A pesquisa diagnosticou que embora o alto custo de investimento em plataformas BIM e treinamento adequado tenham figurado como as principais barreiras apontadas pelos profissionais, notou-se que o mercado de trabalho da construção civil dessas cidades vem absorvendo e interagindo de forma satisfatória com as mudanças e inovações geradas pelo conceito BIM. Espera-se que essa pesquisa venha a servir de base para futuros acadêmicos, pesquisadores e profissionais que buscarem fazer comparações e constatações sobre a evolução da metodologia BIM na região.

Palavras-chave: compatibilização; interoperabilidade; informação integrada; inovação; eficiência construtiva.

ABSTRACT

Designing, planning and executing works with efficiency and innovation is a challenge that has existed for a long time in the civil construction sector. Aiming at greater productivity and successes, the use of the BIM (Building Information Modeling) methodology has stood out as an important means to generate a significant flow of improvements in the construction processes. Improving processes is already a reality that is necessary in order to avoid future failures and errors due to the lack of information and vital data sharing for the good performance of civil projects that until recently did not make the proper use of this revolutionary methodology. BIM must be seen and understood as a new perspective for the development of constructive activities that involve all stages of its life cycle. This work aimed to study and understand the level of the relationship between architecture and engineering offices in the cities of Goianésia-GO and Jaraguá-GO with the BIM methodology. For this purpose, a field research was conceived via a digital questionnaire, which aimed to collect data and percentages related to the level of knowledge, use and incentive of the BIM concept in the referred cities. After obtaining the data, it was possible to analyze and understand the level and evolution of this relationship. At the same time, a parallel was drawn with similar research already carried out in the country. The research diagnosed that although the high cost of investment in BIM platforms and adequate training were the main barriers pointed out by the professionals, it was noted that the civil construction job market in these cities has been absorbing and interacting satisfactorily with the changes and innovations generated by the BIM concept. It is hoped that this research will serve as a basis for future academics, researchers and professionals who seek to make comparisons and findings about the evolution of the BIM methodology in the region.

Keywords: compatibility; interoperability; integrated information; innovation; constructive efficiency.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Evolução do BIM	05
Figura 2 – Implantação do BIM ao redor do mundo	09
Figura 3 – Participação em %, das empresas que utilizam BIM	11
Figura 4 – Motivos de não utilizarem o BIM	12
Figura 5 – Representação do ciclo BIM	13
Figura 6 – Dimensões do BIM	14
Figura 7 – Planta baixa em perspectiva no <i>software</i> Revit	17
Figura 8 – Vista 3D no <i>software</i> ArchiCAD	18
Figura 9 – Projeto de paisagismo no Edificius	19
Figura 10 – Vista 3D de compatibilização de projetos: estrutural, elétrico e hidráulico	20
Figura 11 – Vista interna de compatibilização de projetos: estrutural, elétrico e hidráulico ..	20
Figura 12 – Projeto de instalações no <i>software</i> AutoPower	21
Figura 13 – Projeto de módulo elétrico no <i>software</i> CYPECAD MEP	22
Figura 14 – Análise de pórticos no <i>software</i> TQS	23
Figura 15 – Vista 3D de elementos estruturais gerados no <i>software</i> TQS	23
Figura 16 – Visualização de elementos de armação e estruturais no <i>software</i> CYPECAD	24
Figura 17 – Visualização 3D de projeto estrutural no <i>software</i> Eberick	25
Figura 18 – Interface Navisworks	26
Figura 19 – Interface de verificação do Solibri Model Checker	27
Figura 20 – Previsão da implantação BIM no Brasil	29

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Sabe o que significa BIM?	32
Gráfico 2 – BIM é um <i>software</i> ?	33
Gráfico 3 – Já faz uso do conceito BIM?	34
Gráfico 4 – Desenvolve a maioria dos projetos em CAD ou BIM?	35
Gráfico 5 – Possui interesse em implantar o conceito BIM?	36
Gráfico 6 – Qual o prazo para implantação?	36
Gráfico 7 – BIM antecipa conflitos?	37
Gráfico 8 – Já se deparou com projetos em conflito?.....	38
Gráfico 9 – Os conflitos se deram em plataforma BIM?.....	38
Gráfico 10 – Que tipo de assistência sua empresa necessitaria?	39
Gráfico 11 – Quais barreiras a metodologia impõe?	40
Gráfico 12 – Tinha conhecimento sobre o teor do Decreto 9.377	41

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

AEC – Arquitetura, Engenharia e Construção

AU – Arquitetura e Urbanismo

BCA – *Building Construction Authority*

BDS – *Building Description System*

BIM – *Building Information Modeling*

BPM – *Building Product Models*

CAD – *Computer Aided Design*

CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção

FGV – Fundação Getúlio Vargas

GSA – *General Service Administration*

IBEC – Instituto Brasileiro de Engenharia de Custos

IBRE – Instituto Brasileiro de Economia

MOP – Ministério de Obras Públicas

PIB – Produto Interno Bruto

PIM – *Product Information Models*

SPDA – Sistema de Proteção contra Descargas Elétricas

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 JUSTIFICATIVA	2
1.2 OBJETIVOS	3
1.2.1 Objetivo Geral.....	3
1.2.2 Objetivos Específicos	3
1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	3
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	5
2.1 HISTÓRIA DO <i>BUILDING INFORMATION MODELING</i> – BIM	5
2.2 CONCEITUAÇÃO – CARACTERÍSTICAS DO QUE É BIM	6
2.2.1 O que caracteriza um sistema BIM?	6
2.3 REALIDADE DO BIM	8
2.3.1 BIM no mundo	8
2.3.2 BIM no Brasil	10
2.3.3 Utilização do BIM por parte dos profissionais no Brasil	11
2.4 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA BIM	12
2.5 DIMENSÕES DO BIM (3D, 4D, 5D, 6D, 7D).....	14
2.5.1 Vantagens	15
2.5.2 Desvantagens	16
2.6 PRINCIPAIS <i>SOFTWARES</i> BIM.....	16
2.6.1 Arquitetura.....	16
2.6.1.1 Revit.....	17
2.6.1.2 ArchiCAD	17
2.6.1.3 Edificius	18
2.6.2 Instalações (Elétrica, Hidráulica, Sanitária, SPDA).....	19
2.6.2.1 QiBuilder	19
2.6.2.2 AutoPower	21
2.6.2.3 CYPECAD MEP.....	21
2.6.3 Estrutural	22
2.6.3.1 TQS.....	22
2.6.3.2 CYPECAD.....	24
2.6.3.3 Eberick.....	24
2.6.4 Compatibilização	25

2.6.4.1 Navisworks	25
2.6.4.2 Solibri Model Checker	26
2.7 DIFICULDADE DE IMPLANTAÇÃO NO BRASIL	27
2.8 BIM BR ROADMAP	28
2.9 DECRETO BIM 10.306/2020	30
3 MATERIAL E MÉTODOS	31
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
4.1 ÁREA DE ATUAÇÃO DOS ENTREVISTADOS.....	32
4.2 CONHECIMENTO DA METODOLOGIA BIM	32
4.3 USO E APLICAÇÃO PRÁTICA DA METODOLOGIA BIM.....	33
4.4 BIM <i>versus</i> CAD.....	34
4.5 INTERESSE NA IMPLANTAÇÃO DA METODOLOGIA BIM	35
4.6 INCOMPATIBILIDADE ENTRE PROJETOS	37
4.7 VANTAGENS PARA SE TRABALHAR COM PLATAFORMAS BIM.....	39
4.8 BARREIRAS DA METODOLOGIA BIM.....	40
4.9 DECRETO 9.377 C6-BIM	41
5 CONCLUSÕES.....	42
5.1 CONTINUAÇÃO DA PESQUISA E TRABALHOS FUTUROS	43
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44
APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO	49

1 INTRODUÇÃO

A Indústria da Construção Civil é um dos setores mais importantes para a economia. O desenvolvimento e a capacidade de produção do país estão relacionados diretamente com o crescimento desse setor (FIRJAN, 2014). No Brasil, Teixeira e Carvalho (2005) apontam a construção como um setor-chave, com fortes impactos totais na economia nacional, comprovando seu papel relevante como promotor do desenvolvimento dinâmico.

O setor da construção civil impacta diretamente no PIB (Produto Interno Bruto) brasileiro, que é o responsável por medir o crescimento da economia de um país. Entretanto, apesar de exercer grande influência financeira e gerar emprego e renda a construção civil é carente de algo muito importante nos tempos atuais: inovação tecnológica. Esse fator é uma característica essencial para se agregar valor aos variados setores produtivos de qualquer nação que almeja o pleno desenvolvimento (FLORIANI; BEUREN; HEIN, 2008).

Alguns setores da economia inovam mais que outros. Porém, existem setores que não seguem o mesmo ritmo das mudanças e por isso acabam ficando atrasados, como é o caso do setor construtivo (FLORIANI; BEUREN; HEIN, 2008). A construção civil, de acordo com Câmara e Bergamasco (2005), recebe diretamente influências das intervenções oficiais reguladoras que acabam por impor restrições e incertezas o que acaba dificultando as inovações, pois normalmente requerem procedimentos e não desempenho.

O uso da tecnologia é algo indispensável nas diversas engenharias, arquitetura e também na construção civil, pois é um fator que possibilita obter eficiência em qualquer etapa do projeto, gerando assim construções que atendem cada vez mais e melhor às necessidades humanas. A tecnologia no ramo construtivo possui inestimáveis contribuições em matérias como: redução de prazos e custos, ganho de produtividade, gestão eficiente, dentre outras (ROSSO, 2011).

Segundo Gobira (2020), a inovação no setor da construção começou uma tendência de alta. Após um longo período amargando seguidos resultados negativos, este mercado voltou a crescer, claro, isso se deve em grande parte às novidades e tendências, que trazem um futuro mais brilhante para o setor. O Brasil é um país que necessita ser mais eficiente em várias vertentes construtivas. Reduzir custos, garantir segurança e alcançar a sustentabilidade é algo que pode se tornar tangível em todo o país em um intervalo de tempo de médio a longo prazo.

Existe atualmente no mundo inteiro uma grande necessidade de se desenvolver projetos pensados e desenvolvidos de tal forma que quando forem para a obra garantam: qualidade, economia e agilidade durante sua execução. Projetos esses que não devem ser elaborados visando apenas a construção bruta em si. Mas sim pensando em toda a vida útil das construções, edificações, reformas, demolição e principalmente, buscando garantir sinergia em todas as etapas possíveis de uma obra, seja ela de pequeno, médio ou grande porte (CAMPESTRINI, 2015).

Na perspectiva de melhoria dos anseios e necessidades para a área das engenharias, é que foi desenvolvido a metodologia BIM. Algo que pode ser entendido em português como *Modelagem/Modelo da Informação da Construção*, que permite integrar projetos e profissionais com o intuito de gerar construções eficientes, evitar falhas durante o planejamento, execução e pós execução (EASTMAN, 2008).

Charles M. Eastman mais conhecido como Chuck Eastman, é um professor do Instituto de Tecnologia da Geórgia, nos Estados Unidos e um dos pioneiros do conceito, ele define essa metodologia como sendo algo inovador. O BIM é uma ideia colaborativa que interage com arquitetos, engenheiros e construtores buscando alcançar um modelo virtual que seja preciso nos mínimos detalhes, capaz de prover informação e dados confiáveis para orçamento, cronograma, ações da obra, dentre vários outros (EASTMAN, 2008).

Investir em uma tecnologia que interliga diversos profissionais em um único ambiente construtivo custa caro, demanda tempo e treinamento de pessoal para se aperfeiçoar e dominar a técnica. Muitas empresas e gestores possuem pensamento limitado o que faz com que deixem de inovar e revolucionar, se prendendo a dogmas e conceitos ultrapassados referentes aos processos construtivos. Hamel e Prahalad (1995), argumentam que a maior vantagem competitiva de uma empresa é a visão do futuro.

1.1 JUSTIFICATIVA

A busca e aplicação do alto desempenho em projetos civis, desde a sua concepção até a obra finalizada já é uma realidade que hoje se encontra a poucos passos dos profissionais da área da construção, arquitetura e edificação.

Um dos grandes erros, se não o maior, ao se projetar edificações, é a falta de confluência entre os vários projetos necessários para uma construção. Imagine uma situação corriqueira nas

obras brasileiras: um mestre de obras executou a instalação hidráulica de uma construção, e posteriormente quando foi realizar a parte elétrica descobriu que ambas instalações passavam pelo mesmo local de uma alvenaria, problema à vista! Situações semelhantes a essa, acontecem com frequência em todos os lugares. A solução? Projetos integrados e 100% compatibilizados entre os profissionais envolvidos em todo seu ciclo (MENEZES, 2011).

O BIM pode ser compreendido como sendo um processo baseado em modelos paramétricos da edificação visando a integração de profissionais e sistemas com interoperabilidade de dados e que fomenta o trabalho colaborativo entre as diversas especialidades (SCHEER, 2015).

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem por objetivo avaliar, a partir de uma pesquisa, o nível de compreensão e maturidade na elaboração de projetos nas áreas de arquitetura, engenharia e construção (AEC), utilizando a metodologia BIM por parte dos respectivos profissionais das cidades de Goianésia e Jaraguá, ambas cidades goianas.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Evidenciar o ganho de qualidade, planejamento, controle e execução para projetos que utilizarem o conceito BIM;
- Demonstrar a evolução do BIM até os dias atuais;
- Analisar através de levantamento de dados como está o percentual de entendimento, uso e incrementação do conceito BIM nos escritórios de arquitetura e engenharia nas cidades de Goianésia e Jaraguá.

1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho está organizado e distribuído em cinco capítulos. No segundo capítulo é apresentado a revisão de literatura, onde são expostas ideias e opiniões de outros autores sobre a temática BIM. No terceiro capítulo, serão descritas as etapas e os procedimentos

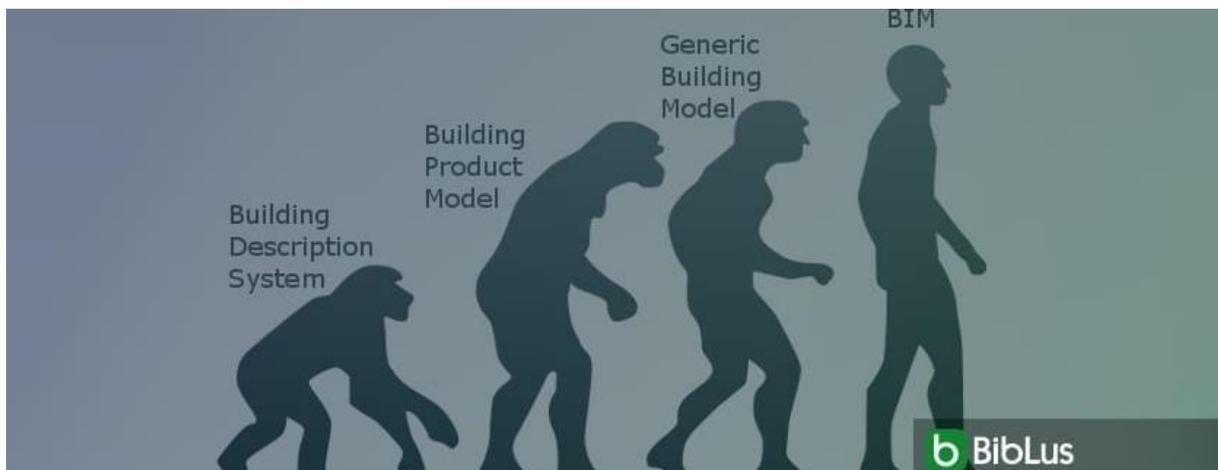
metodológicos utilizados para a realização da pesquisa e aquisição dos dados. No quarto capítulo, será apresentado e discutido os resultados coletados por intermédio de um questionário digital. Por fim, no quinto capítulo será apresentado as conclusões e perspectivas para trabalhos futuros na mesma linha de pesquisa.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 HISTÓRIA DO *BUILDING INFORMATION MODELING* – BIM

O conceito BIM (*Building Information Modeling*) como conhecemos hoje não é uma metodologia tão recente como acredita a grande maioria das pessoas. O BIM passou por diversas modificações e adaptações ao longo de alguns anos. Observa-se a seguir conforme Marcel (2007), como o conceito da Modelagem da Informação da Construção, deu seus primeiros passos rumo ao objetivo de sistematizar o planejamento de uma obra em uma metodologia de construção virtual. A Figura 1 ilustra a evolução da metodologia.

Figura 1: Evolução do BIM.



Fonte: Biblus, 2017

O BIM surgiu como um primeiro esboço em meados da década de 70. No ano de 1974, o renomado professor do Georgia Tech, instituto de tecnologia na Geórgia (EUA), Charles M. Eastman, seguido por um grupo de estudiosos da área tecnológica desenvolveram o então conceito BDS (*Building Description System*) algo que pode ser entendido como Sistema de Descrição da Construção que mais tarde seria o precursor do BIM. A missão dessa força tarefa de acordo com Gonçalves Jr. (2018), era comprovar que se uma obra fosse descrita por computador, poderia replicar ou até mesmo melhorar todos os pontos fortes de desenhos, evitando assim muitas falhas. Este conceito de Charles M. Eastman acompanhado com a evolução do desenvolvimento de *softwares*, permitiu que os projetos que antes eram desenvolvidos em papel pudessem ser elaborados com o auxílio de sistemas de *software* de desenho assistido por computador o conhecido CAD (MENEZES, 2011).

Poucos anos depois, no começo da década de 80 este método foi muito relatado nos Estados Unidos como BPM (*Building Product Models* ou Modelo/Modelagem do Produto da Construção) e na Europa era descrito como PIM (*Product Information Models* ou Modelos de Informação do Produto). Com a evolução ocorreu a mesclagem das nomenclaturas dando origem ao BIM, como é conhecido atualmente (EASTMAN *et al.*, 2008). No entanto o primeiro relato documentado de uso de projetos com a ideia do BIM surgiu com a publicação de um artigo com a autoria de Robert Aish no ano de 1986, que posteriormente fez parte da empresa *Bentleys Systems* (EASTMAN *et al.*, 2008).

