



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO

PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO

CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE PAU DOS FERROS

BACHARELADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

JOÃO ITALO CAMPOS ARAÚJO

**UTILIZAÇÃO DO BIM EM PROJETOS DO MCMV: UM ESTUDO DE CASO
EM IGUATU/CE**

PAU DOS FERROS – RN

2020

JOÃO ITALO CAMPOS ARAÚJO

**UTILIZAÇÃO DO BIM EM PROJETOS DO MCMV: UM ESTUDO DE CASO
EM IGUATU/CE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Superior de Bacharelado em Ciência e Tecnologia, da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, Campus Pau dos Ferros, em cumprimento às exigências legais como requisito para à obtenção do título de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Orientador: Prof. Dra. Rafaely Angelica F.
Bandeira

Co-orientador: Prof. Ma. Fabiola Luana Maia
Rocha

PAU DOS FERROS – RN

2020

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

A658u Araújo, João Italo Campos.
Utilização do BIM em projetos do MCMV: um
estudo de caso em Iguatu/CE / João Italo Campos
Araújo. - 2020.
67 f. : il.

Orientadora: Rafaely Angelica Fonseca
Bandeira.
Coorientadora: Fabiola Luana Maia Rocha.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e
Tecnologia, 2020.

1. Implementação do BIM. 2. Habitação de
interesse social. 3. Déficit habitacional. I.
Bandeira, Rafaely Angelica Fonseca , orient. II.
Rocha, Fabiola Luana Maia , co-orient. III.
Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

JOÃO ITALO CAMPOS ARAÚJO

**UTILIZAÇÃO DO BIM EM PROJETOS DO MCMV: UM ESTUDO DE CASO EM
IGUATU/CE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso Superior de Bacharelado em Ciência
e Tecnologia, da Universidade Federal Rural
do Semi-Árido - UFERSA, Campus Pau dos
Ferreiros, em cumprimento às exigências legais
como requisito para a obtenção do título de
Bacharel em Ciência e Tecnologia.

DATA DE APROVAÇÃO 09/12/2020

BANCA EXAMINADORA

Rafaely Angelica Fonseca Bandeira, Prof. Dra. (UFERSA)
Orientador – Presidente da banca

Fabiola Luana Maia Rocha, Prof. Ma. (UFERSA)
Co-orientador

José Henrique Maciel de Queiroz, Prof. Esp. (UFERSA)

Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Ao Deus Trino, toda honra, toda glória e todo o louvor. Pois de sua mão foram criados todos os meus familiares e amigos que me deram forças para a concretização desse sonho. De igual modo criou e capacitou com sabedoria os profissionais envolvidos na construção dos conhecimentos adquiridos ao longo da graduação. Sou grato também a cada adversidade e pessoas que lutaram contra esse objetivo, pois estes só me tornaram mais resiliente.

RESUMO

Apesar da grande representação do Brasil na indústria global da construção civil, o déficit habitacional no país ainda apresenta dados elevados, melhorias nas tecnologias e metodologias construtivas impactam toda essa cadeia produtiva. O presente estudo tem por objetivo geral realizar um levantamento quantitativo e qualitativo do uso do *Building Information Modeling*/Modelagem da informação da construção (BIM) por arquitetos, engenheiros civis e construtores (AEC) em projetos do programa habitacional Minha Casa Minha Vida (MCMV) na cidade de Iguatu/CE, e de forma específica quantificar os profissionais que já utilizam esta metodologia e qual o nível de dimensões, as vantagens e desvantagens notadas por estes ao utilizar o BIM. Além disso, Identificar o nível de conhecimento e as expectativas para o uso do BIM para os profissionais que ainda não utilizam essa metodologia. Como metodologia utilizou-se inicialmente o levantamento bibliográfico que forneceu diretrizes secundárias para o aprofundamento do tema e para a elaboração do instrumento de pesquisa que constituiu-se de um questionário estruturado, servindo para a coleta e posterior análise dos dados. Uma vez que os dados foram dispostos em gráficos foi possível constatar que a quantidade de profissionais que já utilizam o BIM como metodologia/tecnologia de trabalho é bem semelhante a níveis nacionais se comparados a outros trabalhos encontrados na literatura. De igual modo as vantagens e desvantagens obtidas como resultados se assemelham a outros trabalhos já realizados. Dos profissionais que fazem uso do BIM uma parcela significativa de 62,5 % afirmam que já aplicam essa metodologia em obras do MCMV. Além disso, pesquisa observou que a implementação do BIM ainda está em fase de inicialização, uma vez que a grande maioria dos profissionais afirmou utilizar-se apenas do nível de dimensão 3D. Quanto aos profissionais que ainda não utilizam, mas possuem certo conhecimento do BIM, as expectativas de implementação é que ocorra para a maioria em até 5 anos.

Palavras-Chave: Implementação do BIM. Habitação de interesse social. Déficit habitacional.

ABSTRACT

Despite the large representation of Brazil in the global construction industry, the housing deficit in the country still presents high data, improvements in technologies and construction technologies impact this entire production chain. The present study has as its general objective to carry out a quantitative and qualitative survey of the use of Building Information Modeling / BIM by architects, civil engineers and builders (AEC) in projects of the housing program Minha Casa Minha Vida (MCMV) in the city of Iguatu / CE. And specifically, quantify the professionals who already use this methodology and what is the level of dimensions, the advantages and disadvantages were noticed by them when using BIM. In addition, Identify the level of knowledge and expectations for the use of BIM for professionals who do not yet use the methodology. As a methodology, it was used initially to carry out a bibliographic survey that provided secondary guidelines for deepening the theme and for the elaboration of the research instrument that consists of a structured questionnaire, serving for the collection and later the analysis of the data. Once the data were displayed in graphs, it was possible to verify that the number of professionals who already use BIM as a methodology / work technology is very similar to national levels when compared to other works found in the literature, as well as the advantages and disadvantages obtained as results are similar to other works already carried out. Of the professionals who use BIM, a significant portion of 62.5% affirm that they already apply this methodology in MCMV works. The research noted that the implementation of BIM is still in the initialization phase, since the vast majority of professionals stated that they use only the 3D dimension level. As for professionals who do not yet use it, but have a certain knowledge of BIM, according to the expectations of implementation, it will occur for the majority in up to 5 years.

Keywords: BIM implementation; social interest housing; Housing deficit.

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Déficit habitacional e domicílios vagos (Variáveis Brasil 2000/2010/2015).....	35
Tabela 02: População e domicílios particulares permanentes (Variáveis Brasil).....	36

LISTA DE QUADROS

Quadro 01: Representação de cinco níveis de LOD de uma fundação direta (sapata rasa).....	25
Quadro 02: Dimensões do BIM.....	28
Quadro 03: Divisão de faixas do MCMV	35
Quadro 04: Etapas e seus respectivos softwares utilizados no projeto BIM.....	38
Quadro 05: Componentes do déficit habitacional do Ceará em 2012.....	39
Quadro 06: Questionário aplicado como instrumento de pesquisa.....	42

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Comparativo entre o processo tradicional e o processo BIM.....	15
Figura 02: Etapas construtivas pela utilização do BIM.....	17
Figura 03: Fluxos básicos no processo de projeto BIM.....	18
Figura 04: Fluxo básico em uma etapa de projeto.....	19
Figura 05: Exemplo de dados associados a objetos.....	21
Figura 06: Associação entre objetos virtuais de diferentes naturezas.....	21
Figura 07: Evolução da informação no ND do elemento.....	24
Figura 08: Tempo gasto na elaboração de projetos CAD/BIM.....	37
Figura 09: Localização do município de Iguatu/CE.....	46
Figura 10: Fluxograma para a realização da pesquisa.....	46

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01: Ramo de atuação.....	49
Gráfico 02: Conhecimento da tecnologia/metodologia BIM.....	49
Gráfico 03: Utilização do BIM em obras em geral.....	51
Gráfico 04: Utilização do BIM em obras do MCMV.....	51
Gráfico 05: Vantagens adquiridas pelo uso do BIM.....	52
Gráfico 06: Desvantagens adquiridas pelo uso do BIM.....	53
Gráfico 07: Conhecimento acerca das dimensões do BIM pelos profissionais que utilizam esta metodologia.	53
Gráfico 08: Utilização das dimensões BIM pelo profissionais que afirmaram utilizar esta metodologia.....	54
Gráfico 09: Tipos de projeto desenvolvidos em BIM.....	55
Gráfico 10: Compatibilização de projetos.....	55
Gráfico 11: Pretensão de continuar utilizando o BIM nos próximos anos.....	56
Gráfico 12: Nível de conhecimento em relação ao BIM.....	56
Gráfico 13: Expectativa para adoção do BIM nos próximos anos.....	57

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BIM - *Building Information Modeling* (Modelagem da informação da construção)

MCMV - Minha Casa Minha Vida

AEC - Arquitetura, Engenharia e Construção

HVAC – Aquecimento , ventilação e ar condicionado

CBIC - Câmara Brasileira da Indústria da Construção

IFC - *Industry Foundation Classes*

BSI - *BuildingSMART International*

LOD - *Level of Development*

ND - nível de desenvolvimento

AIA - Instituto Americano de Arquitetura

MP – Ministério Público

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ABDI - Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial

CAD - Desenho assistido por computador

IBRE - Instituto Brasileiro de Economia

FGV - Fundação Getúlio Vargas

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 REVISÃO TEÓRICA.....	14
2.1 CONCEITO BIM.....	14
2.2 PROCESSOS DE PROJETO BIM: FLUXO BÁSICO.....	17
2.3 PARAMETRIZAÇÃO E COMPONENTES BIM.....	20
2.4 INTEROPERABILIDADE.....	22
2.5 NÍVEIS DE DESENVOLVIMENTO (LOD- Level of Development).....	23
2.6 DOCUMENTAÇÃO EM PROJETOS BIM.....	27
2.7 DIMENSÕES DO BIM.....	28
2.7.1 Dimensão 2D.....	29
2.7.2 Dimensão 3D.....	29
2.7.3 Dimensão 4D	29
2.7.4 Dimensão 5D	30
2.7.5 Dimensão 6D	31
2.7.6 Dimensão 7D	31
2.7.7 Dimensão “nD”	32
2.8 BIM NO BRASIL.....	33
2.9 PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA.....	34
2.9.1 Utilização do BIM no MCMV.....	36
2.10 SITUAÇÃO HABITACIONAL EM IGUATU/CE.....	39
3 METODOLOGIA.....	41
3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA.....	41
3.2 INSTRUMENTO DE PESQUISA.....	42
3.3 DELINEAMENTO DA ÁREA DE PESQUISA.....	45
3.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	46
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	58
REFERÊNCIAS.....	60

1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui uma das maiores indústrias da construção do mundo, representando 2% da indústria global. Melhorias nos processos e tecnologias deste setor impactam significativamente toda a cadeia produtiva, e uma das mudanças mais significativas em introdução no país é a implementação do conceito BIM (*Building Information Modeling*/Modelagem da informação da construção), que está sendo disseminado com incentivo do governo (KASSEM; DE AMORIM, 2015).

É primordial para a indústria da construção civil no Brasil modernizar-se para alcançar ganhos na produtividade e aumentar sua competitividade. Tal modernização envolve esforços de todos os envolvidos na construção, seja de caráter público ou privado, exigindo a incorporação de novas tecnologias, materiais, sistemas e processos construtivos desse setor intensivo em mão de obra e que possui forte impacto social (ABDI, 2017a).

A utilização do BIM pode ser considerada uma das mais promissoras evoluções no setor da construção civil, que atua de forma útil ao trabalho de engenheiros, arquitetos e empreendedores do ramo. Sua utilização possibilita modelar a informação da construção de forma digital tornando as análises mais viáveis e precisas em “n” dimensões, de forma parametrizada. A simultaneidade entre a concepção de projetos permite que os diversos profissionais envolvidos identifiquem erros e a solução de forma mais rápida (SILVA, 2019).

Tal metodologia pode ser empregada em obras de interesse social como em residências de habitação popular, com fim de suprimir o déficit habitacional existente no país. As vantagens de utilizar o BIM em substituição aos processos convencionais se mostram de grande valia para agilizar a execução de obras, além de economia devido ao planejamento prévio mais preciso e menos passível a erros (SUCCAR, 2009; EASTMAN *et al.*, 2013).

O maior programa habitacional de interesse social do Brasil trata-se do Minha Casa Minha Vida (MCMV), este é fornecido pelo governo que financia a casa própria de forma facilitada e com juros inferiores ao do mercado, inclusive com subsídios para a faixa de baixa renda (faixa 1). Apesar do grande número de habitações já construídas pelo programa, a literatura nos mostra que o déficit habitacional no Brasil ainda apresenta altas taxas, além disso, constata-se recorrentes reportes de baixa qualidade nas construções fornecidas pelo programa (BRASIL, 2012; FERREIRA; ZAMBRANO, 2019).

Atrelando os diversos problemas trivialmente relatados nos processos e métodos construtivos utilizados em obras do programa MCMV e os benefícios provenientes da utilização do BIM, constata-se que um promete ser a solução para o outro. O presente estudo

tem por objetivo geral realizar um levantamento quantitativo e qualitativo do uso do BIM por profissionais do setor de AEC em projetos do programa habitacional MCMV na cidade de Iguatu/CE. E de forma específica quantificar os profissionais que já utilizam esta metodologia e qual o nível de dimensões, as vantagens e desvantagens foram notadas por estes ao utilizar o BIM. Além disso, busca identificar o nível de conhecimento e as expectativas para o uso do BIM para os profissionais que ainda não utilizam essa metodologia.

2 REVISÃO TEÓRICA

O avanço tecnológico contribui para o desenvolvimento da indústria da AEC, o conceito BIM é um dos mais promissores avanços para o setor, tal metodologia atua em toda vida útil da construção de forma a amenizar erros de projeto, proporcionando economia para a construção. Em termos quantitativo e qualitativo este trabalho propõe o embasamento teórico exposto a seguir expondo de que forma o BIM está sendo utilizado pelo setor de AEC, principalmente nas construções financiadas pelo programa governamental de habitação popular Minha Casa Minha Vida (MCMV).

2.1 CONCEITO BIM

O BIM trata-se da modelagem das informações de uma construção, um dos pioneiros a utilizar este termo foi o professor Charles Eastman em 1974 que o define como sendo a criação de um modelo digital capaz de representar um produto proveniente das informações advindas do desenvolvimento do seu próprio projeto, ou seja, é a representação do produto construído no mundo real antes mesmo de sua construção de fato (CBIC, 2016).

É comum descrever o BIM como um conjunto de tecnologias e processos baseados em um modelo da informação da construção que capacita os operantes envolvidos desde a fase de projetos, construção e operação até o fim da vida útil da construção (SUCCAR, 2009; EASTMAN, 2013).

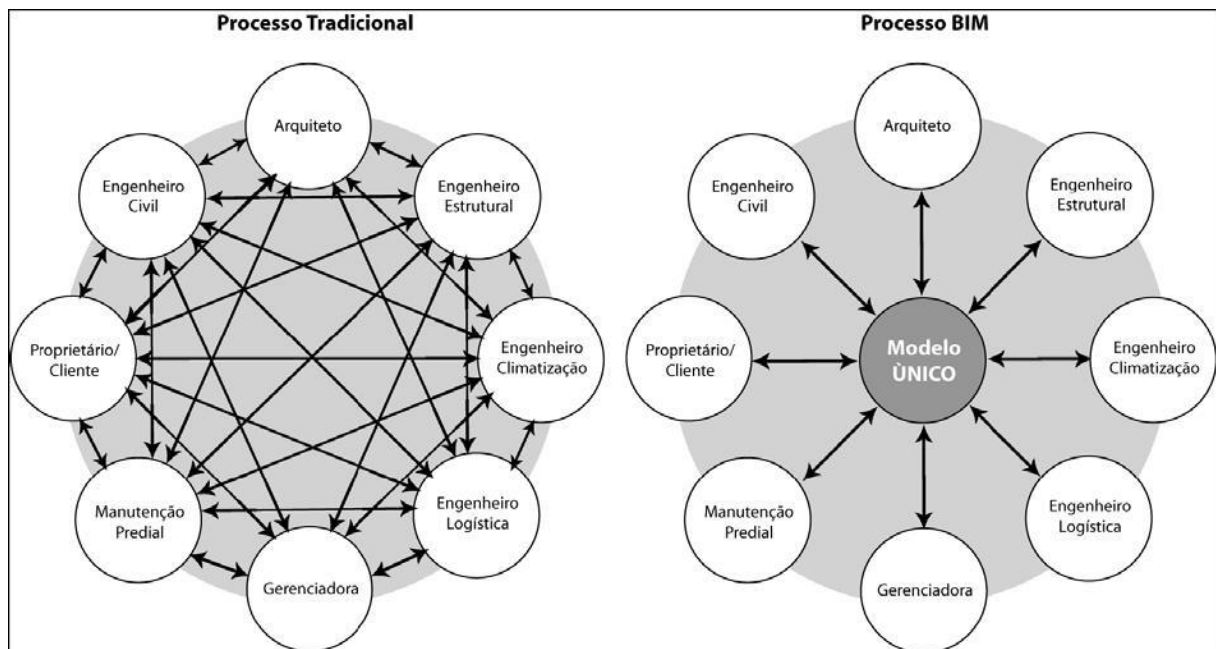
O BIM proporciona uma metodologia capaz de gerenciar o processo de projetar e ensaiar o desempenho de uma edificação ou instalação em todo o seu ciclo de vida através de objetos virtuais por meio de plataformas digitais. Baseia-se em um processo progressivo, possibilitando a modelagem, a troca, a consolidação, o armazenamento e o fácil acesso aos diversos grupos de informações. O BIM é a mais nova plataforma da tecnologia da informação aplicada a construção civil que se utiliza das mais recentes e avançadas ferramentas (softwares) que possibilitam que os processos antes baseados em apenas documentos agora possam ser baseados em modelos, que são mais eficazes (CBIC, 2016).

Na plataforma BIM os objetos da construção possuem informações que são importantes durante a concepção, construção e operação da edificação, permitindo através da descrição virtual detalhada analisar de forma otimizada a concepção e a construção, o que reduz a probabilidade de erros antes mesmo de iniciar a obra física (GENUINO; FERREIRA, 2019).