2.2 CONCEITUAÇÃO – CARACTERÍSTICAS DO QUE É BIM

Muita confusão existe a respeito do entendimento do conceito BIM, o engano mais comum é ao definir essa ideia como um mero sistema ou uma ferramenta de modelação 3D, que apenas dá um aspecto visual mais realista ao projeto (GONÇALVES JR, 2018).

O BIM engloba dezenas de conceitos de fontes comprovadamente sólidas e entendidas do assunto. BIM é caracterizado como uma filosofia de trabalho integrado, que ao mesmo tempo que une diferentes profissionais do mesmo ramo, ele é capaz de fornecer um modelo virtual preciso, que fornece um conjunto de dados confiáveis, que contém não apenas informações topológicas, mas também os meios necessários para levantamentos de orçamento, cálculos de energia e previsões de entradas e atividades em cada fase da construção (EASTMAN, 2018).

2.2.1 O que caracteriza um sistema BIM?

BIM é um conjunto de processos, tecnologias e políticas, que agrupados, são capazes de gerar uma revolução na forma de gerenciar o processo de projetar uma edificação ou instalação e ensaiar seu desempenho, gerenciar as suas peculiaridades, informações e dados, através do uso de plataformas digitais (baseadas em objetos virtuais), através de todo seu ciclo de vida (CBIC, 2016).

Para facilitar a compreensão da definição e do que engloba a metodologia BIM, é necessário primeiro destacar dois importantes pontos para o entendimento: diferença entre *softwares* de modelagem 3D e *softwares* fundamentados em BIM. Primeiro, um simples

programa de computador que oferece uma perspectiva 3D e poucos detalhes agregados de um modelo virtual construtivo não é caracterizado BIM (MENEZES, 2011). Segundo e mais importante, é a parametricidade que garante gerar objetos editáveis, passivos de alterações de maneira automática e ser capaz de oferecer suporte adequado, é que pode ser denominado de uma plataforma BIM. Sem essa capacidade, o *software* é apenas um modelador de objetos tridimensionais (ROSSO, 2011).

De fato, o BIM é fortemente relacionado a uma visualização digital tridimensional (3D), mas essa ideia não se limita somente a isso. Além do modelo 3D, o BIM detém inúmeras outras informações que constituem o quadro geral do conceito (GONÇALVES JR, 2018).

Para Ferreira (2007), o BIM é mais que a modelagem de um produto, já que procura englobar todos os aspectos relativos à edificação: produtos, processos, documentos, etc. A implementação de um sistema BIM em escritório de projeto reflete na alteração do método de trabalho convencional e, através dos recursos disponíveis que pode proporcionar.

BIM definitivamente não é um *software*. Alguns *softwares* já circulam no mercado travestidos como soluções BIM. Embora a representação 3D desempenhe importante papel, é a habilidade de produzir elementos paramétricos que qualifica um *software* BIM (GONÇALVES JR, 2018). Nem tudo que é representado tridimensionalmente (3D) é BIM. Mas todo modelo virtual desenvolvido utilizando a metodologia BIM inevitavelmente será 3D. Sistemas digitais que capacitam simplesmente a modelagem e uma representação gráfica em 3D de uma construção ou instalação, que faz o uso de objetos que não trazem consigo outras informações essenciais além da sua própria forma geométrica, não podem de fato serem consideradas como soluções BIM (CBIC, 2016).

Para análises e modificações realizadas em uma “vista” pré-definida, alguns *softwares* disponíveis no mercado que não são de fato BIM não provocam automaticamente a atualização das demais vistas, muito menos atualiza os relatórios do projeto ou trabalho em desenvolvimento. Diante disso, o usuário necessita executar comandos específicos, e, se por uma distração isso não advir, parte do seu projeto acabará apresentando inconsistências e erros (CBIC, 2016).

2.3 REALIDADE DO BIM

Desde o começo da história moderna da humanidade, quem buscava se aprimorar e desenvolver habilidades inovadoras sempre se distinguiu dos demais. Nos tempos atuais essa verdade continua tão válida como nunca. Em um mundo regido pela globalização extrema e mudanças frenéticas, quem não se adaptar a elas acaba sendo “engolido” pelos visionários e cairá na definição de obsoleto (HAMEL; PRAHALAD, 1995). Principalmente no mundo digital que sofre mudanças e atualizações constantes, estar sempre atualizado é um diferencial crucial que determinará o sucesso ou fracasso, seja de pessoas, empresas ou negócios. Focando nessas mudanças digitais/virtuais no ramo construtivo pode-se citar o BIM como um divisor de águas (SANTANA, 2020).

2.3.1 BIM no mundo

Alguns países que são referência no cenário macroeconômico internacional já fazem uso da metodologia através da implantação e exigindo que todos projetos de suas obras públicas utilizem esse recurso (GONÇALVES JR, 2018). A seguir será apresentado como alguns desses países integraram o BIM.

Os Estados Unidos possuem um histórico de atuação importante. Os EUA chegaram a liderar a implementação do BIM no mundo. Então, em 2003, criaram um programa nacional, incentivando o uso do BIM e, em 2006, passaram a exigir sua utilização na fase de projetos de novos edifícios públicos (SANTANA, 2020).

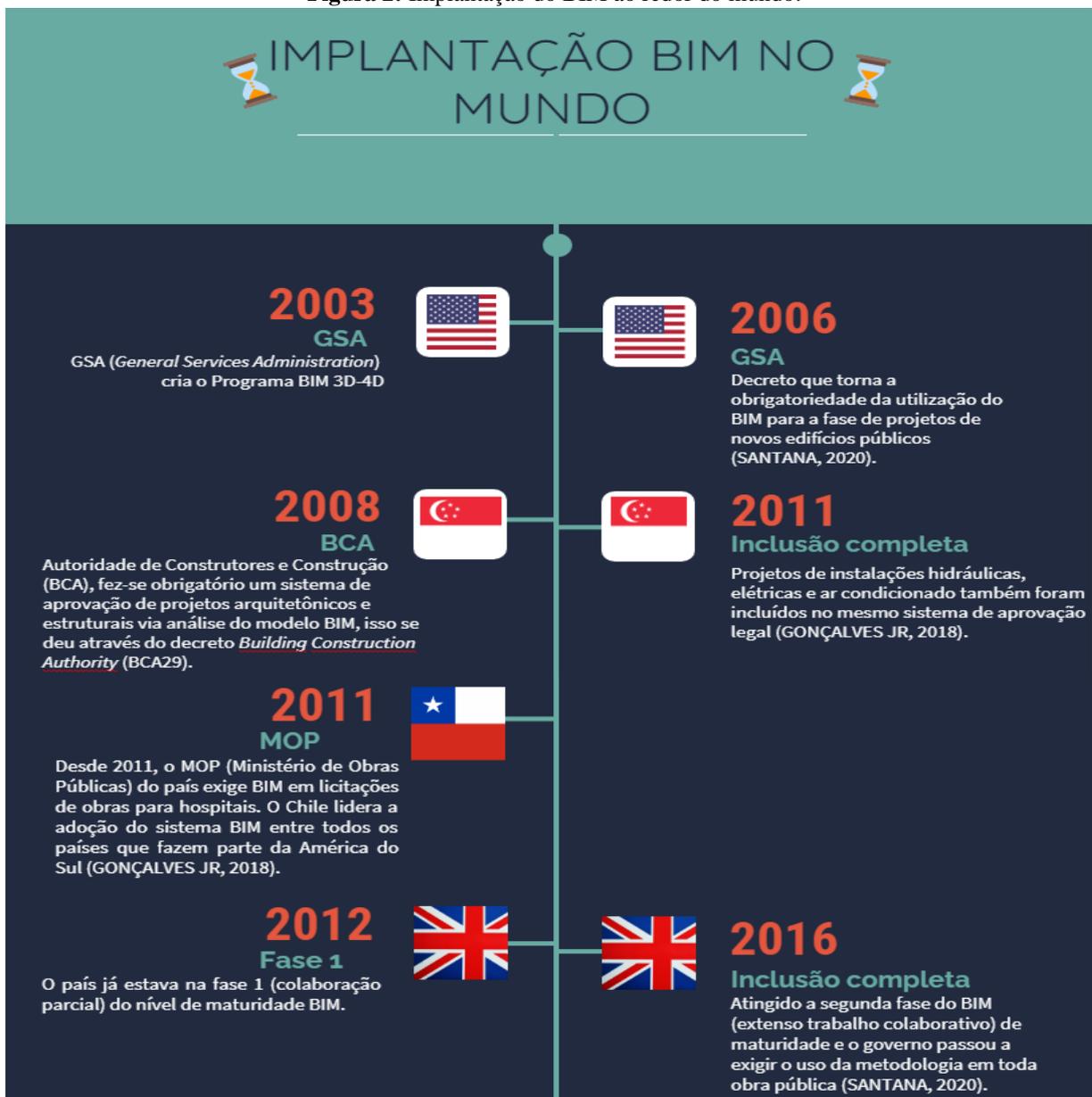
Em Singapura no ano de 2008, a *Building Construction Authority* (BCA), um órgão do país ligada ao Ministério do Desenvolvimento Nacional, tornou indispensável um sistema de validação de projetos arquitetônicos e estruturais via análise oriundo do modelo BIM, isso se deu através do decreto conhecido no país como BCA29. Três anos depois, todos os projetos de instalações elétricas, hidráulicas e de ar condicionado também foram inseridas na mesma regra de aprovação legal (GONÇALVES JR, 2018). Em 2019 a aprovação de projetos em Singapura utilizava o sistema mais rápido do mundo que durava 26 dias, mas o órgão planeja reduzir este prazo para 10 dias (ROJAS, 2019).

O Reino Unido investiu pesado na metodologia BIM e, em 2012, o país já estava na fase 1 (colaboração parcial) do nível de maturidade BIM. Então, em 2016, o país atingiu uma segunda fase (extenso trabalho colaborativo) de maturidade e o governo passou a exigir o uso

da metodologia em toda obra pública. Líder atualmente das iniciativas de processos BIM na Europa – e talvez no mundo –, há expectativas de que o Reino Unido alcance o nível 3 (integração) de maturidade ainda em 2020 (SANTANA, 2020).

Na América do Sul, o Chile lidera a adoção do sistema BIM entre todos os países do continente. O país possui uma estratégia bem definida, o governo chileno estipulou que, a partir do ano de 2020, todas as obras públicas sem exceções, deverão ser elaboradas utilizando a metodologia. Desde 2011, o MOP (Ministério de Obras Públicas) do país exige BIM em licitações de obras para hospitais (GONÇALVES JR, 2018). A Figura 2 mostra uma linha do tempo da implantação do conceito BIM ao redor do mundo.

Figura 2: Implantação do BIM ao redor do mundo.



Fonte: Autores, 2020

2.3.2 BIM no Brasil

Apesar de ser uma metodologia que já é largamente difundida em muitos países, o BIM ainda está dando os seus primeiros passos no Brasil (VARGAS, 2019). Alguns poucos profissionais brasileiros há dez anos tinham seu primeiro contato com o BIM. As primeiras empresas de construção a usar o até então novo conceito foram a Gui Mattos Arquitetura e a MATEC Engenharia e Construções, ambas com sede em São Paulo (SANTOS, 2014). Em terras tupiniquins, a inclusão do BIM em projetos governamentais segue a tendência ao redor do mundo, buscando edificações mais eficientes e otimizadas.

Na área pública por exemplo, já houve os primeiros passos de entidades das forças armadas e governos estaduais, podendo ser citado o governo de Santa Catarina que se tornou referência na adoção e implantação do BIM no Brasil. Existe também o comitê criado pelo governo federal para realizar a implantação estratégica do sistema no país, esse comitê busca um cenário mais assertivo nas obras públicas brasileiras, partindo pela licitação, seguido do projeto, execução da obra, custos e substancialmente na parte de fiscalização (GONÇALVES JR, 2018). A partir dos anos 2000, o BIM ganhou cada vez mais atenção e destaque, principalmente nos escritórios de arquitetura do país. Em 2011 duas revistas de grande expressão nacional pertencentes à Editora Pini, a AU (arquitetura e urbanismo) e a Técnica (engenharia civil), destinaram edições especiais para análise desse novo paradigma construtivo (MENEZES, 2011).

No setor privado, as incorporadoras e construtoras envolvidas no ciclo construtivo, já constataram que um modelo baseado totalmente em BIM gera excelentes oportunidades de diferenciação no mercado, o que acaba por resultar em agilidade de prazos para entrega, melhor performance na redução de custos, cronograma e desperdício de materiais, além de contribuir com qualidade a mão de obra no produto final que será entregue aos usuários (GONÇALVES JR, 2018).

Dentro das faculdades e universidades, o primeiro contato dos acadêmicos com o BIM acontece primeiro ao nível de graduação e especialização. Ocorre também com grande frequência divulgações de normas, livretos e cadernos técnicos com o intuito de regularizar, padronizar e difundir os conceitos inerentes ao novo sistema ideológico construtivo (GONÇALVES JR, 2018).

De acordo com Rocha (2011), a ideia BIM levaria alguns anos para se estabelecer de forma satisfatória no Brasil, pois tinha em vista que o conceito da metodologia BIM prometia

gerar uma mudança drástica no processo de produção do setor construtivo. Entretanto, pela razão de ser algo novo e tecnológico, o conceito estaria longe de ser adotado no Brasil. Hoje, porém, apesar das eventuais dificuldades de implantação, a metodologia BIM já começou a ser adotada por vários profissionais das áreas de arquitetura, orçamentos, estruturas, instalações prediais e de vedação (ROCHA, 2011).

2.3.3 Utilização do BIM por parte dos profissionais no Brasil

Uma pesquisa nacional realizada pelo IBRE (2018), com o objetivo de verificar o conhecimento e uso da tecnologia entre as empresas do ramo da construção civil, apontou o percentual de empresas que utilizavam a metodologia BIM. E um dos setores que obteve destaque em relação ao uso do BIM foi o setor das edificações residenciais onde 14,8% das empresas que realizam esse tipo de serviço utilizam a metodologia. Já em contrapartida o setor de infraestrutura para engenharia elétrica e telecomunicações, nenhuma das empresas utilizavam da metodologia. A Figura 3 mostra os resultados da pesquisa em porcentagem por segmentos da área da construção.

Figura 3: Participação em %, das empresas que utilizam BIM.

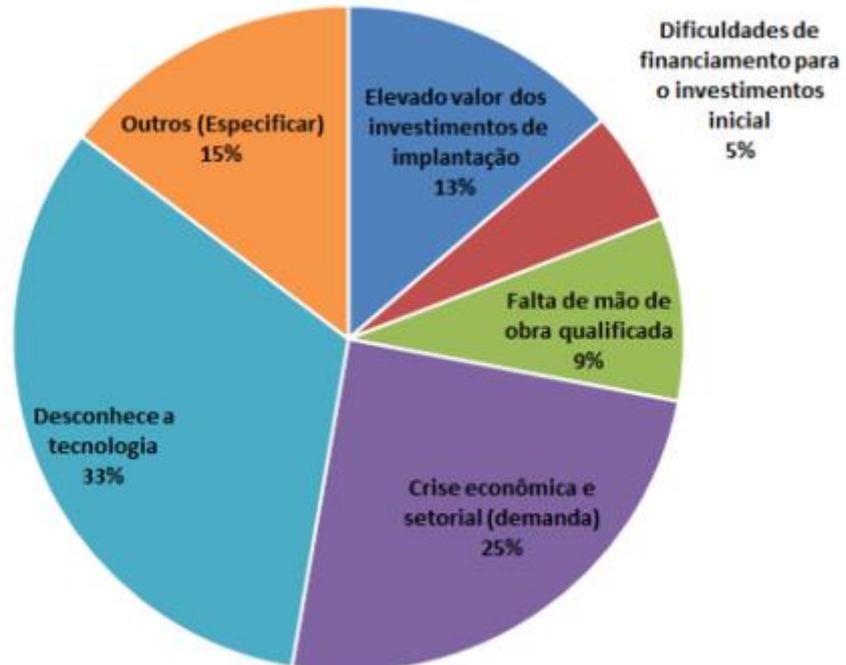
Segmentos	Sua empresa utiliza a tecnologia Building Information Modeling (BIM)		
	Sim	Não	Não sei dizer
CONSTRUÇÃO	7,5	70,8	21,7
PREPARAÇÃO DE TERRENO	6,1	72,3	21,6
CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS E OBRAS DE ENGENHARIA	8,6	71,2	20,2
<i>Edificações</i>	11,8	68,3	19,9
<i>Residenciais</i>	14,8	63,9	21,3
<i>Não Residenciais</i>	8,4	73,1	18,5
<i>Obras Viárias</i>	2,2	76,9	20,9
<i>Obras de montagem</i>	8,7	58,3	33,0
<i>Obras de arte especiais + Obras de outros tipos</i>	5,1	79,5	15,4
OBRAS DE INFRAESTRUTURA PARA ENGENHARIA ELÉTRICA E PARA TELECOMUNICAÇÕES	0,0	63,1	36,9
OBRAS DE INSTALAÇÕES	8,4	75,8	15,8
<i>Instalações elétricas</i>	6,2	86,5	7,3
<i>Instalações de sistemas de ar condicionado, de ventilação e refrigeração + Instalações hidráulicas, sanitárias, de gás e de sistema de prevenção contra incêndio</i>	10,7	64,1	25,2
OBRAS DE ACABAMENTO	1,7	75,6	22,7
INCORPORAÇÃO DE EMPREENDIMENTOS IMOBILIÁRIOS + OUTROS SERVIÇOS ESPECIALIZADOS PARA CONSTRUÇÃO	7,3	68,4	24,3
OBRAS DE INFRAESTRUTURA	3,6	73,2	23,2
SERVIÇOS ESPECIALIZADOS	5,2	75,6	19,2

Fonte: IBRE, 2018

A baixa disseminação, associada à falta de demanda ou à crise econômica, é claramente conjuntural. Assim, esse é um motivo que tende a perder importância com a melhora da

atividade setorial (IBRE,2018). Observa-se na Figura 4 as principais dificuldades enfrentadas frente a adoção do BIM.

Figura 4: Motivos de não utilizarem o BIM.



Fonte: IBRE, 2018

O conceito BIM ainda necessita de maiores investimentos para a difusão da metodologia, por isso uma das principais razões que as empresas não utilizavam essa ferramenta, segundo IBRE (2018) era a falta de conhecimento da metodologia que chegou a 33%.

2.4 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA BIM

Por definição, BIM é aplicável a todo o ciclo de vida de um empreendimento, desde a sua concepção e a conceituação de uma ideia, para a construção de uma edificação ou instalação passando pelo desenvolvimento do projeto e incluindo a construção, e também após a obra pronta, entregue e ocupada, no início da sua fase de utilização (CBIC, 2016).

A metodologia BIM pode e deve ser aplicada em todas as disciplinas conhecidas da construção, desde a fase de desenvolvimento do projeto a manutenções futuras, inclusive reformas. Por se tratar de um ambiente virtual colaborativo entre diversos profissionais, o BIM

se torna uma poderosa ferramenta da informação, afinal, informação de qualidade compartilhada é o foco central desse conceito.

Segundo Gonçalves Jr (2018), o BIM está inserido em todas as disciplinas e deve receber as características projetivas de todos os profissionais que colaboram na criação e desenvolvimento do modelo virtual. O objetivo central do conceito BIM é a informação de qualidade e detalhada através da modelagem da informação. Por tal razão, todos os membros que constituem a elaboração de uma obra, seja ela nova ou mesmo uma reforma, devem estar inseridos no conceito BIM. A Figura 5 exemplifica o ciclo do conceito BIM.

Figura 5: Representação do ciclo BIM.



Fonte: SPBIM, 2018

A metodologia BIM possibilita que todos os profissionais durante o desenvolvimento do projeto façam a utilização de parâmetros que não se limitam apenas a espessura, altura ou comprimento como geralmente observa-se em projeções 2D. Com o BIM é possível alimentar o projeto com dados úteis e precisos, como especificação de cada material utilizado, dados do fabricante, propriedades físicas e químicas dos materiais empregados, entre outras informações que sejam relevantes. Por meio da inclusão correta desses dados e parâmetros, é possível levantar quantitativos, realizar orçamentos, entre outras funções (IBEC, 2019).

2.5 DIMENSÕES DO BIM (3D, 4D, 5D, 6D, 7D)

O BIM tradicional é conhecido majoritariamente pelo seu nível “BIM 3D”, mas isso é apenas uma vertente de todo seu potencial, há diferentes níveis de sua utilização e empregabilidade, com diferentes objetivos (CARVALHO, 2017). Será apresentado a seguir um pouco dos outros “D’s” do BIM, conforme Figura 6.

Figura 6: Dimensões BIM.



Fonte: Garibaldi, 2020

BIM 3D: a cara mais conhecida do conceito, essa dimensão é focada na visualização espacial do modelo. É possível observar as alterações no projeto em tempo real por todos os envolvidos. Esse modo possibilita que o trabalho a ser realizado flua de maneira colaborativa utilizando da integração de dados de diferentes profissionais e áreas. Em suma, ele integra desde arquitetos, fornecedores de materiais até chegar na área da engenharia (CARVALHO, 2017).

BIM 4D: Nessa fase é possível utilizarmos o BIM para a prevenção de riscos, permitindo assim uma visualização mais ampla e prática do planejamento de toda a construção. Nesse segundo nível do BIM, acontece o auxílio na gestão de conflitos, associação do modelo elaborado ao cronograma da obra, vinculação de tarefas, e com isso é possível antecipar análises que porventura só seriam feitas apenas no momento da execução da obra (CARVALHO, 2017; GONÇALVES JR, 2019). O setor da construção civil necessita entender melhor e de forma

mais ampla sobre como utilizar modelos BIM para o gerenciamento de projetos (HARTMANN; GAO; FISCHER, 2008).

BIM 5D: Nível BIM em que pode-se ter um maior controle na etapa de orçamentação, mostra o impacto do custo ao longo do tempo, realizando um trabalho semelhante a Planilha de Cronograma Físico-Financeiro. Mas afinal, qual seria o benefício ao se projetar com o 5D? Um maior acerto e confiabilidade na previsão do orçamento (CARVALHO, 2017).

BIM 6D: Conforme as tecnologias e desenvolvimento humano avançam, o mundo passa a exigir cada vez mais o uso sustentável dos recursos naturais do planeta. Essa dimensão, também denominada de iBIM ou BIM integrado, compreende a inclusão de informações que ofereçam suporte ao gerenciamento e também a operação das instalações, com o objetivo de se obter melhores resultados nos negócios (GARIBALDI, 2020).

BIM 7D: Na sétima dimensão, a atenção do BIM é voltada para a manutenção das instalações, essa manutenção acaba por resultar em vários benefícios, como por exemplo a substituição mais rápida e eficiente das peças. Possui ótima serventia para os líderes de projetos que precisam prover o gerenciamento de todo o tempo de vida útil de um empreendimento (CARVALHO, 2017).

2.5.1 Vantagens

Além de ser uma ferramenta de dados poderosa, o BIM possui potencial para permitir mudanças fundamentais no modelo final, prometendo entregar projetos mais integrados e eficientes. Podendo ser elencado um ambiente altamente colaborativo e rico em dados de grande valia. A metodologia BIM tem uma capacidade inerente de reduzir custos e promover eficiências (SABOL, 2008).

De acordo com uma pesquisa feita pelas empresas Autodesk e Macgraw-hill (2012) foram evidenciadas 7 principais vantagens ao se trabalhar com o BIM em relação às ferramentas tradicionalmente utilizadas.

- Melhoria na apresentação dos resultados;
- Redução na necessidade de retrabalho;
- Redução de erros em documentos;
- Redução no tempo de trabalho;
- Redução nos custos da construção;

- Redução na duração de projetos;
- Menos litígios de sinistros.

2.5.2 Desvantagens

Além das inúmeras vantagens apresentadas pela utilização da metodologia BIM também é possível observar alguns aspectos que merecem um pouco de atenção ao se optar pelo seu uso. Pelo fato de ser uma nova tendência não são todos os profissionais do mercado da construção e edificação que fazem uso do BIM, existe a necessidade de as empresas de construção investirem em consultorias e treinamento de seus profissionais (CARVALHO, 2017), e além disso existem outras desvantagens bastante evidentes que são:

- Incompatibilidade com parceiros de projetos;
- Necessidade de maior conhecimento técnico;
- Falta de profissionais qualificados;
- Falta de integração do BIM com outros *softwares*;
- Investimento em *softwares* com elevado custo.

2.6 PRINCIPAIS *SOFTWARES* BIM

A metodologia BIM possui a proposta de integrar todo o ciclo construtivo, agregando informações e gerando clareza e soluções para projetistas e executores. Tendo em vista as diferentes frentes de atuação dos envolvidos, o mercado de *softwares* BIM vem oferecendo, cada vez mais, opções de plataformas que são capazes de otimizar processos, como: a modelagem e comunicação colaborativa entre os agentes da construção (ZIMERMANN, 2019).

2.6.1 Arquitetura

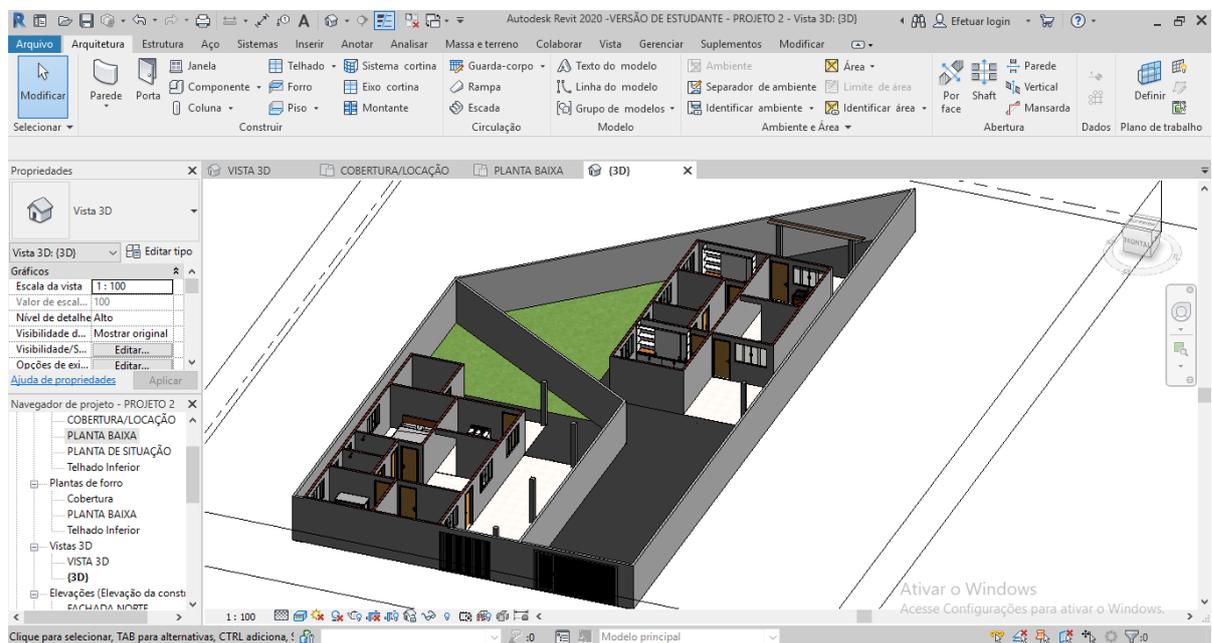
Enquanto o projeto com uma ferramenta CAD é limitado à representação gráfica de um projeto através de desenhos em 2D, a vertente 3D do projeto BIM, fornece informações visíveis (*renders*, pranchas gráficas, vídeos em tempo real, etc.) e até permite construir um modelo virtual em que se pode atribuir diversos dados e informações (BIBLUS, 2020). Para a disciplina de arquitetura pode-se citar alguns *softwares* como: Revit, Archicad, Autodesk 360 BIM, BIMobject e Vectorworks Architect.

A seguir, será descrito alguns dos *softwares* BIM mais populares entre arquitetos, engenheiros e construtores.

2.6.1.1 Revit

O mais conhecido dos *softwares* de arquitetura da metodologia BIM. O Revit foi desenvolvido pela empresa Autodesk®. O *software* possui a proposta de aumentar a eficiência e a precisão ao longo do ciclo de vida do projeto, desde o projeto conceitual, a visualização e análise até a fabricação e a construção. De acordo com a Autodesk (2020), as equipes de projeto e construção podem colaborar em projetos do Revit em qualquer lugar, a qualquer momento, usando o BIM 360 Design, uma solução avançada e segura de gerenciamento de dados e colaboração de projeto baseada na nuvem, o *software* assim com muitos outros, oferece suporte para incrementação do sistema através de novos *plugins* que podem ser instalados pelo usuário. A Figura 7 mostra uma planta baixa em perspectiva no Revit.

Figura 7: Planta baixa em perspectiva no *software* Revit.



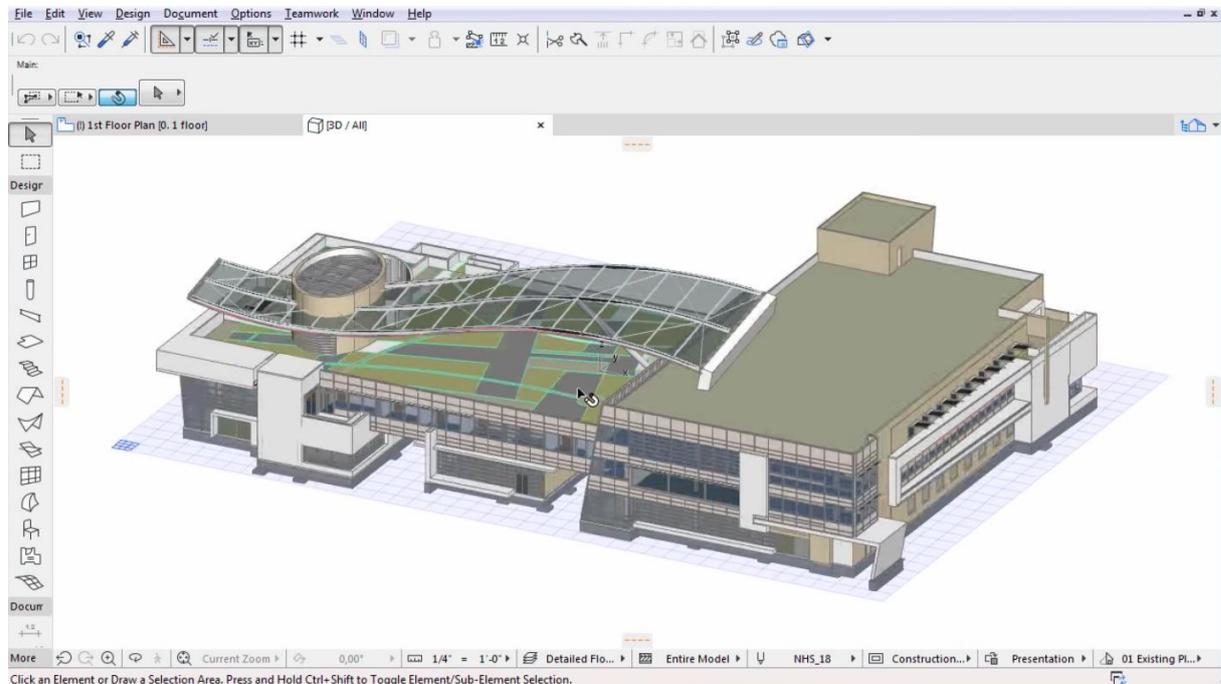
Fonte: Autores, 2020

2.6.1.2 ArchiCAD

O ArchiCAD é um *software* BIM desenvolvido pela empresa Húngara *Graphisoft* sendo inicialmente desenvolvido exclusivamente para a arquitetura, porém, possui ferramentas para Engenharia Estrutural (concreto e metálica) com o uso dos materiais devidos e classificados

(FARIAS, 2018). O programa pode ser utilizado para todos os tipos de projetos de arquitetura, como edificação, iluminação, paisagismo, urbanismo, interiores e outros, seja em grandes ou pequenos projetos. Na Figura 8 tem-se uma vista 3D de um projeto no *software* ArchiCAD.

Figura 8: Vista 3D no *software* ArchiCAD.

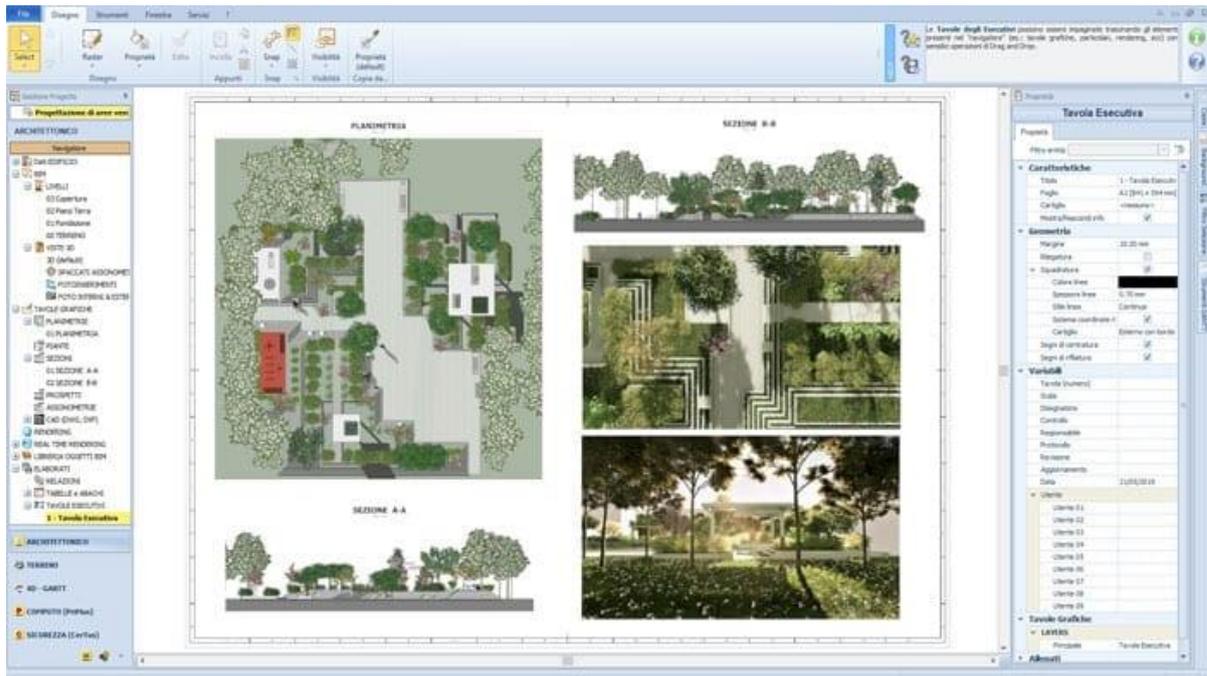


Fonte: Archdaily, 2019

2.6.1.3 Edifícios

O *software* BIM Edificius é desenvolvido pela empresa ACCA, e é capaz de oferecer mais de 90 opções de ferramentas para arquitetos e engenheiros juntamente à indústria do setor construtivo. Por intermédio dele, é possível integrar inúmeros recursos de projeto e de visualização arquitetônica em solução otimizada de alta qualidade: Projeto arquitetônico 2D e 3D. Também é possível desenvolver modelagem de instalações mecânica, elétricas e hidráulicas integradas. Além de Projetos de jardim, paisagismo e estimativa de orçamento de projeto. Na Figura 9 é apresentado um projeto de paisagismo desenvolvido no *software*.

Figura 9: Projeto de paisagismo no Edificius.