Esta plataforma proporciona fluxos de trabalho que envolve ambientes colaborativos ainda em fases iniciais de projeto possuindo recursos avançados de visualização e compatibilização entre os envolvidos no processo (contratantes, consultores, projetista, construtoras, etc.) (COELHO, 2008).

A figura 01, a seguir ilustra o comparativo entre os processos tradicionais e o processo utilizando a metodologia BIM que baseia-se em um único arquivo capaz de simular em forma virtual a construção real contendo todas as informações importantes e necessárias sendo possível ainda extrair de forma prática documentos, vistas e cortes.

Figura 01: Comparativo entre o processo tradicional e o processo BIM



Fonte: Goes e Santos (2011)

Na esfera que abrange a organização social, os modelos econômicos, o aproveitamento racional dos recursos e o desenvolvimento tecnológico o BIM se usado no setor de planejamento de obras evita grandes problemas de execução que são comumente cometidos através dos métodos tradicionais (GENUINO; FERREIRA, 2019).

As limitações da representação 2D são as causas de diversos erros e dificuldades de projeto que são amplamente conhecidos (FERREIRA; SANTOS, 2012). A tecnologia BIM vai além da visão 2D (corte e planta baixa) que está limitada aos parâmetros usuais como comprimento e altura, desta forma a ferramenta se torna mais útil para o projetista e executor da obra, uma vez ser possível inserir dados e propriedades mais completas e abrangentes

proporcionadas pelo BIM em representação 3D (REVISTA CONSTRUÇÃO MERCADO, 2011).

A possibilidade de trabalho simultâneo de múltiplas disciplinas de projeto que esta tecnologia permite melhora no trabalho coordenado em modelos 3D, que proporciona o controle de modificações de forma bem gerenciada, acarretando diminuição no tempo de projeto e redução significativa de erros e omissões de projeto (EASTMAN, 2014). É importante salientar que a modelagem tridimensional só é considerada BIM se estiver agregado características e informações com aplicabilidade que vão além do projeto, como orçamento, operação e sustentabilidade (GONÇALVES JUNIOR, 2020).

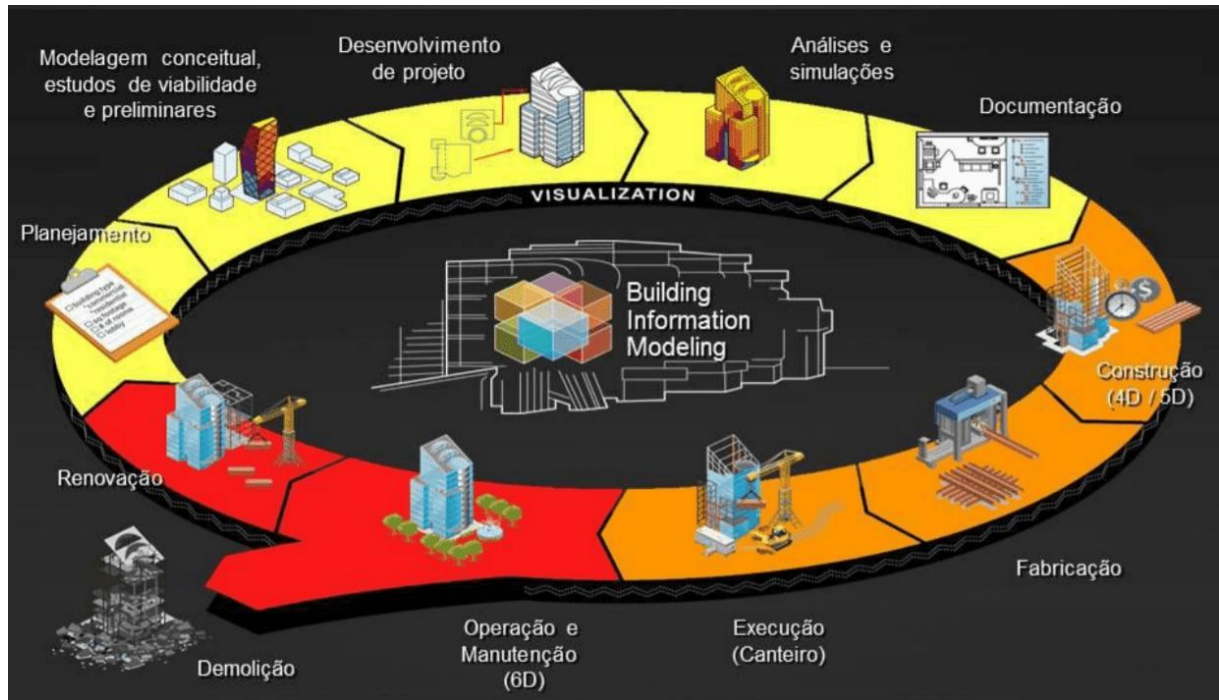
Associar uma estrutura analítica de projeto (EAP) a uma modelagem 3D resulta em evolução no avanço do cronograma físico, já que é possível visualizar o progresso construtivo por etapas em uma linha do tempo mais semelhante ao do canteiro de obras, este processo é definido como sendo o BIM 4D. Desta forma, é possível adotar a melhor estratégia para a execução do projeto devido à possibilidade de comparar os diferentes cenários possíveis, proporcionando maior controle e agilidade na tomada de decisões (EASTMAN *et al.*, 2014).

Um planejamento mais realístico é evidenciado quando os projetos possuem dados agregados capazes de gerar subsídios realistas, estes podem ser obtidos a partir dos diversos softwares disponíveis na atualidade que aprimoram o levantamento de dados, agregando alta qualidade, robustez e resultados mais realistas em comparação ao executado em canteiros de obras (GENUINO; FERREIRA, 2019).

É possível ainda utilizar-se do BIM em até 7D, trata-se de camadas de inserção de informação, que podem ser trabalhadas de forma sequencial ou não, variando de acordo com as necessidades, podendo ser acrescentadas outras variáveis (GONÇALVES, 2019).

O modelo virtual da construção fornece suporte através de geometrias e dados precisos e necessários para a obra ao longo das fases de todo o processo, facilitando uma melhor análise e controle (EASTMAN *et al.*, 2014). Uma abordagem ilustrativa das etapas construtivas de uma edificação pode ser observada na figura 02 abaixo.

Figura 02: Etapas construtivas pela utilização do BIM



Fonte: EASTMAN *et al* (2014)

Um exemplo de software que permite a modelagem da informação da construção é o Revit, este permite a modelagem 3D de edifícios desde o projeto arquitetônico ao estrutural, entre outros, além de anotações no modelo 2D. A plataforma permite o acesso aos elementos e informações de construção a partir de um banco de dados do modelo AUTODESK® (2019).

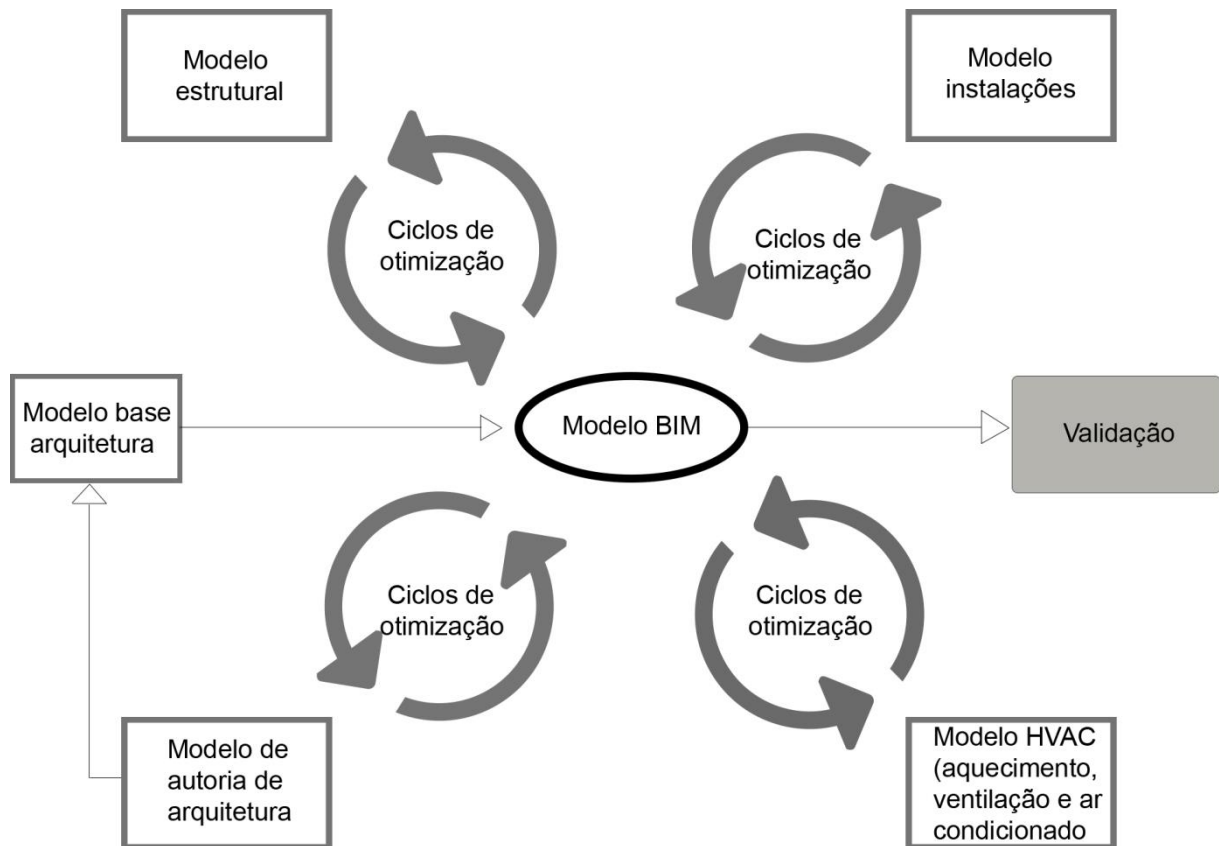
O BIM é uma realidade já adotada pela indústria da construção, porém ainda de forma incipiente em instalações de infraestrutura civil. O esforço da academia e da indústria tem se mostrado relevante e promissor na implementação do conceito BIM (CHENG *et al.*, 2015). A adoção do BIM, de forma geral, aumenta intensamente à medida que mais órgãos governamentais e organizações utilizam o BIM em seus processos (PORWAL; HEWAGE, 2013).