Fonte: Acca, 2020

2.6.2 Instalações (Elétrica, Hidráulica, Sanitária, SPDA)¹

No levantamento dos *softwares* de instalações prediais foram consideradas apenas as plataformas mais populares que ofereciam suporte para o desenvolvimento de mais de um módulo de instalações.

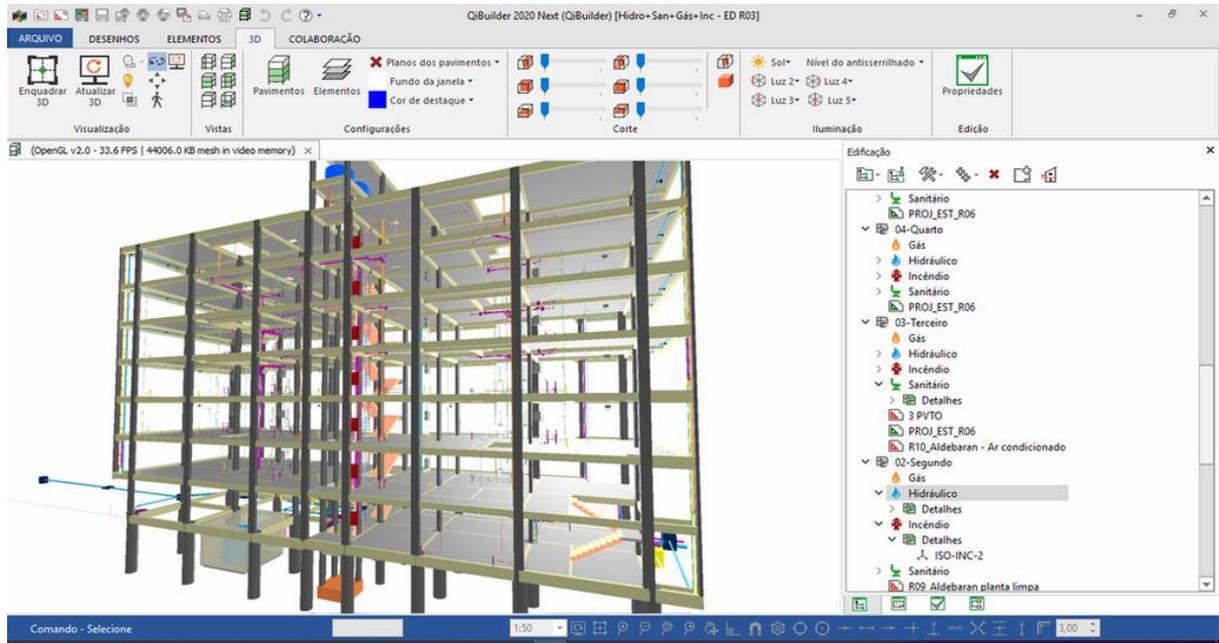
2.6.2.1 QiBuilder

Plataforma que reúne diversas ferramentas para desenvolver projetos: hidrossanitário, elétrico, preventivo de incêndio, SPDA, gás, cabeamento estruturado, climatização e alvenaria estrutural em um único sistema que ao mesmo tempo realiza o dimensionamento conforme as normas brasileiras, ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). O intuito do QiBuilder é oferecer ao projetista mais qualidade e confiança para os projetos. Tudo em um ambiente colaborativo. A Plataforma é muito utilizada por conta de seus recursos que otimizam etapas de cálculo, modelagem, dimensionamento, compatibilização e detalhamento (FARIAS;

¹ O tópico abrange também instalações de gás, climatização, cabeamento estruturado, automação e alvenaria estrutural.

RAYHANE, 2020). Na Figura 10 e Figura 11 está representado a vista de um edifício com projetos complementares compatibilizados.

Figura 10: Vista 3D de compatibilização de projetos: estrutural, elétrico e hidráulico.



Fonte: ECBIM, 2020

Figura 11: Vista interna de compatibilização de projetos: estrutural, elétrico e hidráulico.

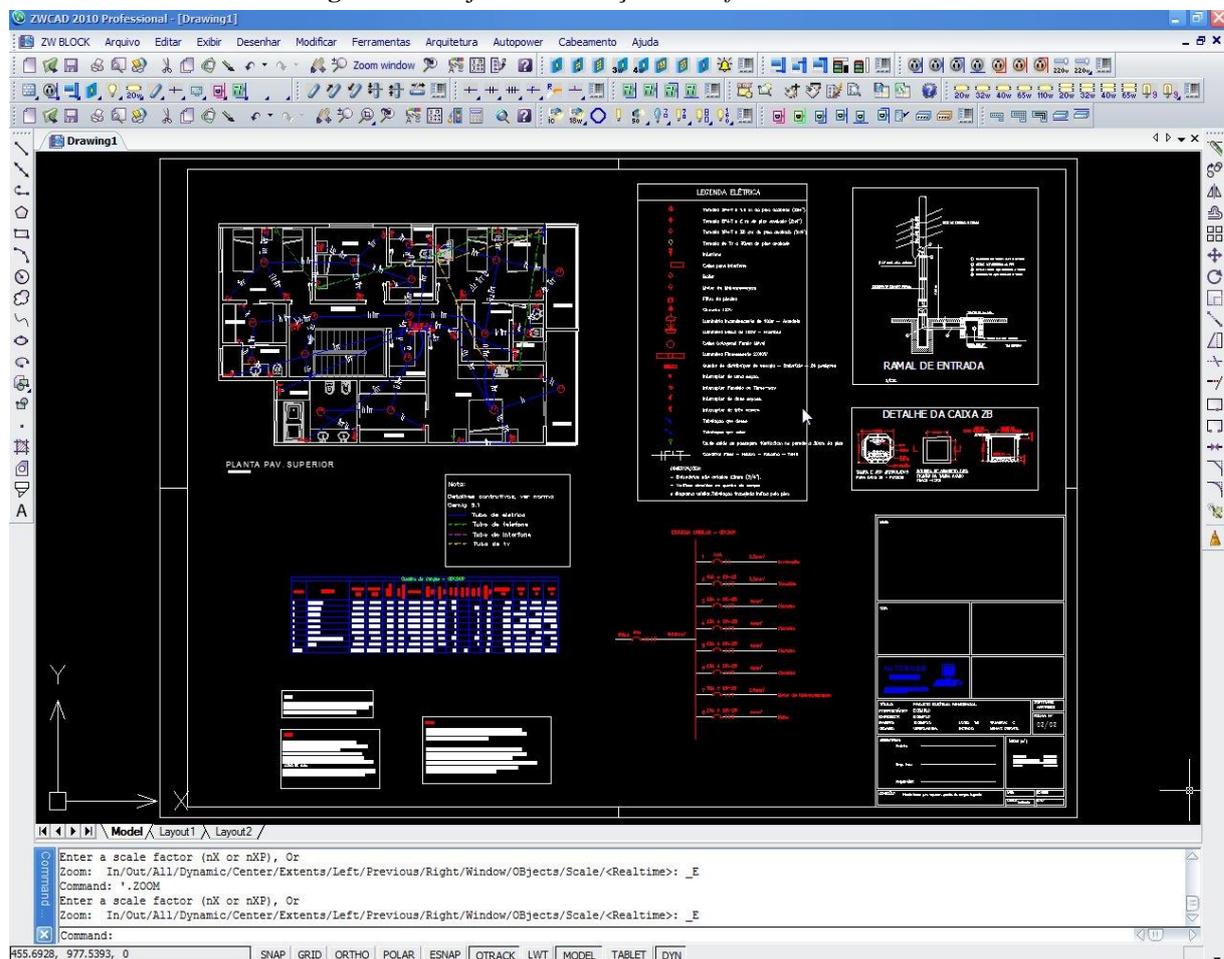


Fonte: AltoQi, 2019

2.6.2.2 AutoPower

Com desenhos gerados no padrão DWG, o *software* trabalha com baixa tensão (127/220/380/440v), com monofásico, bifásico, trifásico e com as tabelas das concessionárias brasileiras. No *software* é possível desenvolver projetos elétricos, cabeamento, segurança, SPDA e automação residencial. É desenvolvido pela Arkisoft, mesma empresa do *software* para cálculo de orçamentos Presto (LAGES, 2018). Na Figura 12 tem-se um projeto desenvolvido no *software* que utiliza o conceito BIM.

Figura 12: Projeto de instalações no *software* AutoPower.



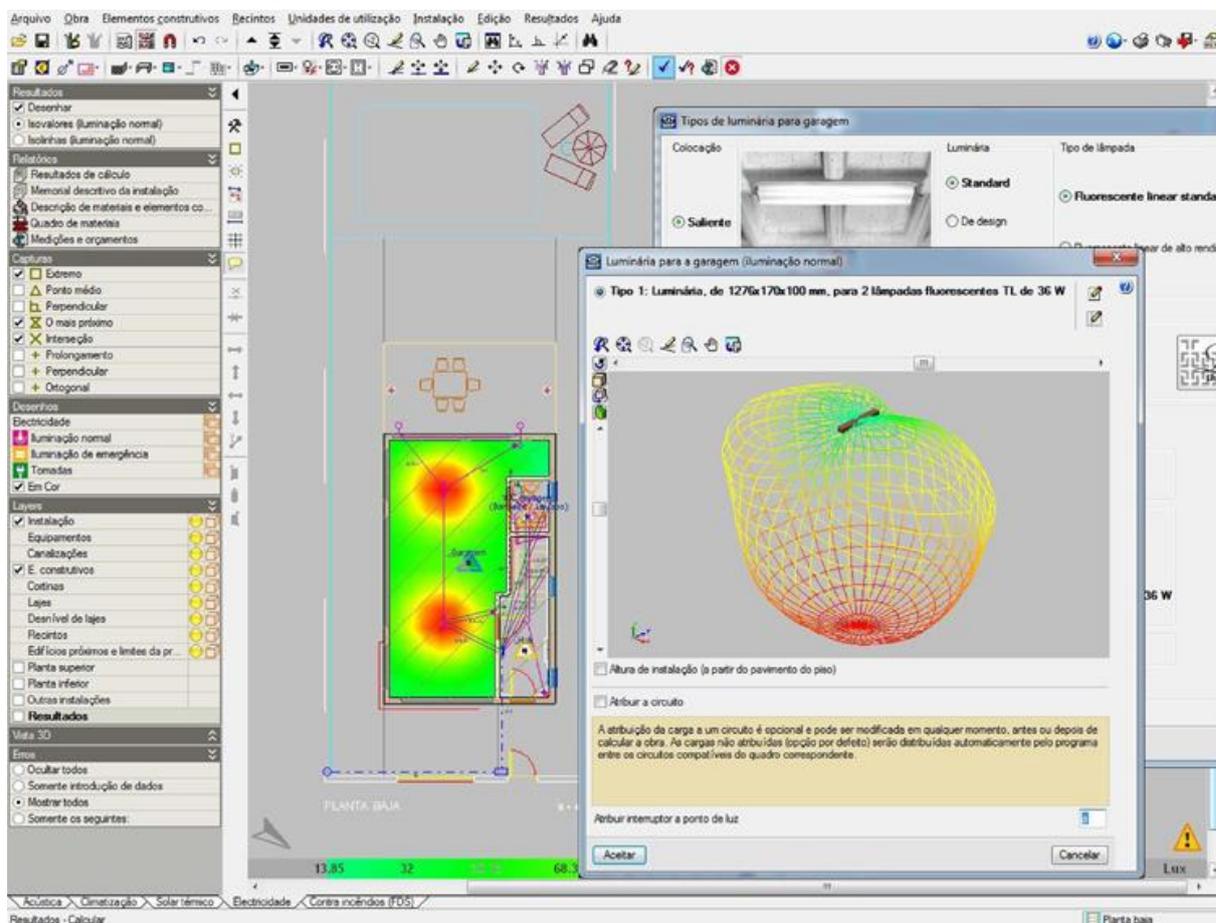
Fonte: Lages, 2018

2.6.2.3 CYPECAD MEP

CYPECAD MEP é um *software* desenvolvido para detalhamento e dimensionamento de toda a instalação de uma obra. No Brasil os módulos disponíveis pela plataforma abrangem as disciplinas de acústica, climatização, solar térmico, eletricidade e contra incêndio. É possível

lançar a instalação da obra direto em um modelo 3D de forma integrada com todos os elementos do edifício. As instalações são interligadas por diferentes abas. Na Figura 13 é possível observar a análise de um dos módulos de instalações do *software*.

Figura 13: Projeto de módulo elétrico no *software* CYPECAD MEP.



Fonte: Multiplus, 2021

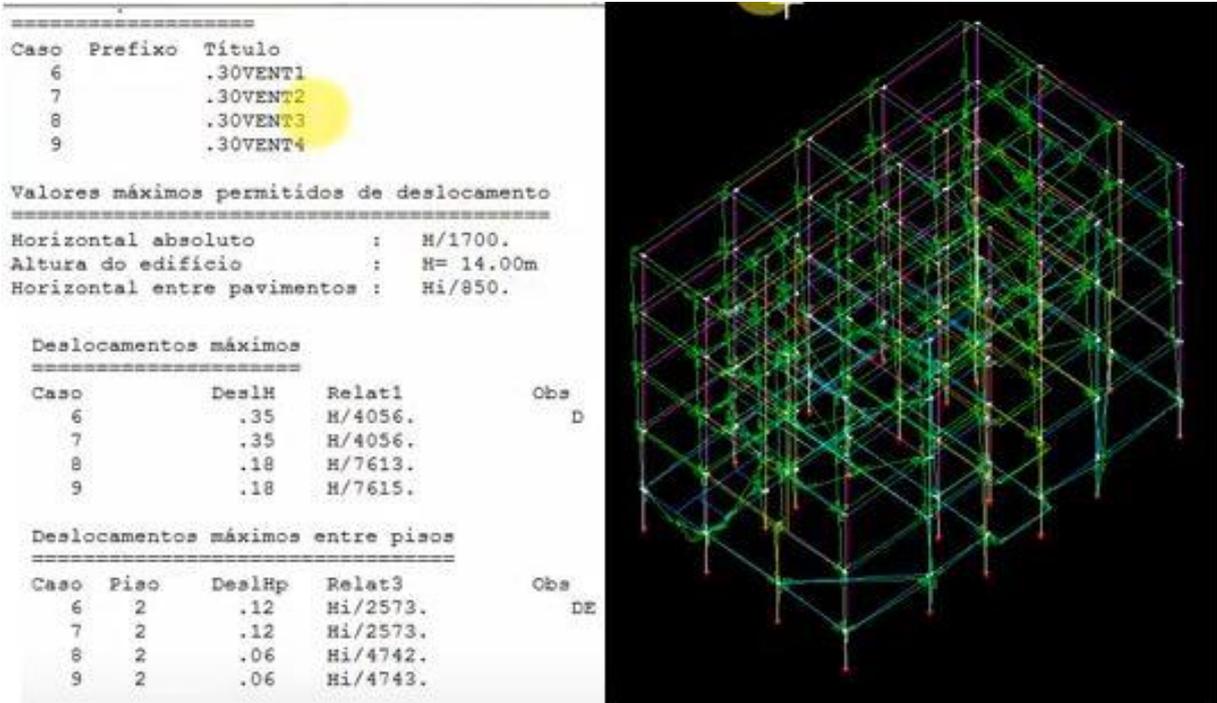
2.6.3 Estrutural

2.6.3.1 TQS

O *software* TQS é muito popular entre os profissionais da engenharia, principalmente na realização de cálculos estruturais. Desenvolvido pela empresa brasileira TQS, fundada em 1986 por engenheiros civis, tem alçado grande sucesso entre os profissionais da área. A principal aplicação se dá na realização de projetos de edificações de concreto armado, constituído por: vigas, pilares, lajes e elementos de fundação. Além disso, o cálculo das lajes ocorre de forma simplificada. E, dependendo do modelo, os desenhos podem ser gerados de

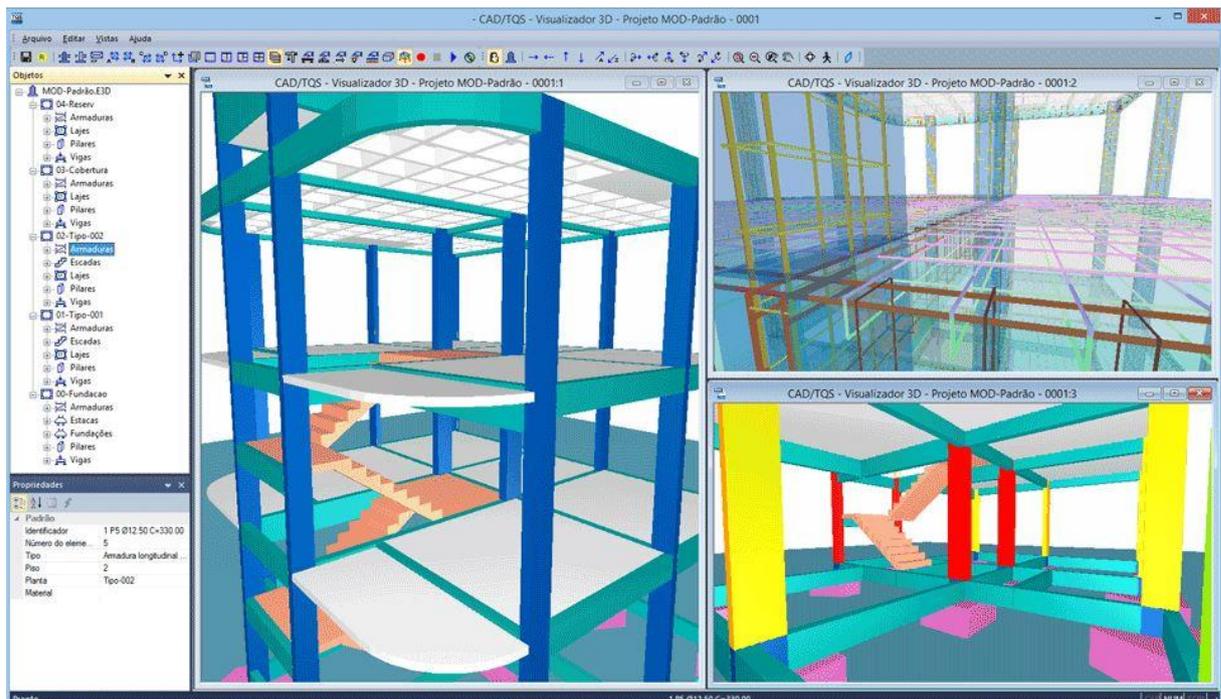
forma automática (RIBEIRO, 2020). Na Figura 14 é possível observar a análise estrutural de pórticos de uma edificação e na Figura 15 é possível observar a representação gráfica de elementos estruturais e suas armações.