O serviço público pode acelerar o processo de implementação através do investimento em pesquisas, regulação, fomento e educação (CHENG; LU, 2015). O processo de implantação do BM em órgãos públicos acarreta grandes mudanças nas políticas, processos e tecnologia. Tais medidas envolve minuciosidade dos contribuintes e dos órgãos de controle acerca dos processos a serem criados (MICELI JUNIOR; PELLANDA; REIS, 2019).

2.2 PROCESSOS DE PROJETO BIM: FLUXO BÁSICO

No método de trabalho usual é comum que todos os participantes realizem toda a análise a partir de desenhos 2D, que até atingir satisfatoriamente seu objetivo necessita de repetidos ajustes e correções para que sejam eliminados todos os conflitos no projeto. Já na utilização do BIM como metodologia a otimização de soluções e todo processo de coordenação é baseado no modelo virtual da construção (ABDI, 2017b). O ciclo de otimização é demonstrado na figura 03 a seguir:

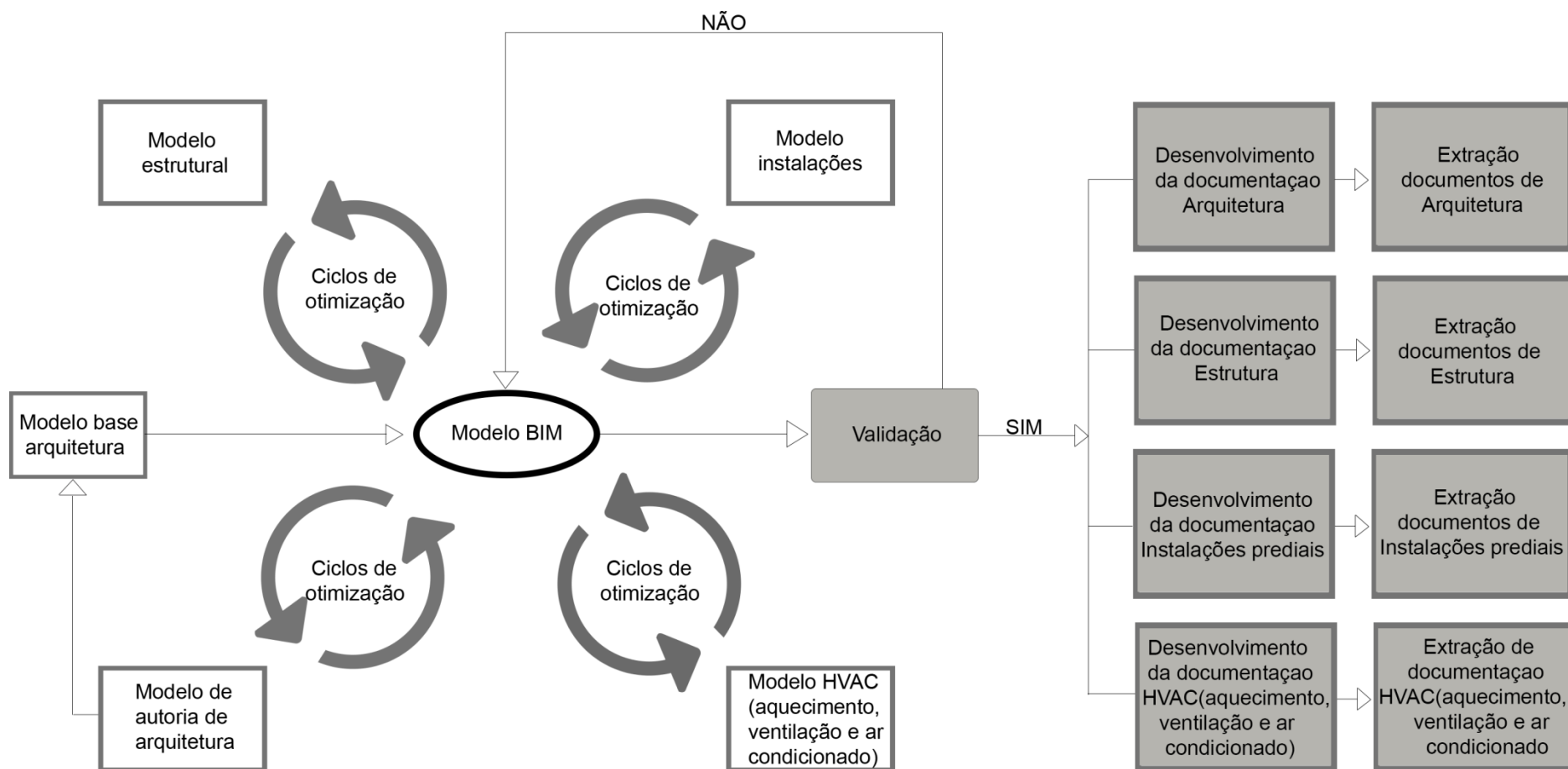
Figura 03: Fluxos básicos no processo de projeto BIM



Fonte: ABDI (2017a)

A documentação é desenvolvida quando o processo de coordenação estiver completo e o modelo validado, dessa forma, as folhas de projeto são extraídas para serem usadas como base nos processos subsequentes. Este fluxo é demonstrado na figura 04 a seguir.

Figura 04: Fluxo básico em uma etapa de projeto



Fonte: ABDI (2017a)

Os eventuais conflitos que possam existir entre os diferentes elementos e disciplinas são facilmente evidenciados nesta metodologia de projeto que baseia sua análise em uma construção virtual de fato, dessa forma, é possível evitar que os conflitos aconteçam e ainda aperfeiçoar as soluções de execução. O BIM permite o desenvolvimento do projeto de forma coordenada e colaborativa com todos os seus elementos das diferentes disciplinas compatibilizados entre si, o que reduz as verificações em formas pontuais em que os conflitos previstos são evitados antes mesmo do seu surgimento, ao contrário do CAD que exige um maior esforço (ABDI, 2017b).

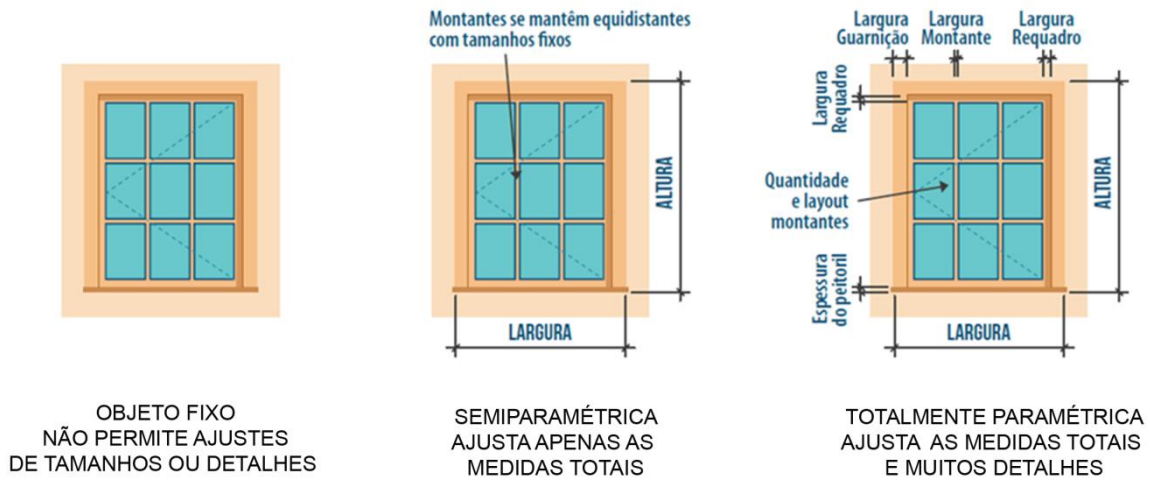
2.3 PARAMETRIZAÇÃO E COMPONENTES BIM

Embora o BIM seja substancialmente desenvolvido em 3D, nem todo projeto 3D é desenvolvido em BIM, já que estes não se utilizam de objetos paramétricos e inteligentes, dessa forma as alterações e modificações tornam-se muito trabalhosas, em que qualquer alterações ou posicionamento de objetos em um trabalho em desenvolvimento se tornam demorados, difíceis e não automáticos, o que é oposto ao proposto pelo BIM em termos de parametrização (CBIC, 2016). Um componente BIM pode ser definido como uma simulação de um objeto construído ou a construir, ou seja, é um objeto virtual que contem dados representativos dos materiais construtivos, como suas dimensões reais, suas características de desempenho, entre outras que são importantes para a melhoria do realismo do projeto (ABDI, 2017b).

As peças que compõem o modelo BIM podem ser definidas como os componentes representativos que constituem o modelo BIM, estes podem representar desde componentes simples a elementos complexos. Os objetos ou componentes paramétricos podem ter suas características alteradas sem a necessidade de redesenho, logo, facilita atender às necessidades específicas de um projeto. Podem ser associados aos componentes BIM os mais diversos tipos de dados como, textuais, especificações, numéricos e outros mais complexos (ABDI, 2017b).

A figura 05 a seguir demonstra as classificações dos objetos BIM, que podem ser classificados como fixos, semiparametricos e paramétricos. Os elementos fixos não possuem a capacidade de terem ajustes em suas medidas totais nem de seus componentes constituintes, já os objetos semiparametricos permitem a alteração de algumas dimensões, porém são limitadas em sua variabilidade, por fim, as paramétricas possuem a capacidade de ajustar a maioria das dimensões além de proporcionar alterações da configuração dos principais componentes e dos materiais constituinte (CBIC, 2016).

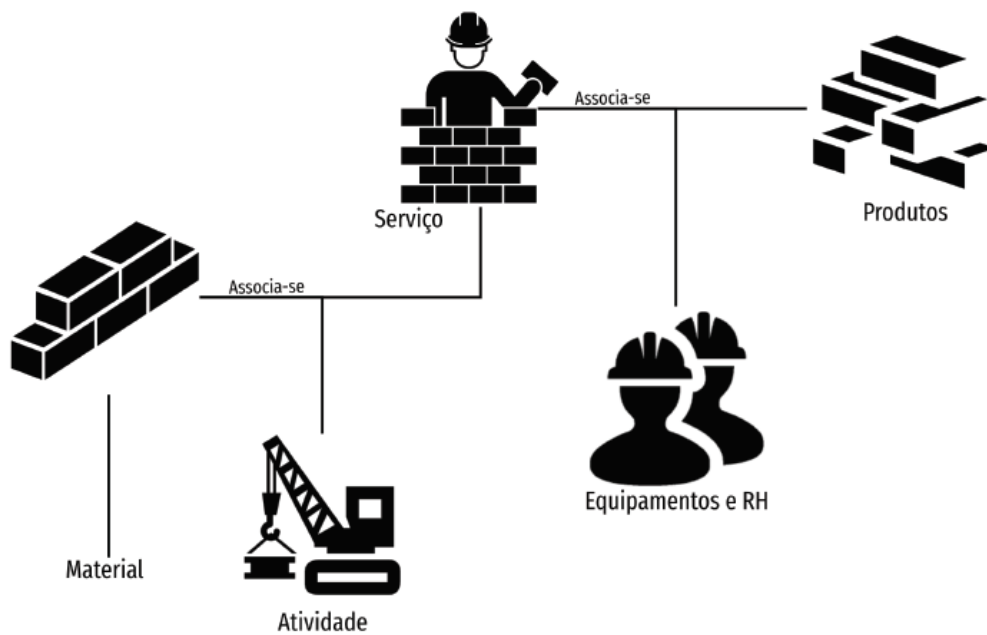
Figura 05: Exemplo de dados associados a objetos



Fonte: ABDI (2017a)

Uma vez que os objetos paramétricos podem ser associados entre si, estes podem compor outros tipos de informações facilitando a obtenção de dados mais precisos, “como, por exemplo, vínculos com serviços e atividades que facilitam a obtenção de orçamentos e cronogramas” como demonstra a figura 06 a seguir (ABDI, 2017b, p. 18).

Figura 06: Associação entre objetos virtuais de diferentes naturezas



Fonte: ABDI (2017a)

2.4 INTEROPERABILIDADE

No aspecto tecnológico e cultural a interoperabilidade é conceituada como sendo a capacidade de gerenciar e trocar dados digitalmente. No âmbito cultural a interoperabilidade é definida como a capacidade hábil de implementação e gerenciamento de forma colaborativa em termos de relacionamentos entre membros interdisciplinares (MACGRAW-HILL, 2007). Para Gonçalves Junior (2018, p. 1) a interoperabilidade “é a capacidade de um sistema se comunicar de forma transparente com outro sistema”.

A interoperabilidade objetiva principalmente agregar e aperfeiçoar os processos de projeto, construção e operação de ativos, um dos principais benefícios desse conceito são: o aprimoramento da coordenação e colaboração da equipe multidisciplinar na construção da modelagem de informação; a facilidade no processo de compartilhamento e trocas de dados sem perdas; o aperfeiçoamento da gestão eficiente do projeto por meio de dados completos e precisos, culminando em um melhor planejamento e controle; a redução da duração do projeto, eliminando erros e retrabalhos durante as fases de projeto e construção (MACGRAW-HILL, 2007).

Para que tais benefícios sejam de fato efetivados deve ser disseminado o conceito de interoperabilidade entre os profissionais da empresa, além da aplicação de padrões abertos de trocas de informações, como por exemplo, o IFC (*Industry Foundation Classes*), já que, os softwares em BIM precisam suportar a troca de dados de forma compatível e sem que haja perdas (SILVA, 2020).

Gonçalves Junior (2018, p. 1) define o IFC como sendo “um formato de arquivo de dados voltado para o objeto, baseado na definição de classes que representam elementos, processos, aparências,” este possui uma linguagem em comum que permite a troca entre modelos de diversos fabricantes. “A organização internacional *BuildingSMART International* (BSI), é responsável pela padronização dessas informações que representam o modelo de dados da edificação no IFC”. Esta também é responsável “pelo desenvolvimento de fluxos de trabalho e informações para interoperabilidade de projetos em BIM”. “O fluxo de projeto onde o IFC é utilizado com ferramenta de interoperabilidade é definido com *OpenBim*”.

De acordo com Silva (2020, p. 187) “o IFC fornece linguagens comuns para aprimorar o compartilhamento de dados entre vários aplicativos, o que diminui os riscos de incompatibilidade”. E ressalta que devido a existência de normativas internacionais ISO e organização *BuildingSMART*, são garantidas “diretrizes de utilização, informações de fluxo de

trabalho, a determinação do momento e do formato em que essas informações devem ser trocadas, além da certificação para softwares”.

2.5 NÍVEIS DE DESENVOLVIMENTO (LOD- *Level of Development*)

O LOD é a definição do nível de desenvolvimento (ND) do modelo, trata-se de uma classificação criada pela AIA (*Instituto Americano de Arquitetura*) com a finalidade de organizar as etapas do desenvolvimento de um projeto e suas fases em BIM. Quanto mais informações envolvidas no modelo da obra mais avançado é o LOD (GONÇALVES JUNIOR, 2018).

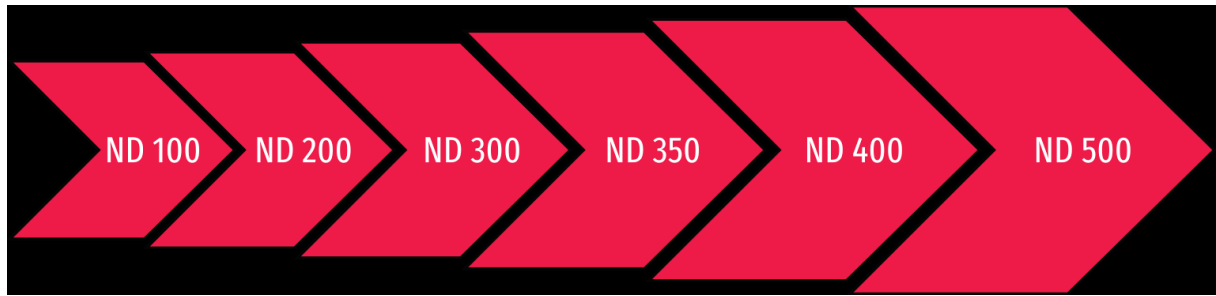
Para Silva (2020, p. 250) o LOD “é uma estrutura conceitual que tenta abordar o fato de que os elementos do modelo se desenvolvem a diferentes taxas durante o processo de projeto”. Deve ser enfatizado que o LOD “só deve ser usado para descrever elementos de modelo e não modelos como um todo” e que “o desenvolvimento (ou a incorporação de informações associadas a elementos de modelo) é tão importante quanto o desenvolvimento da geometria, e é parte integrante de seu LOD”.

Dessa forma o LOD torna-se uma referencia para que os profissionais da indústria da construção civil estabeleçam de forma especifica os conteúdos e níveis de confiabilidades dos modelos BIM. De acordo com a CBIC (2016) os principais objetivos de uma especificação clara de um LOD são:

- Servir de referencia para que as equipes (incluindo proprietários) possam especificar entregáveis BIM, definindo claramente o que deve ser incluído em cada um deles;
- Servir como um padrão que pode ser utilizado como referencia em contratos e planejamentos de trabalhos baseados em BIM;
- Possibilitar que usuários BIM, posicionados mais a jusante no fluxo de trabalho, possam confiar nas informações incorporadas nos modelos BIM que eles estão recebendo (desenvolvidos por outros autores).