Figura 14: Análise de pórticos no *software* TQS.



Fonte: Sant'Anna, 2019

Figura 15: Vista 3D de elementos estruturais gerados no *software* TQS.

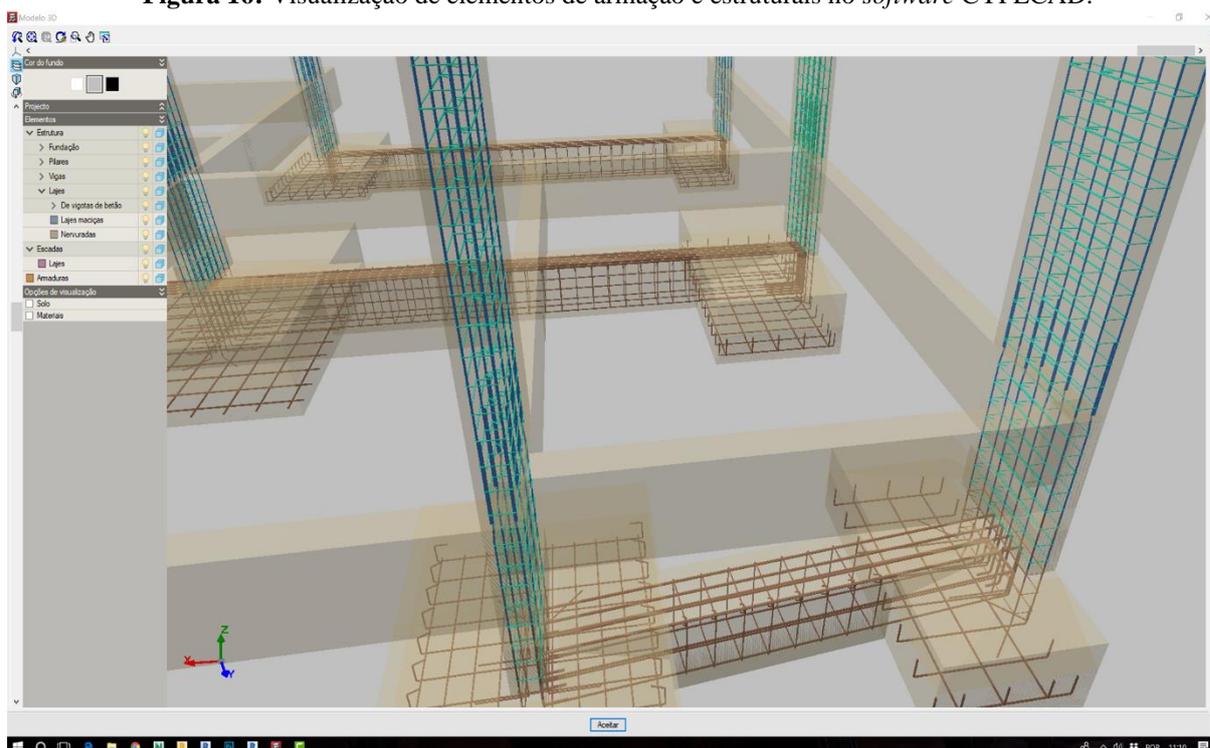


Fonte: Sant'Anna, 2019

2.6.3.2 CYPECAD

Semelhante ao *software* TQS, o CYPECAD é um programa para projeto estrutural de concreto armado, pré-moldado e engloba todas as etapas do projeto. Também realiza a análise e o cálculo estrutural, proporções e detalhes finais dos elementos do projeto (RIBEIRO, 2020). A Figura 16 exemplifica um conjunto de armações em elementos estruturais.

Figura 16: Visualização de elementos de armação e estruturais no *software* CYPECAD.

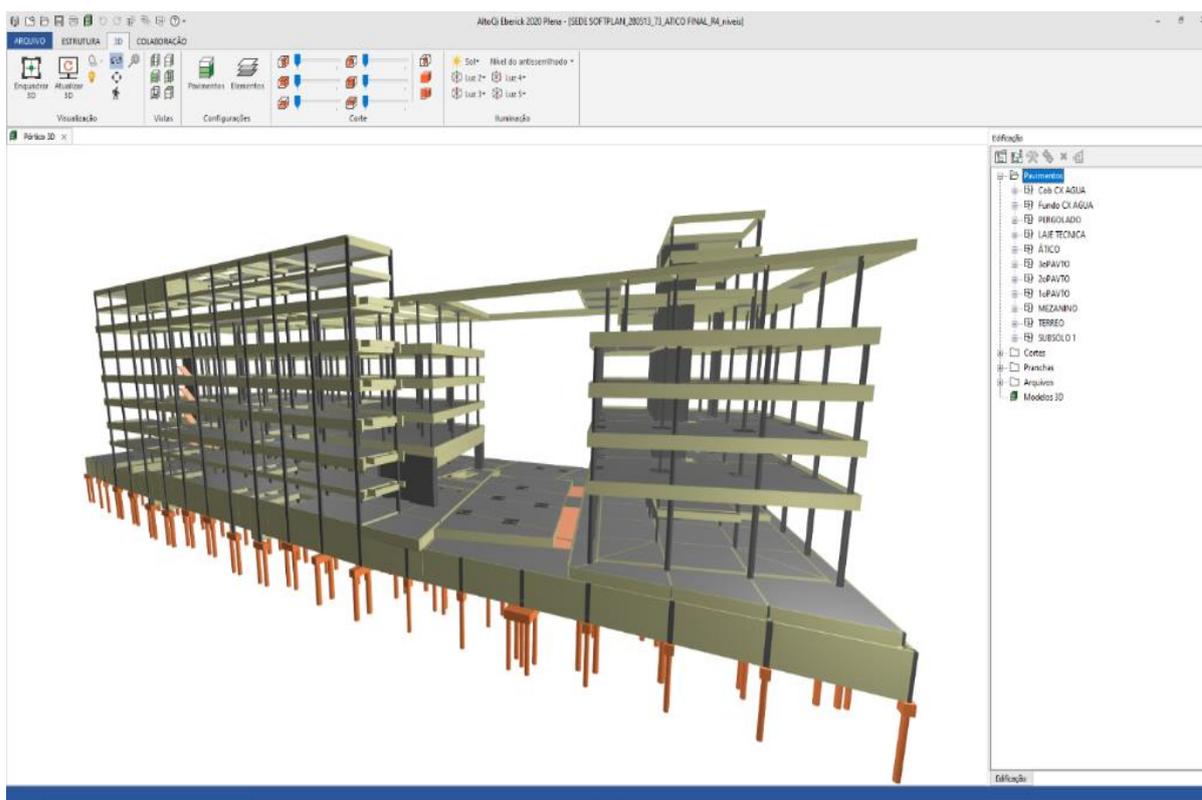


Fonte: EngenhaBIM, 2018

2.6.3.3 Eberick

O Eberick possui diversos recursos BIM de modelagem, o *software* faz a análise da estrutura, dimensionamento das peças estruturais, compatibilização com as demais disciplinas de projeto e a geração das pranchas finais contendo detalhamentos das armaduras, planta de formas e demais desenhos do projeto. Além disso, possui fácil manuseio e gera detalhamentos de elevada qualidade, conforme Figura 17. Um dos pontos negativos do *software* é que ele não abrange o fluxo completo de estruturas metálicas; não possui solução nativa de elementos protendidos (ZIMERMANN, 2019).

Figura 17: Visualização 3D de projeto estrutural no *software* Eberick.



Fonte: AltoQi, 2019

2.6.4 Compatibilização

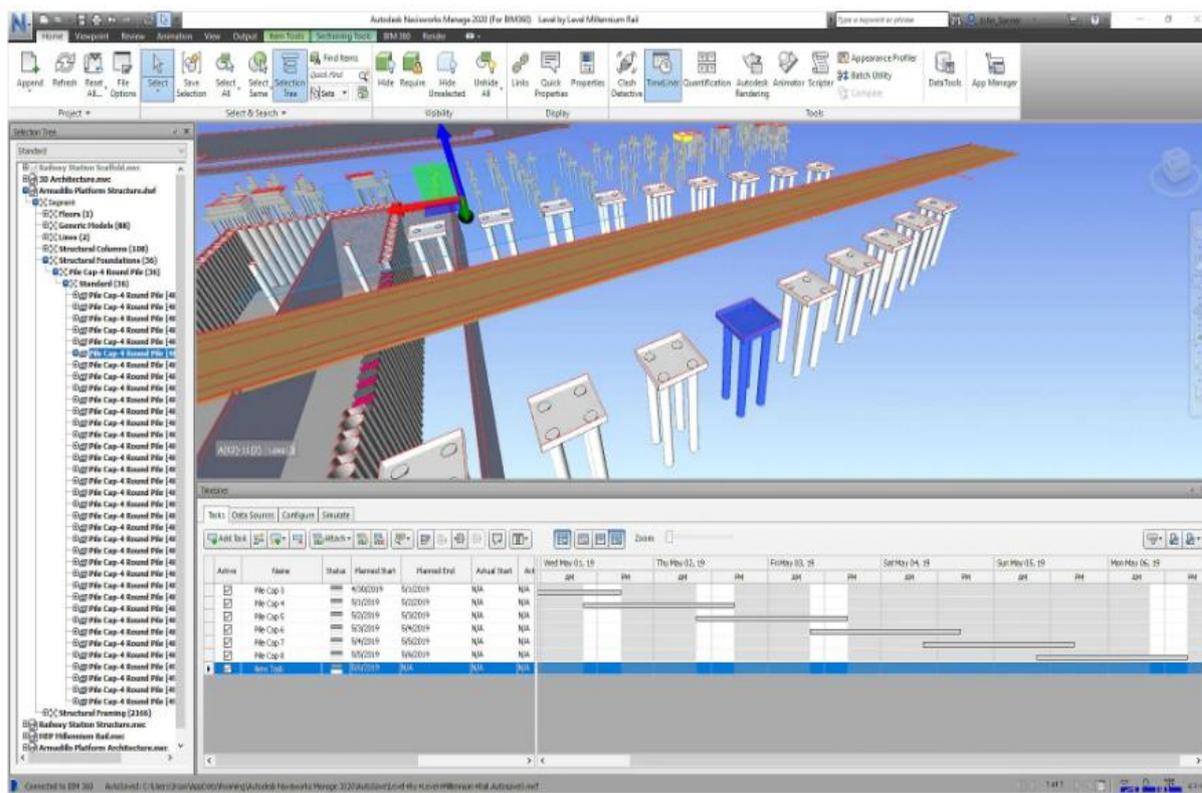
Projetos desenvolvidos em BIM precisam ser convertidos para o formato IFC, que permite aos mais diversos *softwares* BIM partilharem modelos sem perdas de informação. Assim sendo, o BIM atua no conceito de interoperabilidade, que é a capacidade de se comunicar com outros sistemas (GONÇALVES JR, 2016).

2.6.4.1 Navisworks

O Navisworks® é o principal *software* para análise e compatibilização de projetos. Ele é capaz de melhorar a coordenação BIM através da combinação de dados do projeto e construção, unindo tudo em um único modelo. Identificar e resolver conflitos e problemas de interferência antes da construção se torna mais rápido e fácil. Utilizando do controle de cronogramas e custos com simulações 4D e 5D é possível animar e interagir com objetos de modelo da simulação, criar e importar cronogramas e itens de custo de aplicativos externos de gerenciamento de projeto (AUTODESK, 2020).

Como parte do processo BIM, o *software* tem relação próxima com os *softwares* BIM INFRAWORKS, REVIT, ARCHICAD e FORMIT sendo o Navisworks responsável na parte de compatibilização e gestão do projeto/obra. Por tal razão se torna possível trabalhar com o fluxo OPEN BIM (SPBIM, 2020). A Figura 18 mostra uma análise de possíveis conflitos em um projeto.

Figura 18: Interface Navisworks.



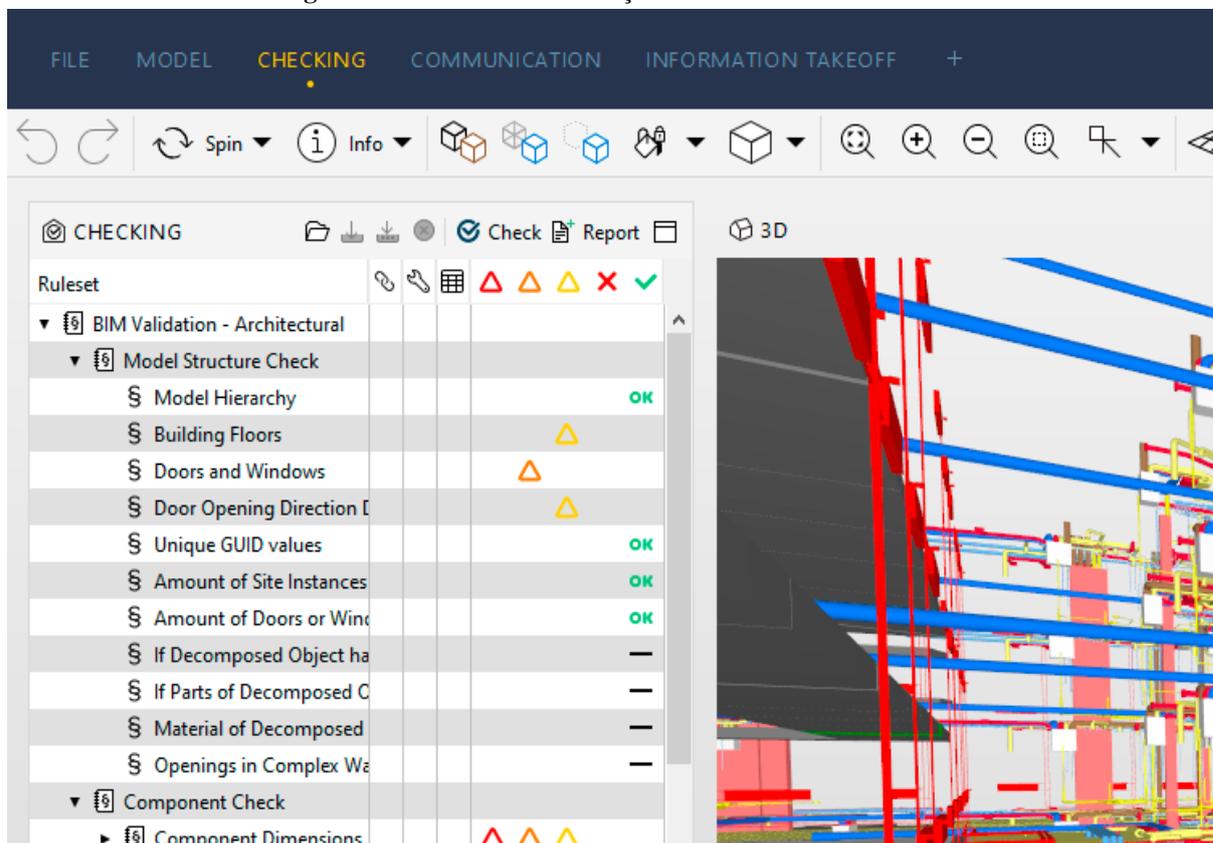
Fonte: Autodesk, 2020

2.6.4.2 Solibri Model Checker

O Solibri Model Checker foi desenvolvido pela empresa finlandesa Solibri. É um *software* de análise de modelo BIM, na qual tem a finalidade de verificar a integridade dos modelos, qualidade, aderência os vários parâmetros e regras do projeto e a consistência da informação dos dados do modelo. Uma das grandes vantagens de se utilizar este *software* se traduz na facilidade de extrair uma análise detalhada do projeto em poucos comandos executados pelo usuário. Além de verificação do projeto como Código de Obras, Rota de Fuga, Bombeiro, Normas como Acessibilidade, Plano Diretor, Normas de Segurança do Trabalho entre diversos outros (FARIAS, 2020). É possível utilizá-lo mesmo em etapas iniciais prevendo desta forma possíveis erros e otimizando o projeto de acordo com o seu desenvolvimento. Essa ferramenta se torna indispensável no funcionamento do fluxo BIM para

implantação/implementação desde o uso em projetos como em coordenação (FARIAS, 2020). Na figura 19 observa-se o resultado de uma verificação no Solibri Model Checker.

Figura 19: Interface de verificação do Solibri Model Checker.



Fonte: Solibri, 2020

2.7 DIFICULDADE DE IMPLANTAÇÃO NO BRASIL

Segundo Silva (2017), a não adoção do BIM no Brasil deve-se à alguns aspectos, que estão sendo comprovados com a realização de pesquisas com os representantes de empresas do setor de projeto e construção civil.

Esses aspectos analisados são:

- Resistência a mudanças;
- Barreiras impostas pela maioria das universidades brasileiras;
- Desvalorização do planejamento em empreendimentos construtivos.

Ainda que o desenvolvimento e a difusão do conceito no país estejam crescendo de forma acelerada, como qualquer nova ideia, o BIM ainda precisa superar desafios e obstáculos para atender às expectativas dos usuários e se estabilizar perante a todos os envolvidos em obras

civis. Ainda existem algumas barreiras para o conceito se tornar viável e acessível (GONÇALVES JR, 2018).

De acordo com Gonçalves Jr (2018), o emprego do BIM requer projetos que contenham uma grande quantidade de informações oriundas de modelos tridimensionais. Essas informações são necessárias a diferentes setores, incluindo os departamentos gerenciais. O intuito do BIM é desenvolver tudo compatibilizado e interconectado nos mínimos detalhes, por tal razão, se faz fundamental planejar em sinergia. Os diferentes profissionais envolvidos na elaboração do projeto são de certa forma obrigados a se adaptar ao conceito. Para se projetar em BIM é necessário investimento em *softwares* adequados e máquinas de computador que forneçam alto desempenho.

Segundo Silva (2017), existe ainda uma demanda de período de adequação e aperfeiçoamento para desenvolver as habilidades e conhecimento para trabalhar com o enorme fluxo de informações conectadas que o BIM dispõe. Os projetos tradicionais são guiados por linhas CAD 2D, desenvolvidos de maneira linear e vagarosa, na qual podem surgir inúmeras fragilidades, podendo ser apontadas: inconsistência de compatibilização e falhas em quantitativos. Uma profunda revisão desse *workflow* se faz necessário. Essa revisão irá gerar maior segurança ao tomar decisões e solução de problemas antecipados ainda na fase de projeto (GONÇALVES JR, 2018).

2.8 BIM BR ROADMAP

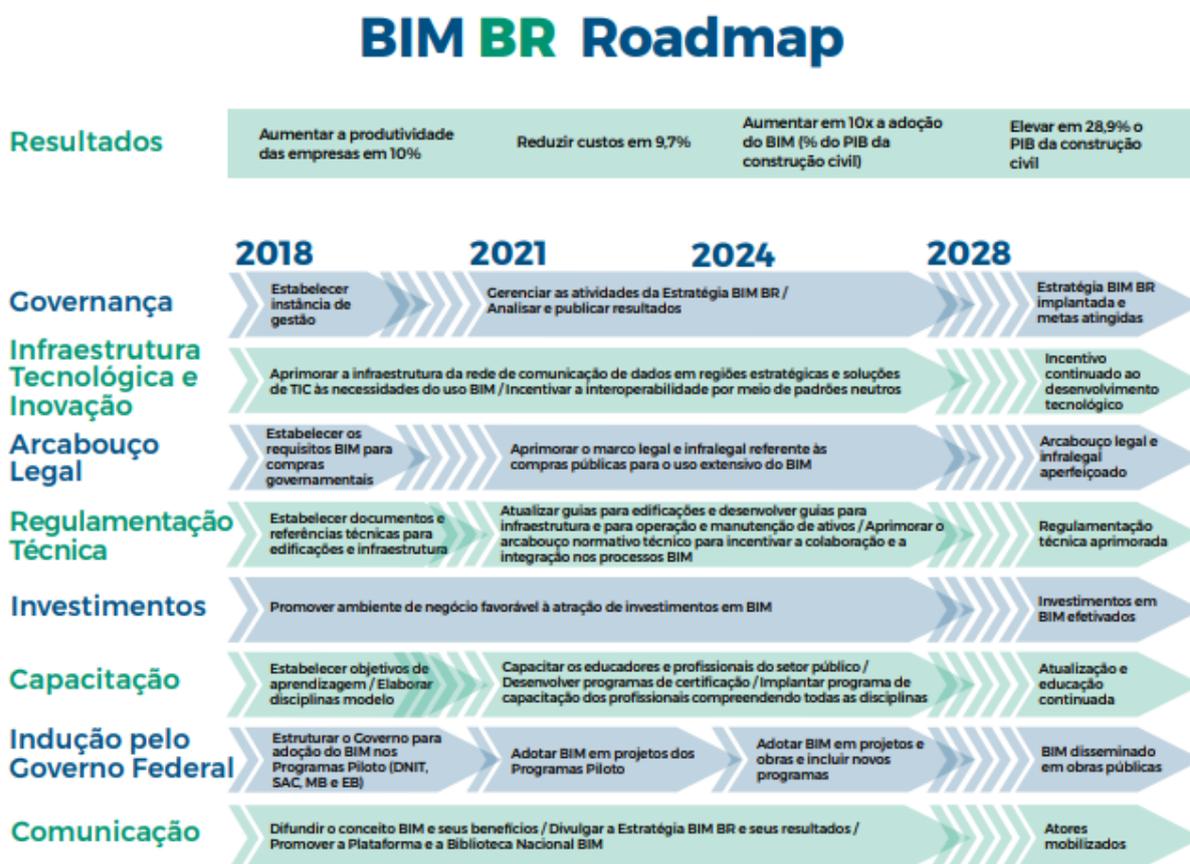
Na América Latina os países: Argentina, Brasil, Chile, Colômbia, Costa Rica, México, Peru e Uruguai iniciaram um movimento para promover encontros que visam estimular a fixação da metodologia BIM. Esses encontros culminaram na pesquisa “Visão BIM 2020 LATAM – O Impacto do BIM na América Latina”, essa primeira fase se destinou à coleta de dados que finalizou em fevereiro de 2020. No ano de 2018, por meio do Decreto 9.377² C6-BIM, o BIM se tornou lei no país. Essa lei institui a Estratégia Nacional de Disseminação do BIM no Brasil (BIBLUS, 2020).

² O governo do presidente Jair Bolsonaro revogou o Decreto 9.377/18 e criou o Decreto 9.983/19. A mudança apenas institui um novo Comitê Gestor da Estratégia BIM BRASIL por conta da mudança da constituição dos Ministérios (BRASIL, 2019).

De acordo com Rocha (2019), o BIM passa a ser uma exigência em projetos a partir do ano de 2021. A seguinte medida está relacionada ao decreto 9.377 que foi assinado em 17 de maio de 2018 e sua finalidade é viabilizar o uso de novas tecnologias na área da construção civil. O BIM BR ROADMAP tem a visão de padronizar o BIM e proporcionar um melhor controle de custos e transparência em obras públicas até o ano de 2024. A partir de 2021 a iniciativa do governo terá como obrigatoriedade a utilização do BIM em obras públicas.

A Figura 20 mostra como está previsto o processo de implantação do BIM no país através do BIM BR ROADMAP.

Figura 20: Previsão da implantação BIM no Brasil.



Fonte: BRASIL, 2018

Os indicadores e as metas acima são baseados nos objetivos de ampliar a utilização do BIM e aumentar a produtividade do setor da construção. Segundo pesquisa e estudos da Fundação Getúlio Vargas – FGV (2018), 9,2% das empresas do setor da construção já implantaram o BIM na sua rotina de trabalho. Estas empresas correspondem, a cerca de 5% do PIB da Construção Civil (ABDI, 2018). A partir desses indicadores, a Estratégia BIM BR almeja:

- Aumentar a produtividade das empresas em 10% (produção por trabalhador das empresas que adotarem o BIM);
- Reduzir custos em 9,7% (custos de produção das empresas que adotarem o BIM);
- Aumentar em 10 vezes a adoção do BIM (hoje 5% do PIB da Construção Civil adota o BIM, a meta é que 50% do PIB da Construção Civil adote o BIM);
- Elevar em 28,9% o PIB da Construção Civil (com a adoção do BIM, o PIB do setor, ao invés de se elevar 2,0% ao ano, patamar estimado sem alterações no *status quo*, elevar-se-á em 2,6% entre 2018 e 2028, ou seja, terá aumentado 28,9% no período, atingindo um patamar de produção inédito).

Através das fases de implantação do BIM, no decorrer dos próximos anos o Governo Federal busca propiciar a disseminação da metodologia em todo o território brasileiro. No 5º objetivo será proposto atos normativos que estabeleçam parâmetros para compras e as contratações públicas com uso do BIM mediante a utilização do poder de compra, promovendo assim uma ampla difusão da metodologia (BRASIL, 2018).

2.9 DECRETO BIM 10.306/2020

O Decreto 10.306/2020, de 02 de abril de 2020, estabelece a utilização do BIM na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia, realizados pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, levando-se em conta a Estratégia Nacional de Disseminação do BIM estabelecida no Decreto nº 9.983/2019 (GONZAGA, 2020).

Na resolução deste Decreto, ficaram definidos os órgãos pilotos de dois ministérios que serão utilizados nas ações de disseminação da estratégia. Ministério da Defesa: Exército Brasileiro, Marinha do Brasil e Aeronáutica Brasileira. Ministério da Infraestrutura: Secretaria Nacional de Aviação Civil (SAC) e Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) (BRASIL, 2020).

A partir de 1º de janeiro de 2021, qualquer empresa interessada em prestar serviços a algum dos órgãos mencionados, deverá seguir e desenvolver os projetos exclusivamente em BIM (GONZAGA, 2020).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Para a elaboração desta pesquisa, se fez necessário realizar um levantamento de dados focado em obter o maior número possível de colaboração das empresas e profissionais do setor de projetos e construção das cidades de Goianésia/GO e Jaraguá/GO. Com tal propósito, foi elaborado um questionário *on-line* que visou obter respostas objetivas sobre o atual cenário de implementação, uso e conhecimento da metodologia BIM em uma sub-região no interior do Goiás.

Optou-se pela ferramenta *JotForm* como plataforma para a pesquisa. Por intermédio dessa ferramenta foi possível elaborar um questionário de forma prática e objetiva, organizando e gerando tabelas e gráficos com os resultados de forma automática. Contando com uma interface intuitiva do *JotForm* a divulgação e compartilhamento da pesquisa foi bastante simples, bastou apenas enviar o link por *WhatsApp* aos destinatários de uma lista prévia de contatos em ambas as cidades. Foram alcançados pela pesquisa 22 (vinte e dois) escritórios de arquitetura, engenharia e construção. O questionário possuía perguntas originais juntamente com questões já levantadas em pesquisas de Hilgenberg *et al.* (2012) e Riccio, Lima e Breder (2017).

Do total das 15 (quinze) questões que compunham o questionário, 8 (oito) possuíam opção de SIM ou NÃO, objetivando padronizar e assim desta forma facilitar tanto as respostas quanto a interpretação pelos entrevistados. Das outras 7 questões restantes, 6 eram questões de múltipla escolha. Vale salientar que a primeira pergunta do questionário era a única em que o entrevistado respondia de forma descritiva. Pois ela objetivava identificar o nome da empresa ou escritório/profissional. Já a segunda questão visava descobrir a cidade de atuação.

Após a criação e elaboração das perguntas, realizou-se contato via *WhatsApp* com vários escritórios de arquitetura e engenharia do público-alvo. O envio do questionário ocorreu nos meses de janeiro e fevereiro de 2021.

Com o objetivo de contribuir e auxiliar em pesquisas futuras, o questionário aplicado na pesquisa encontra-se disponível no apêndice A do trabalho.

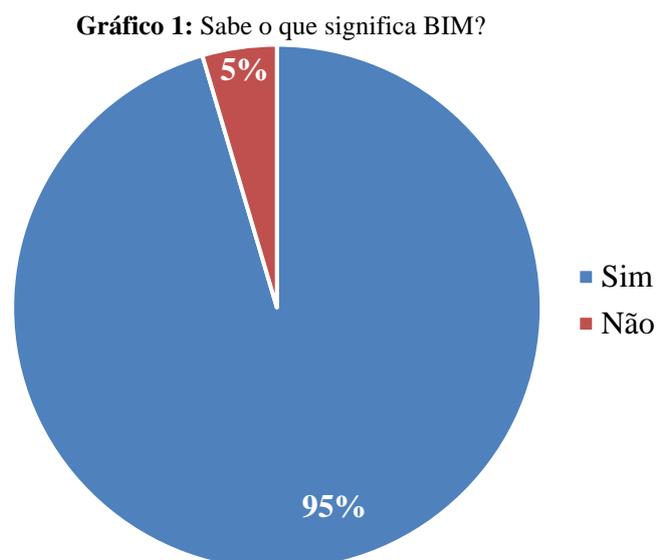
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ÁREA DE ATUAÇÃO DOS ENTREVISTADOS

O questionário após finalizado, somou um total de 22 (vinte e dois) entrevistados. Desse espaço amostral, participaram arquitetos urbanistas e engenheiros civis com atuação nas cidades de Goianésia e Jaraguá, ambas cidades do interior goiano. A representação dos colaboradores da pesquisa é composta por 5 (cinco) arquitetos urbanistas (23%) e 17 (dezesete) engenheiros civis (77%). Questionados quanto ao ramo de atuação (Pergunta 3: Qual o ramo de atuação do escritório?), 59% atuavam na área de arquitetura e engenharia, 18% em arquitetura (apenas), outros 18% em engenharia e somente 5% em outras áreas.

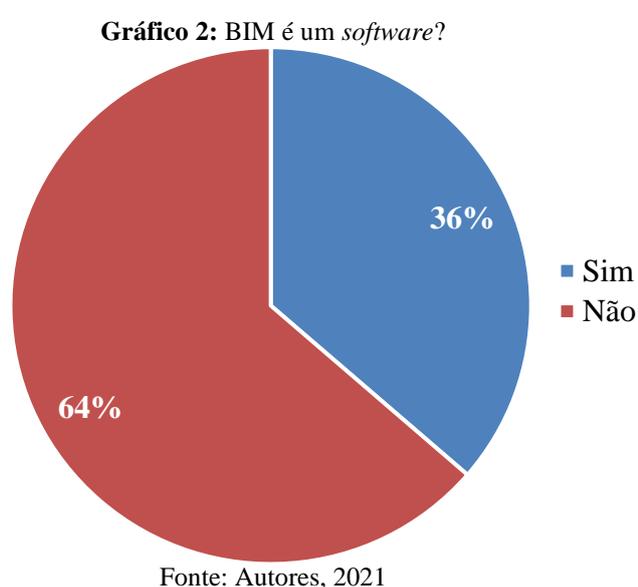
4.2 CONHECIMENTO DA METODOLOGIA BIM

Buscando verificar o conhecimento dos entrevistados da área AEC, eles responderam a uma pergunta que se tratava apenas sobre o entendimento do conceito e palavra BIM (Pergunta 4: Sabe o que significa o termo BIM?). Do total dos respondentes, 95% alegaram conhecer o conceito, 5% disseram não saber do que se tratava o acrônimo, conforme se pode verificar no Gráfico 1.



Fonte: Autores, 2021

Traçando um paralelo com pesquisas de: Hilgenberg *et al.* (2012), realizada com profissionais de arquitetura no Paraná, na qual 49% dos entrevistados disseram conhecer o termo BIM, e Riccio, Lima e Breder (2017), com pesquisa efetivada em 7 (sete) estados brasileiros, com 72,5% dos respondentes declarando conhecer o significado da palavra, nota-se um grande avanço na difusão do conceito na última década em todo o país. Em contrapartida, quando foram indagados se acreditavam que BIM se tratava de um *software* (Pergunta 5: Na sua visão, BIM é um *software*?), 36% responderam que sim (ver Gráfico 2). Tal percentual sugere que aproximadamente 1 a cada 3 profissionais não compreendem a fundo a metodologia abordada.

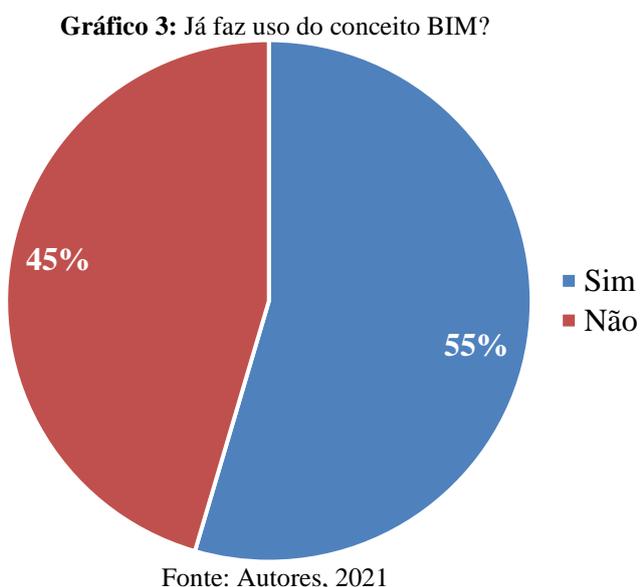


De acordo com Gonçalves Jr (2018), existe muita confusão na compreensão do conceito BIM. O engano mais comum é definir a metodologia como sendo somente um sistema ou uma ferramenta de modelagem 3D, no qual possibilita apenas dar um aspecto visual mais realista ao projeto. Segundo Freitas (2018), muitas empresas ainda se utilizam da modelagem 3D como primeira opção para desenvolver seus projetos. Entretanto, cada vez mais o BIM vem se estabelecendo no ramo da construção como a melhor solução para o gerenciamento de projetos por ser uma ferramenta poderosa que auxilia na gestão do dia a dia no canteiro de obras.

4.3 USO E APLICAÇÃO PRÁTICA DA METODOLOGIA BIM

Seguindo com as perguntas do questionário, foi perguntado se o escritório/profissional já utilizava o conceito BIM para projetar (Pergunta 6: O escritório já utiliza a metodologia

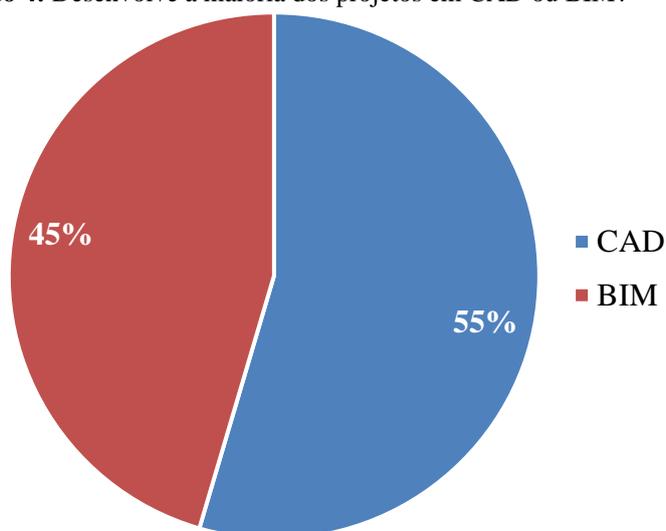
BIM?). Diante do resultado, 55% dos profissionais empregavam a metodologia nos projetos já desenvolvidos ou em desenvolvimento (ver Gráfico 3). Na pesquisa de Riccio, Lima e Breder (2017), acreditava que menos de 5% dos profissionais das áreas de arquitetura e engenharia utilizavam o conceito BIM.