Os diferentes Níveis de Desenvolvimento especificados pela AIA são ilustrados na figura 07 a seguir.

Figura 07: Evolução da informação no ND do elemento



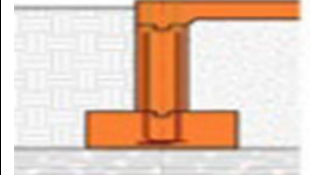
Fonte: ABDI, adaptado de BIM FORUM (2016)

Em complemento a classificação definida pela AIA , Garibaldi (2020a, p. 1) adiciona a classificação de LOD 0:

- LOD 0 – Concepção do projeto: trata-se de um estudo inicial para levantamento de dados, ou seja, é um esboço que permite a análise de viabilidade.
- LOD 100 – Estudo Preliminar (EP): é a definição do projeto, inclui o estudo de massa geral indicando área, altura, volume, localização e orientação. Pode ser modelada em três dimensões ou outra representação genérica e não atende aos requisitos do LOD 200.
- LOD 200 – Anteprojeto (AP): agora os elementos são espaços reservados genéricos para elementos e equipamentos. Eles podem ser objetos reconhecíveis ou alocações de espaço para coordenação entre as disciplinas.
- LOD 300 – Projeto Legal (PL): os elementos do projeto são modelados como montagens específicas precisas em termos de quantidade, tamanho, forma, localização, orientação e interfaces. Esse nível de desenvolvimento, já permite que o projeto passe por processos que envolvam disputa de preço e, até mesmo, licitações. Esses modelos serão usados para gerar documentos de construção e as medições nos modelos e desenhos, bem como, seus locais devem ser precisos.
- LOD 350 – Projeto Básico (PB): este nível define a coordenação adequada entre ambientes, articulações e demais elementos e incluirá conexões e interfaces entre disciplinas.
- LOD 400 – Projeto Executivo (PE): este nível suporta detalhamento, fabricação, instalação e montagem, culminando em um conjunto de especificações e dados técnicos completos e extremamente acurados sobre todos os elementos e composições do projeto.
- LOD 500 – Obra concluída: este nível terá informações e geometria adequadas para dar suporte às operações, manutenção e criações de manuais, focado no pós obra. A geometria e os dados devem ser *as built* e verificados em campo.

O quadro 01 a seguir exemplifica a classificação real de diferentes níveis de LOD para uma fundação direta (sapata rasa) (CBIC, 2016).

Quadro 01: Representação de cinco níveis de LOD de uma fundação direta (sapata rasa)

LOD 100	LOD 200	LOD 300	LOD 350	LOD 400
As premissas para as fundações estão incluídas em outros elementos modelados, como um pavimento arquitetônico ou um volume de massa que define a profundidade proposta para a estrutura. Elementos esquemáticos ainda não são distinguíveis por tipo ou material. Montagem, profundidade/espessura e localização ainda são flexíveis	Elementos modelados devem incluir : • Tamanho e forma aproximados dos elementos e das funções • Eixos estruturais definidos no modelo coordenados com o sistema global de coordenadas  • São modeladas fundações genéricas • O terreno é modelado também genericamente, a partir de informações geotécnicas extraídas de um relatório específico	Elementos modelados devem incluir: • Tamanho do conjunto e geometria dos elementos das fundações • Superfícies inclinadas • Dimensões externas dos componentes  • Tamanho das paredes da fundação são modelados com precisão, com sapatas conforme a solução adotada • A cota de apoio das fundações é modelada conforme o relatório geotécnico específico • Camadas geológicas são mostradas apenas para contextualização e não precisam ser modeladas como parte deste elemento neste LOD • A laje piso deve ser modelada ao nível correto, mostrando condições relativas neste	Elementos modelados devem incluir: • Localização dos encaixes • Ligações concentradas; • Retardadores de umidade • Cavilhas; • Todos <i>inserts</i> ou reforços expostos • Juntas de expansão • Cotas de apoio são modeladas a partir de estimativas extraídas de um relatório geotécnico específico  • Vigas baldrames são modeladas inclusive com as interfaces com outros sistemas como reforços de bordo de lajes, juntas de concretagem e cavilhas de reforço • A cota de apoio das fundações são modeladas conforme relatório geotécnico específico, com a adição de elementos de interface como caixas vazias	Elementos modelados devem incluir: • Armaduras, inclusive ganchos e sobreposições; • Cavilhas • Chanfros • Acabamentos • Marcações definidas para as alvenarias • Impermeabilizações

		nível de LOD	conforme a solução adotada • Camadas geológicas são mostradas apenas para contextualização e não precisam ser modeladas como parte deste elemento neste LOD • A laje piso deve ser modelada ao nível correto, mostrando condições relativas neste nível de LOD	
--	--	--------------	---	--

Fonte: CBIC (2016)

É importante ressaltar que há diferença entre Nível de Desenvolvimento (ND) e nível de detalhe. Sendo que o ND está relacionado à representação da confiabilidade que o modelo do elemento atingiu, dessa forma está relacionado à qualidade do processo decisório no que se refere à evolução do projeto. O nível de detalhe está relacionado ao volume de elementos gráficos e informações anexas que estão interligados ao elemento (ABDI, 2017b).

2.6 DOCUMENTAÇÃO EM PROJETOS BIM

Os novos recursos proporcionados pelo BIM como, por exemplo, a extração automatizada de quantitativos, as novas formas de visualização e simulações de desempenho, acarretam naturalmente para a necessidade de novas documentações de projeto, como informações de produtos associados a novos subprocessos ou vídeos 4D por exemplo, que servem para verificar se o andamento da obra está em conformidade com o planejamento. Além destes os documentos tradicionais passam por transição para modelos mais completos, estes podem ser complementados com detalhes 3D de forma extremamente simples e eficaz colaborando para a compreensão de pontos considerados complexos (ABDI, 2017b).

Considerando que a adoção do BIM ainda está em fase de transição tecnológica, destacam-se pontos importantes a cerca de como as informações BIM serão repassadas para o canteiro de obras e aos fornecedores de elementos pré-fabricados. Espera-se que os recursos digitais de visualização de projetos sejam os mais eficientes embora em casos especiais seja necessário à utilização do formato impresso de forma isolada ou combinada. Caso os recursos de visualizações no canteiro sejam limitados uma forma de amenizar a limitação de acesso ao modelo é a geração de várias perspectivas em pranchas de desenho, estes podem ser acrescidos de recursos de detalhes complementares que colaboram para o esclarecimento da montagem (ABDI, 2017b).

Uma vez que os objetos em BIM são paramétricos e possuem informações de se próprios, quando estes sofrem alguma alteração efetuada pelo projetista o objeto reage a tal mudança automaticamente se ajustando para se adequar a nova situação, dessa forma automatizando as alterações simultaneamente nos demais documentos a que este objeto está associado. Tais reações automáticas garantem a consistência e integridade das soluções projetadas assim como em toda a documentação do projeto. Esta é uma grande vantagem em relação ao CAD que baseia a integridade dos processos e documentações simplesmente na dependência da atenção humana, que precisa repassar as mudanças de forma individual e manual para os demais documentos (CBIC,2016).

2.7 DIMENSÕES DO BIM

As dimensões do BIM abrangem todo o ciclo de vida da edificação. “Sua aplicação, gestão e uso das informações do modelo, proporciona diversos usos além do projeto, como planejamento, orçamento, sustentabilidade e operação das edificações” (GONÇALVES JUNIOR, 2018 p.1).

De acordo com Eastman (2014), o BIM é compreendido em “n” dimensões que envolvem associações de processos relacionados aos modelos de construção ao longo de todo o seu ciclo de vida.

Segundo Silva (2020), não existe um consenso na bibliografia sobre as dimensões a partir do 6D. No quadro 02 a seguir a ABDI (2017) descreve as dimensões de desenvolvimentos e seus respectivos impactos no *stakeholder* (parte interessada).

Quadro 02: Dimensões do BIM

Dimensão do desenvolvimento	Descrições	Impacto do <i>stakeholder</i>
3D	Consiste dos dados bi ou tridimensionais dos projetos das edificações. BIM 3D pode ser definido como “apresentação geométrica, descrições paramétricas e normativas legais associadas com a construção de um edifício”	Equipe de projeto, Fornecedor
4D (3D + Tempo)	Conecta a informação relacionada à programação/tempo aos elementos do modelo 3d de forma sequenciar o processo da construção ao longo do tempo	Construtor, Sub-empregado
5D (3D + Custo)	Adiciona informações relacionadas a custo aos elementos do modelo 3D. Isto permite agilizar a extração de quantidades e orçamento diretamente do modelo 3D	Levantador de quantidades
6D (3D + <i>Facility Manager</i> -Gerente de instalações)	Integra a informação de <i>Facility Manager</i> e ciclo de vida. 6D está relacionada com a informação do ativo útil para os processos de <i>Facility Manager</i> , mas após 5D não existem consenso nas	<i>Facility Manager</i> , Proprietário

	dimensões alcançadas na literatura	
nD (3D + ... nD)	Outras dimensões possíveis associadas com modelo BIM	Pode ser relacionado a qualquer <i>stakeholder</i> citado

Fonte: Adaptado de ABDI (2017a)

2.7.1 Dimensão 2D

Trata-se do detalhamento usando desenhos tradicionais em duas dimensões contidos em pranchas e detalhes (GONÇALVES JUNIOR, 2018).

2.7.2 Dimensão 3D

Consiste da representação virtual da edificação em que, todos os projetos estão representados em três dimensões, os elementos que constituem o projeto possuem informações importantes que poderão ser utilizadas no planejamento, orçamento, gestão, operação, entre outros (GONÇALVES JUNIOR, 2018).

A ABDI (2017) compreende a dimensão 3D do BIM como aquela que é usada para a modelagem de projetos nas diversas disciplinas e coordenação espaciais, que por sua vez, auxiliando na detecção de incompatibilidades.

Dessa forma, esta dimensão possibilita a constatação de interferências entre os elementos que constituem os projetos de todas as disciplinas envolvidas no projeto, o que possibilita antecipar as imperfeições antes da execução, podendo empregar as melhores soluções de forma antecipada para que a execução seja mais assertiva (GONÇALVES JUNIOR, 2018).

É importante destacar que os objetos constituintes dos modelos 3D que são executados em BIM são paramétricos e possuem informações e dados agregados a sua geometria prevenindo incompatibilidades entre as representações 2D e 3D. Caso o modelo 3D não possua atributos de projeto e que não possibilite alterações simultâneas em todas as representações não podem ser considerados objetos paramétricos e, portanto, não se classifica como um modelo elaborado em BIM (SILVA, 2020).

2.7.3 Dimensão 4D

Esta dimensão representa o tempo e planejamento de execução da obra e proporciona agregar ao projeto elaborado em BIM o cronograma da obra, podendo ainda vincular tarefas, tempos e gerar um planejamento visual do andamento da obra, o que permite acompanhar o avanço físico de cada etapa separadamente (GONÇALVES JUNIOR, 2018). “Assim, os modelos 4D podem ser compreendidos como ferramentas de comunicação e integração entre diferentes momentos de um empreendimento” (ABDI, 2017b, p. 70).

A visualização das etapas da obra é mais bem explorada na fase de planejamento e construção quando elaboras em 4D. Os principais benefícios do modelo são: “a geração de projetos e cronogramas mais eficientes; o aperfeiçoamento da logística de canteiro; uma definição de custos mais precisa; o aumento da produtividade; a redução de retrabalho; a otimização da comunicação entre as partes interessadas” (ABDI, 2017b, p. 70).

Ainda na fase inicial de planejamento é possível notar os impactos da dimensão do tempo, é possível gerar representações 2D e 3D ou a partir de planilhas integradas a um software 4D o cronograma da obra e do projeto de canteiro de obras. “Já na fase de execução, esses dados se tornam físicos: implanta-se o canteiro de obras, faz-se a locação da obra e inicia-se o processo de recebimento e gerenciamento de suprimentos e recursos”. Nesta fase as plataformas 4D também auxiliam no controle dos processos, já na fase de manutenção proporciona verificações de qualidade permitindo eventuais reparos “que podem remeter novamente à fase de execução de uma obra, levando também ao emprego de softwares 4D” (SILVA, 2020, p. 49).

2.7.4 Dimensão 5D

Esta dimensão do BIM refere-se ao orçamento da obra, constitui-se inicialmente de inserir ao modelo 4D informações de materiais e insumos. “O modelo 5D acrescenta pesquisas de custo ao modelo inicial, gerando orçamentos e análises de custo que cobrem desde o planejamento até a fase operacional do ativo”. Uma vez que, as informações de quantificação e dados de custos são agregadas aos elementos de forma individualizada sempre que houver alterações no modelo o orçamento é atualizado automaticamente, resultando em um orçamento e levantamento quantitativo mais preciso (SILVA, 2020, p. 49).

A grande vantagem de se utilizar esta dimensão é que ela permite ao orçamentista ou gestor financeiro simular e acompanhar vários cenários financeiros por etapas específicas ou até mesmo da obra completa, o que é imprescindível na tomada de decisões preliminarmente e

no decorrer da obra de forma a evitar surpresas e extrapolamento do orçamento (GONÇALVES JUNIOR, 2018).

Dessa forma a dimensão 5D impacta todo o ciclo de vida da obra, Silva (2020, p. 52) resume como a dimensão 5D auxilia as diferentes fases que compõe o ciclo completo da obra:

Na fase de planejamento e projeto, a precisão do orçamento ainda é pequena devido às incertezas decorrentes do momento de idealização; de todo modo, o modelo 5D auxilia na tomada de decisão através da análise de simulações simples, como custo-benefício de materiais, por exemplo. Quando o projeto avança, inicia-se a fase de execução. Aqui, já se tem um modelo bastante definido em relação aos custos, possibilitando a extração dos quantitativos e o monitoramento da obra de acordo com o programado. Como todas as mudanças podem ser agregadas ao modelo, já no início da fase de operação podemos observar um parâmetro de gastos e a previsão de possíveis restauros, reparos e manutenções preventivas.

2.7.5 Dimensão 6D

Existem divergências na literatura quanto as dimensões 6D e 7D. Alguns autores referem-se ao 6D como *Facility Manager* (FM) e o 7D como sustentabilidade ou vice-versa. Já que ainda não existe uma regulamentação oficial para as dimensões BIM a partir da sexta dimensão é mais apropriado adotar a nomenclatura definida pelo Guia 3 da ABDI, considerando que este está mais alinhado a realidade da AEC brasileira. O Guia define o modelo 6D como FM referindo-se a gerenciamento de instalações (SILVA, 2020).

Segundo Garibaldi (2020b, p.1) na dimensão referente ao gerenciamento de instalações tudo que diz respeito a este é “agrupado em um único local no modelo de informações da construção. Essa tática ajuda a melhorar a qualidade da prestação de serviços durante todo o ciclo de vida de um projeto”. Dessa forma, essa dimensão auxilia no rastreo de dados importantes do ativo, “como *status*, manuais de manutenção ou de operação, informações sobre garantia e especificações técnicas, para serem utilizados em um estágio futuro”.

Para Garibaldi (2020b, p.1) a utilização dessa dimensão proporciona diversos benefícios, entre os que se destacam: “substituição simplificada e fácil de peças e reparos a qualquer momento durante toda a vida útil de um edifício; processo de manutenção simplificado para empreiteiros e subcontratados”.

2.7.6 Dimensão 7D

Seguindo as definições do Guia 3 da ABDI a sétima dimensão do BIM será tratada neste trabalho como a dimensão referente a sustentabilidade. Esta se baseia na inclusão de componentes de sustentabilidade que permitam a simulação e a análise durante as decisões de projeto com o objetivo de melhorar o desempenho da sustentabilidade nas diversas fases de vida do ativo.

Em concordância Garibaldi (2020b, p.1) define a dimensão referente à sustentabilidade como sendo a dimensão que “compreende a inclusão de informações que ofereçam suporte ao gerenciamento e operação das instalações, a fim de obter melhores resultados nos negócios”. Segundo a autora, “Os dados extraídos nessa dimensão podem incluir informações sobre o fabricante, cronogramas de manutenção, detalhes de como o item deve ser configurado e operado para se obter um desempenho ideal, vida útil esperada e dados de desativação”.

2.7.7 Dimensão “nD”

O BIM não está condicionado a apenas sete dimensões, alguns autores e pesquisadores do setor de AEC já estão desenvolvendo pesquisas que apontam para definições de outras dimensões. Uma das definições mais elaboradas é a que se refere à oitava dimensão. Esta é a responsável pelos fatores de segurança e saúde dos operadores, em que sua análise baseia-se na previsão de riscos durante os processos construtivos e durante a operação do ativo. O modelo 8D pode ser definido como a dimensão que se refere a fatores de segurança e saúde dos operadores, principalmente na fase de construção. Assim, a oitava dimensão adiciona ao modelo inicial a questão salutar através da análise do design e da avaliação da previsão de riscos na construção e na operação do ativo (SILVA, 2020).

A nona dimensão 9D refere-se à diminuição do “desperdício de materiais, os atrasos e o aumento de custos por meio de um planejamento mais eficiente baseado nos métodos de produção industriais”. Baseia-se no conceito de *lean construction* (construções enxutas). A dimensão 10D promove a integração de todos os aspectos envolvidos na tecnologia BIM, ou seja, relaciona os “dados digitais, físicos, ambientais, comerciais e funcionais dos equipamentos e sistemas que são produzidos ao longo do ciclo de vida do ativo, a fim de otimizar o processo construtivo”. Devido à imaturidade de informações que abrangem estas dimensões pouco se sabe sobre as suas formas de funcionamento, e até a presente data não foram lançados softwares voltados para estas especificidades (SILVA, 2020).

2.8 BIM NO BRASIL

A implementação BIM no Brasil encontra seus primeiros obstáculos devido às limitações de estruturas regulatórias acerca dos processos de projeto e construção, as poucas normas que regulamenta produtos e serviços encontram-se ultrapassadas em relação às novas tecnologias (KASSEM; DE AMORIM, 2015).

Em 2009, estabeleceu-se a comissão de estudos voltada ao BIM, intitulada ABNT/CEE-134 Modelagem de informação da construção, por solicitação do então Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC) (KASSEM; DE AMORIM, 2015).