Conforme é possível analisar no Gráfico 3, o BIM está ganhando espaço de forma gradativa nos escritórios de projetos. Comparando com pesquisa anterior e observando seu ritmo de expansão, nota-se uma alta taxa de disseminação do conceito.

4.4 BIM *versus* CAD

Objetivando compreender qual conceito era mais presente na vida profissional dos entrevistados durante o desenvolvimento de um projeto, foi feito um comparativo (Pergunta 7: O escritório desenvolve a maioria dos projetos em CAD ou BIM?) entre a metodologia BIM e o sistema *Computer-Aided Design*, conhecido popularmente por CAD. Tendo em vista que 55% utilizavam CAD e 45% usavam o conceito BIM (ver Gráfico 4) no desenvolvimento de projetos, confirma a ideia de que o BIM está ganhando cada vez mais espaço no setor da construção. Em pergunta semelhante, Hilgenberg *et al.* (2012), descobriu que à época 89% dos entrevistados faziam uso exclusivo do sistema CAD, através de seu principal *software* expoente: o AutoCAD.

Gráfico 4: Desenvolve a maioria dos projetos em CAD ou BIM?

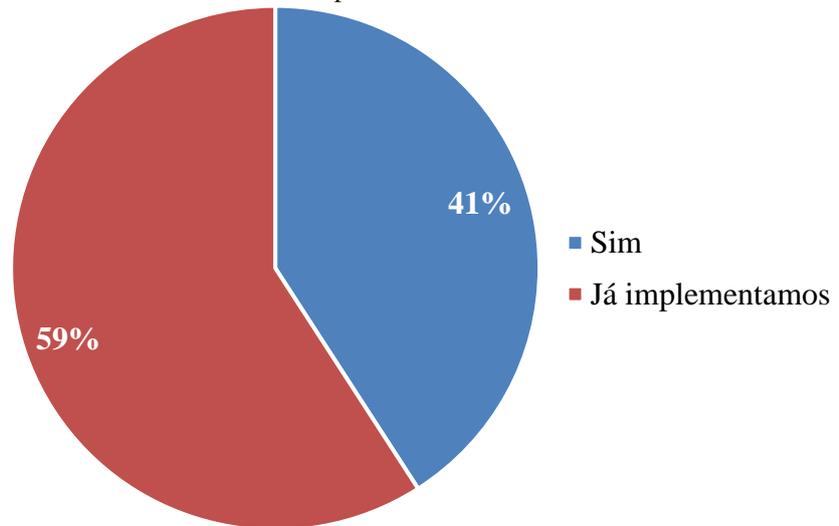
Fonte: Autores, 2021

De acordo com Leusin (2019), o principal fator que implica no sucesso da metodologia BIM e sua maior diferença em relação ao CAD é a sua capacidade de comunicação e de entendimento entre a equipe de projeto, planejamento, processo de projeto, definição de objetivos comuns, terminologia, classificação e ferramentas a serem adotadas.

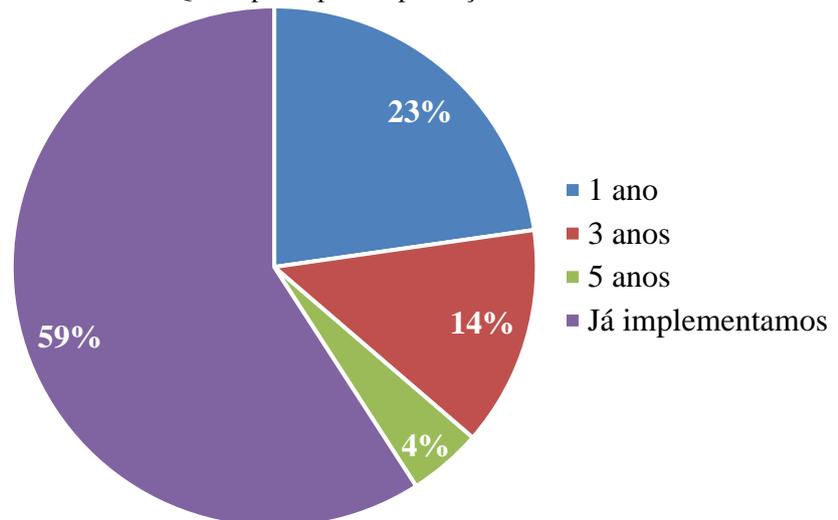
Vale ressaltar que embora os percentuais observados no Gráfico 3 pareçam descredibilizar o Gráfico 4, tem que vir a conhecimento de que a pergunta desse tópico se tratava apenas de qual sistema era mais utilizado, e não o único empregado pelos profissionais no desenvolvimento dos projetos.

4.5 INTERESSE NA IMPLANTAÇÃO DA METODOLOGIA BIM

Foi perguntado como estava o interesse pela implantação do BIM nos escritórios (Pergunta 8: Caso a empresa ainda não trabalhe utilizando a metodologia BIM, pretende futuramente incorporá-la no desenvolvimento de novos projetos?). Dos que ainda não utilizavam a metodologia, 41% disseram possuir pretensão em utilizar futuramente, 59% já empregavam o conceito, conforme se pode analisar no Gráfico 5. Em sequência, foram indagados sobre o tempo estimado para implementar o conceito dentro do escritório (Pergunta 9: Qual a perspectiva de implantação do BIM em projetos da empresa nos próximos anos?). Das empresas e/ou escritórios que ainda não haviam implementado o BIM, 23% pretendia fazê-lo no prazo de um ano, 14% nos próximos 3 anos e 4% em meia década, como está descrito no Gráfico 6.

Gráfico 5: Possui interesse em implantar o conceito BIM?

Fonte: Autores, 2021

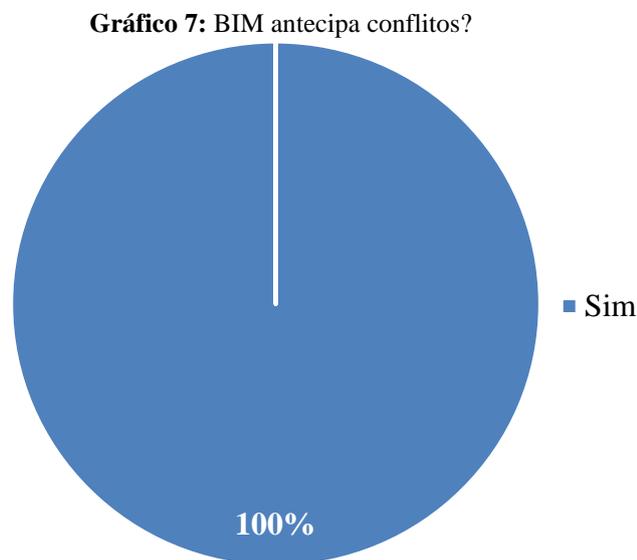
Gráfico 6: Qual o prazo para implantação?

Fonte: Autores, 2021

De acordo com Addor *et al.* (2015), para uma boa implementação da metodologia BIM, a empresa precisa estabelecer um planejamento, pois envolvem recursos financeiros. Antes da implantação a empresa deverá ter metas em relação a desempenho, qualidade, relação com clientes, custos e prazos. Esses aspectos são de extrema importância durante a fase de implantação da metodologia.

4.6 INCOMPATIBILIDADE ENTRE PROJETOS

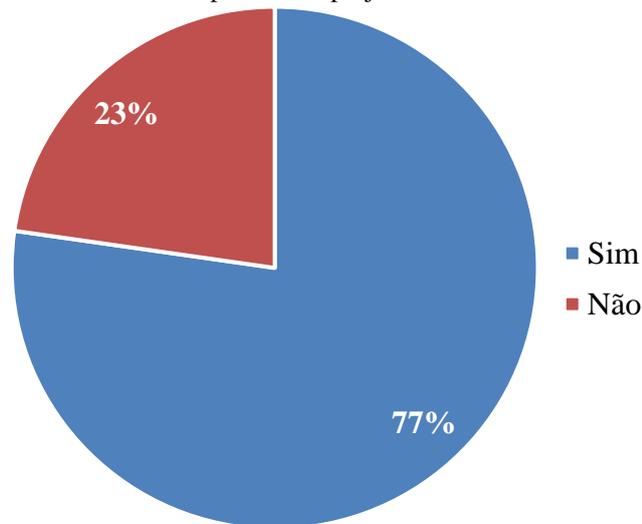
Pretendendo verificar o quão necessário seria o uso e aplicação prática da metodologia BIM na vida profissional dos entrevistados, foram feitas três perguntas bastante simples e diretas sobre o tópico de incompatibilidade. A primeira pergunta foi se acreditavam que a metodologia BIM era capaz de prover dados suficientes para evitar ou reduzir erros durante a parte projetiva de uma obra (Pergunta 10: Acredita que a metodologia BIM proporciona informações necessárias para redução dos erros de incompatibilidade?). Na qual 100% dos entrevistados afirmaram que “sim”, conforme consta no Gráfico 7.



Fonte: Autores, 2021

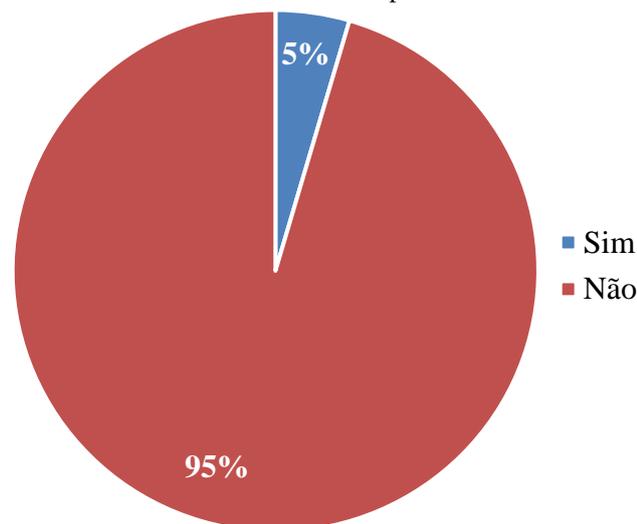
Segundo Feller (2015), a compatibilização trata de sobrepor os desenhos dos diversos projetos necessários para uma obra. Elétrico, hidráulico, arquitetônico, estrutural, de refrigeração, entre outros. O objetivo da compatibilização é reduzir e se possível, eliminar as interferências físicas e perdas de funcionalidade de uma edificação, o que ocasiona retrabalho no canteiro de obras.

A segunda pergunta foi relativa a conflitos durante o desenvolvimento dos projetos (Pergunta 11: Se atua/atuou em execução ou acompanhamento de obra, já teve problemas de incompatibilidade de projetos? Seja arquitetura x estrutura, estrutura x hidrossanitário, entre outros?). Como esperado, uma parcela expressiva dos profissionais, 77% já sofreu com esses contratempos projetivos. O restante, 23% alegaram não terem tido tais conflitos, conforme se pode verificar no Gráfico 8.

Gráfico 8: Já se deparou com projetos em conflito?

Fonte: Autores, 2021

A última pergunta do tópico buscava identificar se os profissionais que alegaram já terem se esbarrado com esses conflitos, se estavam desenvolvendo os projetos em ambiente fundamentado em BIM (Pergunta 12: Caso a resposta anterior for SIM, os projetos haviam sido desenvolvidos em plataforma BIM?). Uma maioria quase absoluta de 95% não usava BIM na ocasião, e apenas 5% (um único profissional) aferiu que o conflito persistiu mesmo utilizando uma plataforma BIM. Esses percentuais podem ser vistos no Gráfico 9.

Gráfico 9: Os conflitos se deram em plataforma BIM?

Fonte: Autores, 2021

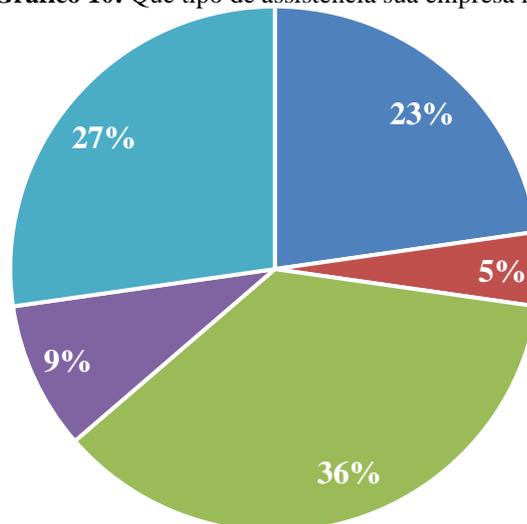
Ao se analisar os 23% que não sofreram com nenhum tipo de conflito em menor ou maior grau (Gráfico 8), levando em conta todo o detalhamento necessário que um bom projeto exige, pode-se automaticamente presumir três hipóteses possíveis: 1 - Os projetistas não realizaram compatibilização entre projetos. 2 - Eles não trabalhavam diretamente com

concepção e elaboração de projetos. 3 – Os projetistas em questão, dominam por completo toda a metodologia BIM.

4.7 VANTAGENS PARA SE TRABALHAR COM PLATAFORMAS BIM

Objetivando saber diretamente dos profissionais da área AEC quais tipos de assistências e auxílios eles gostariam de receber caso fossem adotar a metodologia BIM nos próximos meses (Pergunta 13: Que tipo de assistência você gostaria que seu escritório recebesse caso fosse adotar o BIM nos próximos meses?), 36% disseram que gostariam de receber suporte de formação necessária e *know-how* (o saber, o domínio) para a sua empresa e funcionários, 23% queriam apoio para a captação e implementação nos projetos, 9% optariam por participações em *workshops* para discutir BIM e informações complementares, 5% queriam ter uma compreensão clara dos benefícios que compensem o custo e outros fatores, 27% afirmaram não precisar de nenhum tipo de auxílio ou assistência. Os percentuais podem ser verificados no Gráfico 10. Nos dados coletados em pergunta semelhante por Riccio, Lima e Breder (2017), 52,9% dos profissionais queriam treinamento para funcionários, 23,5% necessitavam de apoio para captação e implementação nos projetos, seguido por compreensão clara dos benefícios (17,6%).

Gráfico 10: Que tipo de assistência sua empresa necessitaria?



- Apoio para a captação e implementação nos projetos
- Compreensão clara dos benefícios que compensem o custo e outros fatores
- Formação necessária e know-how (o saber, o domínio) para a sua empresa e funcionários
- Participação em workshops para discutir BIM e informações complementares
- Não será necessário assistência

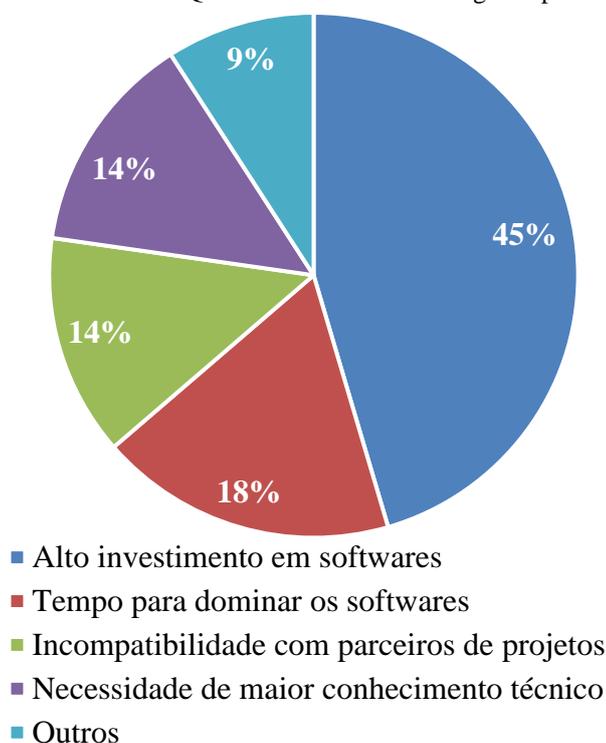
Fonte: Autores, 2021

A maior mudança observada que os escritórios de arquitetura e engenharia se deparam com a implantação do BIM é saber usar um modelo de forma compartilhada, o chamado *building model*, durante as fases de concepção e design; e um conjunto de modelos durante as fases de construção e fabricação. Tal mudança de metodologia construtiva demanda tempo e conhecimento para a familiaridade com o processo (EASTMAN *et al.*, 2014).

4.8 BARREIRAS DA METODOLOGIA BIM

Em uma das perguntas finais, os entrevistados foram questionados sobre quais motivos representariam obstáculos cruciais a serem superados para levar sua empresa a adotar a metodologia BIM no desenvolvimento de novos projetos (Pergunta 14: Qual das alternativas abaixo você acredita ser uma barreira para uma ampla disseminação da metodologia BIM?). Dessas barreiras a serem superadas, o alto investimento que *softwares* BIM requerem, representou 45% das dificuldades apontadas pelos profissionais conforme pode ser verificado no Gráfico 11. Na pesquisa de Hilgenberg *et al.* (2012), esse mesmo impeditivo apontou um percentual de 76%. Já na pesquisa levantada por Riccio, Lima e Breder (2017), correspondia a 60,8% da queixa dos profissionais da área.

Gráfico 11: Quais barreiras a metodologia impõe?



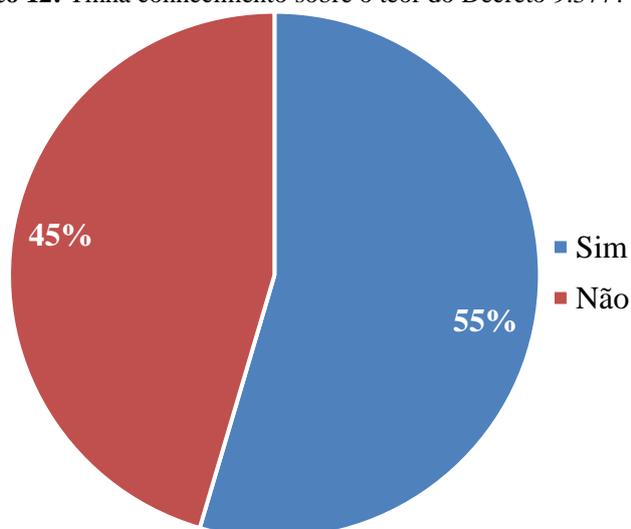
Fonte: Autores, 2021

Plataformas BIM geralmente necessitam de investimento em *softwares* e computadores de alto desempenho. Mas também exige um tempo de adaptação e entendimento da equipe para se trabalhar com o grande volume de informações integradas e receber os benefícios desse novo conceito de trabalho. A dica é investir em capacitação (GONÇALVES JR, 2018).

4.9 DECRETO 9.377 C6-BIM

Ao final do questionário, foi perguntado aos profissionais se eles tinham ciência de que a partir de 2021, o uso da metodologia BIM seria obrigatório em todas as etapas de projetos e execução de obras públicas brasileiras (Pergunta 15: Possuía conhecimento de que nesse ano o uso do BIM será obrigatório em obras públicas brasileiras através do decreto nº 9.377?). Um total de 55% dos profissionais alegou saber do início da vigência desse projeto governamental, 45% não sabiam, conforme é possível constatar através do Gráfico 12.

Gráfico 12: Tinha conhecimento sobre o teor do Decreto 9.377?



Fonte: Autores, 2021

Através desse decreto o governo brasileiro busca incentivar o desenvolvimento do setor da construção civil, com foco em economia para as compras públicas e obter maior transparência aos processos licitatórios. O intuito é contribuir também para a otimização de processos de manutenção e gerenciamento de ativos (GONZAGA, 2020).

5 CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos e analisados com a pesquisa de campo, ficou evidente o quanto a metodologia BIM avançou e conquistou de território no ambiente projetivo e construtivo do país. Dos profissionais entrevistados, 95% alegaram já possuir conhecimento do que significa o termo BIM. Esse trabalho não almejou apenas ter um vislumbre do entendimento da palavra por parte dos profissionais. Mas sim, entender como eles fazem o uso e aplicação prática desse conceito. Se não o usam, buscou-se saber o(s) motivo(s). Através da pesquisa, foi possível aferir que a maioria dos profissionais estão tendo ciência de que BIM não se trata de nenhum *software*, mas de uma ideia nova, tecnológica e altamente revolucionária para o setor da construção.

Foi observado que alguns profissionais ainda são apegados ao sistema CAD que utiliza de geometria básica para modelar. Tal fato não é nenhuma surpresa. Visto que a maioria dos profissionais do setor construtivo em geral, quando iniciaram e deram seus primeiros passos na modelagem arquitetônica, tiveram possivelmente o primeiro contato com o *software* mais popular à época, o AutoCAD®. Atualmente existem no mercado, *softwares* fundamentados em BIM mais eficientes e intuitivos que o AutoCAD®. Podendo dar destaque ao Revit®, que em alguns cliques é capaz de gerar cortes automáticos, quantitativos de materiais ou um modelo 3D do projeto em desenvolvimento, por exemplo.

Na pesquisa ficou evidente o quanto os projetistas se deparam com problemas de incompatibilidade (77%), quando não utilizam plataformas BIM para gerir o projeto em tempo real. Mas para aplicar essa metodologia os profissionais relataram em maior grau que é necessário ter uma boa formação para conhecer e se familiarizar com o conceito.

No quesito das dificuldades da adoção BIM, observa-se as barreiras que o conceito impõe a quem quer adotá-lo. O alto custo que *softwares* BIM possuem atualmente foi o principal impeditivo apontado pelos profissionais, seguido do tempo necessário para dominar as ferramentas.

Baseado em dados de pesquisas anteriores sobre a temática BIM, fica claro o quanto o conceito se difundiu na última década, e a tendência é de ampliar sua disseminação a cada ano. Medidas do governo brasileiro como o atual Decreto 10.306/2020 acabam se tornando um grande expoente da metodologia no país.

Visando ampliar o acesso e difusão da metodologia em todo o território brasileiro, seria de grande relevância que centros de formação acadêmica incentivassem os discentes em boas práticas BIM. Fomentar e incentivar o uso da metodologia resultará em benefícios para todos os envolvidos. O projetista ganha tempo e mais qualidade no projeto. O cliente evita desperdícios durante a obra. O país se desenvolve com projetos mais eficientes e sustentáveis. Por fim, conforme afirmou Bessoni (2019), “BIM não é o futuro, BIM é o presente!”.

5.1 CONTINUAÇÃO DA PESQUISA E TRABALHOS FUTUROS

No intuito de continuação deste trabalho, seria interessante obter dados relativos a:

- *Softwares* BIM que os profissionais estão mais familiarizados;
- O quanto em reais esses profissionais estão dispostos a gastar com tais ferramentas BIM;
- Detalhamento do nível de uso e conhecimento das funcionalidades de ferramentas BIM pelos profissionais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADDOR, M.; NARDELLI, E, S.; CAMBIAGHI, H.; MORALE, M.; CASTANHO, M.; DELATORRE, J.; MAINARDI, I.; YIM, J.; SAIDON, S, W; DUNKER, V.; ROSETTI, M, S. **Guia AsBEA: boas práticas em BIM**. Fascículo II. 2015. Disponível em: <<http://www.asbea.org.br/userfiles/manuais/a607fdeb79ab9ee636cd938e0243b012.pdf>>. Acesso em: 04, março de 2021.

BESSONI, A. **Revit X AutoCAD (mudando para uma Plataforma BIM)**. BIMExperts, 2019. Disponível em: <<https://www.bimexperts.com.br/post/revit-x-autocad>>. Acesso em: 20, abril de 2021.

BIM no Brasil: confira os primeiros passos para sua implementação. BIBLUS, 2020. Disponível em: <<https://biblus.accasoftware.com/ptb/bim-no-brasil-confira-os-passos-para-sua-implementacao/>>. Acesso em: 23, outubro de 2020.

BRASIL. Decreto nº 9.377, de 17 de maio de 2018. **Institui a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modeling**. Estratégia BIM BR: Estratégia nacional de disseminação do building information modeling - BIM, Brasília: Diário Oficial da União, 2018.

BRASIL. Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019. **Dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modeling e institui o Comitê Gestor da Estratégia do Building Information Modeling**. Brasília, DF, 2019. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2019/Decreto/D9983.htm>. Acesso em: 26 de abril de 2021.

BRASIL. Decreto nº 10.306 de 2 de abril de 2020. **Estabelece a utilização do Building Information Modeling na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal, no âmbito da Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modeling - Estratégia BIM BR**. Brasília, DF, 2020. Disponível em: <<http://www.in.gov.br/web/dou/-/decreto-n-10.306-de-2-de-abril-de-2020-251068946>>. Acesso em: 26 de abril de 2021.

CÂMARA, M. R. G.; BERGAMASCO, F. L. **Competitividade e Inovação nas empresas de construção civil de Londrina**. In: SEMINÁRIO LATINO-IBERO AMERICANO DE GESTIÓN TECNOLÓGICA (ALTEC), 2005, Salvador. Anais... Salvador, 2005.

CAMPESTRINI, T.; GARRIDO, M, C.; MENDES JR, R.; SCHEER, S.; FREITAS, M, C, D. **Entendendo BIM:** O livro. Curitiba: UFPR, 2015. 51 p.

CARVALHO, D. **Plataforma BIM:** Tudo sobre a grande tendência da Construção. SIENGE, 2017. Disponível em: <<https://www.sienge.com.br/blog/plataforma-bim/>>. Acesso em: 23, outubro de 2020.

CASTELO, M, A; MARCELLINI, L; VIANA, I. **A construção digital parte 2.** Blog do IBRE, 2018. Disponível em: <<https://blogdoibre.fgv.br/posts/construcao-digital-parte-2>>. Acesso em: 20, novembro de 2020.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO – CBIC. **Implementação do BIM – Parte 2:** Implantação do BIM para construtoras e incorporadoras. Brasília 2016b. Disponível em: <http://sindusconbc.com.br/wp-content/uploads/2016/10/VOLUME-_2.pdf>. Acesso em: 12, setembro de 2020.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **BIM handbook:** a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors. New Jersey - USA: John Wiley & Sons, Inc., 2008.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON **Manual de BIM:** Um guia de modelagem da informação da construção. Porto Alegre: Bookman, 2014. 483 p. Revisão técnica: Eduardo Toledo Santos. Tradução de: Cervantes Gonçalves Ayres Filho *et al.*

FARIAS, J, C. **O que é o ArchiCAD.** SPBIM, 2018. Disponível em: <<https://spbim.com.br/o-que-e-o-archicad/>>. Acesso em: 16, outubro de 2020.

FARIAS, J, C. **O que é o Navisworks.** SPBIM, 2019. Disponível em: <<https://spbim.com.br/o-que-e-navisworks/>>. Acesso em: 27, fevereiro de 2021.

FARIAS, J, C. **O que é o Solibri.** SPBIM, 2020. Disponível em: <<https://spbim.com.br/o-que-e-o-solibri/>>. Acesso em: 11, março de 2021.

FARIAS, J, C; RAYHANE, S. **O que é o QIBuilder.** SPBIM, 2020. Disponível em: <<https://spbim.com.br/o-que-e-o-qi-builder/>>. Acesso em: 16, outubro de 2020.

Federação das Indústrias do Rio de Janeiro – FIRJAN, **Construção Civil: Desafios 2020**. FIRJAN, Rio de Janeiro, 2014.

FELLER, V. **A importância da Compatibilização de Projetos na Construção Civil**. RENDER BLOG, 2015. Disponível em: <<https://blog.render.com.br/construcao/a-importancia-da-compatibilizacao-de-projetos-na-construcao-civil/>>. Acesso em: 09, março de 2021.

FERREIRA, S. L. **Da engenharia simultânea ao modelo de informações de construção (BIM): contribuição das ferramentas ao processo de projeto e vice-versa**. In: Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, 2007, Curitiba. Anais... Curitiba, 2007. CD-ROM.

FLORIANI, R; BEUREN, I, M; HEIN, N. **Indicadores de Inovação nas empresas de construção civil de Santa Catarina que aderiram ao Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat (PBQP-H)**. In: XXV SIMPÓSIO DE GESTÃO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA. 25., 2008, Brasília – DF. Anais...Brasília: ANPAD, 2008. 16 p.

FREITAS, L. **3D ou BIM: entenda as diferenças e veja qual é a melhor opção!**. Senior Mega, 2018. Disponível em: <<https://www.mega.com.br/blog/3d-ou-bim-entenda-as-diferencas-e-veja-qual-e-a-melhor-opcao!-1568/>>. Acesso em: 16, abril de 2021.

GARIBALDI, B, C, B. **Do 3D ao 7D – Entenda todas as dimensões do BIM**. SIENGE, 2020. Disponível em: <<https://www.sienge.com.br/blog/dimensoes-do-bim/>>. Acesso em: 24, outubro de 2020.

GOBIRA, J. **Inovação na construção civil: 7 tendências para 2020 que você precisa saber**. STARTSE, 2020. Disponível em: <<https://www.startse.com/noticia/nova-economia/inovacao-na-construcao-civil-7-tendencias-para-2020-que-voce-precisa-saber>>. Acesso em: 27, setembro de 2020.

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

GONÇALVES JR, F. **Softwares BIM para compatibilização de projetos**. AltoQi, 2016. Disponível em: <<https://maisengenharia.altoqi.com.br/bim/softwares-bim-para-compatibilizacao-de-projetos/>>. Acesso em: 12, maio de 2021.

GONZAGA, A. **Decreto BIM: Tudo que você precisa saber para 2021**. Papo de Engenheiro, 2020. Disponível em: <<https://www.orcafascio.com/papodeengenheiro/decreto-bim-tudo-que-voce-precisa-saber-para-2021/>>. Acesso em: 18, março de 2021.

HAMEL, C.; PRAHALAD, C. D. **Competindo pelo futuro**. 2. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1995.

HARTMANN, T.; GAO, J.; FISCHER, M. **Areas of Application for 3D and 4D Models on Construction Projects**. Journal of Construction Engineering and Management, v. 143, n. 10, p. 776-785, 2008.

HILGENBERG, F. B.; ALMEIDA, B. L.; SCHEER, S.; AYRES, C. **Uso de BIM pelos profissionais de arquitetura em Curitiba**. Gestão e Tecnologia de Projetos, Curitiba, v. 7, 2012.

LEUSIN, S. **Qual a principal diferença entre CAD e BIM?**. Blog da Liga, 2019. Disponível em: <<https://blogdaliga.com.br/qual-a-principal-diferenca-entre-cad-e-bim/>>. Acesso em: 16, abril de 2021.

MACGRAW HILL CONSTRUCTION. **The Business Value of BIM for Infrastructure Challenges with Collaboration and Technology**. Belford, 2012.

MENEZES, G. L. B. **Breve histórico de implantação da plataforma BIM**. Cadernos de Arquitetura e Urbanismo, São Paulo, v. 18, p. 154, 2011.

MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS. **Estratégia BIM BR**. Estratégia Nacional de Disseminação do *Building Information Modelling* – BIM. Brasília – DF, 2018.

Não perca 7 aplicações da tecnologia BIM na construção civil. IBEC, 2019. Disponível em: <<https://ibecensino.org.br/blog/nao-perca-7-aplicacoes-da-tecnologia-bim-na-construcao-civil/>>. Acesso em: 16, outubro de 2020.

RICCIO, V. A.; LIMA, N. B. V.; BREDER, M. D. **Conhecimento e estimativa do uso do BIM pelos profissionais atuantes das indústrias arquitetura, engenharia e construção no Brasil**. Belo Horizonte, v. 9, 2017.

ROCHA, A. P. **Por dentro do BIM**. *Téchne*, São Paulo, v. 168, p. 38-43, mar. 2011.

ROCHA, C. **BIM passa a ser exigência a partir de 2021**. Mapa da obra, 2019. Disponível em: <<https://www.mapadaobra.com.br/inovacao/bimbr-roadmap/>>. Acesso em: 27, fevereiro de 2021.

ROJAS, E. **Todas as perguntas BIM que você gostaria de saber, mas ainda não teve oportunidade de perguntar**. ZIGURAT, 2019. Disponível em: <<https://www.e-zigurat.com/blog/pt-br/perguntas-e-respostas-bim/>>. Acesso em: 19, novembro de 2020.

ROSSO, S. M. Especial - **BIM: quem é quem**. *AU – Arquitetura e Urbanismo*, São Paulo, v. 208, p. 61-64, jul. 2011.

SABOL, L. **Building Information Modeling & Facility Management**. In: *IFMA's World Workplace Conference & Expo*. 2008. 2008, Dallas. Anais... Dallas, 2008. 7p.

SANTANA, L. **BIM no mundo: a revolução mundial da construção inteligente**. SIENGE, 2020. Disponível em: <<https://www.sienge.com.br/blog/bim-no-mundo/>>. Acesso em 17, setembro de 2020.

SILVA, K, U; RUBIO, A. **Tecnologia BIM no Brasil: Dificuldades e soluções em grandes empreendimentos**. In: XVII CONGRESSO NACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA. 17., 2017, São Paulo. Anais... São Paulo, 2017. 4 p.

TEIXEIRA, L, P.; CARVALHO, F, M, A. **A construção como instrumento do desenvolvimento da economia brasileira**. *Revista Paranaense de Desenvolvimento*. Salvador, n. 21, julho. 2010.

ZIMERMANN, C. **Softwares BIM: veja quais são as plataformas disponíveis no mercado**. AltoQI, 2019. Disponível em: <<http://maisengenharia.altoqi.com.br/bim/software-bim-veja-quais-sao-as-plataformas-disponiveis-no-mercado/>>. Acesso em: 22, outubro de 2020.

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO

- 1. Nome do escritório:**
- 2. Cidade de atuação:**
- 3. Qual o ramo de atuação do escritório?**
 arquitetura engenharia (*projetos: elétrico, hidráulico, estrutural...*)
 arquitetura e engenharia planejamento orçamento execução outros
- 4. Sabe o que significa o termo “BIM”?**
 sim não
- 5. Na sua visão, BIM é um *software*?**
 sim não
- 6. O escritório já utiliza a metodologia BIM?**
 sim não
- 7. O escritório desenvolve a maioria dos projetos em:**
 CAD BIM
- 8. Caso a empresa ainda não trabalhe utilizando a metodologia BIM, pretende futuramente incorporá-la no desenvolvimento de novos projetos?**
 sim não
- 9. Qual a perspectiva de implantação do BIM em projetos da empresa nos próximos:**
 1 ano 3 anos 5 anos já implementamos não pretendemos implementar
- 10. Acredita que a metodologia BIM proporciona informações necessárias para redução dos erros de incompatibilidade?**
 sim não
- 11. Se atua/atuou em execução ou acompanhamento de obra, já teve problemas de incompatibilidade de projetos? Seja arquitetura x estrutura, estrutura x hidrossanitário, entre outros?**
 sim não
- 12. Caso a resposta anterior for SIM, os projetos haviam sido desenvolvidos em plataforma BIM?**
 sim não

13. Que tipo de assistência você gostaria que seu escritório recebesse caso fosse adotar o BIM nos próximos meses?

- Apoio para a captação e implementação nos projetos
- Compreensão clara dos benefícios que compensem o custo e outros fatores
- Formação necessária e know-how (o saber, o domínio) para a sua empresa e funcionários
- Participação em workshops para discutir BIM e informações complementares
- Não será necessário assistência

14. Qual das alternativas abaixo você acredita ser uma barreira para uma ampla disseminação da metodologia BIM?

- Incompatibilidade com parceiros de projetos
- Necessidade de maior conhecimento técnico
- Custo do treinamento
- Tempo para dominar os *softwares*
- Investimento em *softwares* com elevado custo
- Outros

15. Possuía conhecimento de que nesse ano o uso do BIM será obrigatório em obras públicas brasileiras através do decreto nº 9.377?

- sim não