Desde então, a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, tem disponibilizado normas referentes ao uso do BIM. Já foram publicadas as normas: ABNT NBR 15965-1:2011 – Sistema de classificação da informação da construção. Parte 1: Terminologia e estrutura (Vigente, publicada em 2011); ABNT NBR 15965-2:2012 – Sistema de classificação da informação da construção. Parte 2: Características dos objetos da construção (Vigente, publicada em 2012); ABNT NBR 15965-7:2015 – Sistema de classificação da informação da construção. Parte 7: Informação da construção (Vigente, Publicada em 2015) e a ABNT NBR 15965-3:2014 – Sistema de classificação da informação da construção. Parte 3: Processos da construção (Vigente, publicada em 2014) (BOLETIM ABNT, 2020).

Passam por processo de desenvolvimento as normas: ABNT NBR 15965-4: – Sistema de classificação da informação da construção. Parte 4: Recursos da construção. Em desenvolvimento, em Consulta Nacional, agosto/2020; ABNT NBR 15965-5: – Sistema de classificação da informação da construção. Parte 5: Resultados da construção. Em desenvolvimento, previsão de conclusão em 2020 e a ABNT NBR 15965-6 – Sistema de classificação da informação da construção. Parte 6: Unidades da construção. Em desenvolvimento, previsão de conclusão em 2020; (BOLETIM ABNT, 2020).

O governo federal instituiu em 5 de junho de 2017 o Comitê Estratégico de Implementação do BIM, com a finalidade de disseminar o BIM. Em 17 de maio de 2018 foi publicado o Decreto Federal nº 9.377, instituindo a Estratégia Nacional de Disseminação do BIM, que em síntese ambiciona; desenvolver normas técnicas, guias e protocolos específicos para a adoção BIM; desenvolver a plataforma e a biblioteca nacional BIM; estimular o desenvolvimento e aplicação de novas tecnologias relacionadas ao BIM; e, incentivar a

concorrência no mercado por meio de padrões neutros de interoperabilidade BIM (AGOSTINHO; FREIRE, 2019).

A expectativa do governo federal é que até 2028 a redução de custos da construção atinja redução de 9,7%, espera-se um aumento de produtividade de 10% e que cerca de 50% das empresas do setor adotem o BIM como ferramenta de trabalho. A influência esperada para o PIB setorial é um acréscimo de 28,9% (AGOSTINHO; FREIRE, 2019).

2.9 PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA

A moradia é um direito social do cidadão garantido pela constituição brasileira (1988), entretanto, o alto custo de aquisição de imóveis provoca o déficit habitacional no país. Em contrapartida, programas governamentais de habitação popular proporcionam que famílias de baixa renda adquiriram seu imóvel. Em 2009 iniciou-se o programa MCMV (Minha Casa Minha Vida), que permitiu o financiamento para a classe de menor poder aquisitivo (KRAUSE; BALBIM; NETO, 2013).

O programa MCMV é constituído por dois subprogramas: o Programa Nacional de Habitação Urbana (PNHU) e o Programa Nacional de Habitação Rural (PNHR). O principal foco do MCMV é estimular a aquisição de novas unidades habitacionais para a classe de famílias com renda de até 10 salários mínimos através do PNHU (CBIC, 2016).

Embora, o MCMV, seja o maior programa habitacional lançado pelo governo e possuir bom desempenho quantitativo, apresenta deficiências em desempenho qualitativo, principalmente em qualidade arquitetônica e construtiva, problemas de inserção urbana segurança, entre outros (FERREIRA; ZAMBRANO, 2019).

Um dos mais recorrentes problemas relatados está relacionado à baixa qualidade das obras e na escolha de localidades que não possuem equipamentos públicos urbanos básicos. Vícios construtivos ou patologias consideradas graves em alguns empreendimentos foram constatados através de um estudo elaborado pelo Tribunal de Contas da União, em que alguns casos descumpriram as especificações mínimas do programa, mesmo apesar de terem sido apreciados tecnicamente pela Caixa Econômica Federal (BRASIL, 2012).

O programa concebeu mais de 245 mil residências em todo país só em 2019 com investimento de R\$ 3,35 bilhões, ao todo já foram contempladas quase 7 milhões de famílias com o financiamento da casa própria (BRASIL, 2019). A disposição do programa é dividida por faixas de renda como mostra o quadro 03.

Quadro 03: Divisão de faixas do MCMV

RENDA FAMILIAR MENSAL	FAIXA DO MCMV	CARACTERÍSTICA
Até R\$ 1.800,00	Fiixa 1	Até 90% de subsidio do valor do imóvel. Pago em até 120 prestações mensais de, no máximo, R\$ 270,00, sem juros.
Até R\$ 2.600,00	Fiixa 1,5	Até R\$ 47.500,00 de subsidio, com 5% de juros ao ano.
Até R\$ 4.000,00	Fiixa 2	Até R\$ 29.000,00 de subsidio, com 6% a 7% de juros ao ano.
Até R\$ 9.000,00	Fiixa 3	8,16% de juros ao ano.

Fonte: Ministério de Desenvolvimento Regional (2019)

Apesar dos esforços para a garantia de moradia digna e própria, estimam-se que 2,3 milhões de famílias vivem de forma inadequada, em situações de risco e condições insalubres sem nenhuma estrutura básica de saneamento, situação esta que colabora para as ocupações irregulares, formações de favelas e cortiços em condições precárias de moradia (CARDOSO; SANJUAN, 2019).

Ao observar os dados fornecidos pela Fundação João Pinheiro (FJP), pelo Centro de Estatísticas e Informações de Minas Gerais e dados de unidades habitacionais da faixa 1 do MCMV, observa-se que não se obteve uma gestão do território por oferta e demanda habitacional, de forma que o numero de unidades habitacionais urbanas vagas e o déficit habitacional total, continuou alto em 2015 como mostra a tabela 01.

Tabela 01: Déficit habitacional e domicílios vagos (Variáveis Brasil 2000/2010/2015)

	Déficit habitacional total	Déficit habitacional total relativo	Déficit habitacional urbano	Domicílios vagos totais	Domicílios vagos urbanos
2000	5.890.139	13,15 %	4.140.088	6.029.756	4.580.147
2010	6.940.691	12,1 %	5.885.528	6.052.161	4.656.978
2015	6.355.743	9,3 %	5.572.700	7.906.767	6.350.010

Fonte: Vogt e Silveira, a partir de dados fornecidos pela fundação João Pinheiro (2020)

Constata-se que a quantidade de domicílios vagos e a quantidade de domicílios particulares permanentes cresceram. Apesar do aumento percentual de domicílios particulares permanentes urbanos ter sido superior ao aumento percentual da população entre os anos 2000 a 2010 o déficit habitacional continuou alto em 2010, conforme as tabelas 01 e 02. Entre 2010 e 2018 o número de unidades habitacionais do MCMV para faixa 1 foi somente de 1.430.306, sendo 24% do déficit habitacional urbano de 2010, e 25% do déficit de 2015 (VOGT; SILVEIRA, 2020).

Tabela 02: População e domicílios particulares permanentes (Variáveis Brasil)
2000/2010)

	População	Aumento populacional % ao ano anterior	Domicílios particulares permanentes urbanos	Aumento domiciliar % ao ano anterior
2000	169.799.170	-	37.369.980	-
2010	190.732.694	112%	49.228.253	132%

Fonte: Vogt e Silveira, a partir de dados fornecidos pela fundação João Pinheiro (2020)

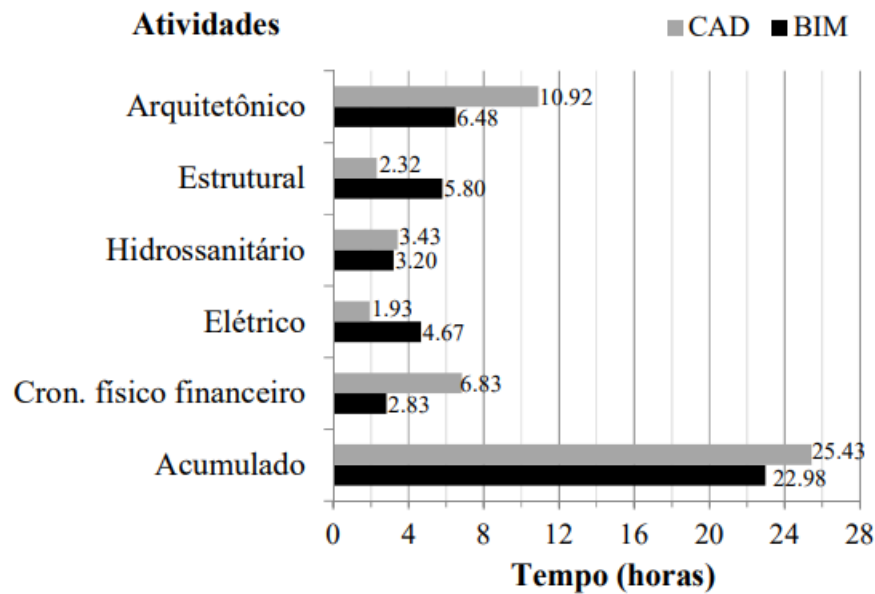
2.9.1 Utilização do BIM no MCMV

Nunes e Leão (2018) dedicaram a sua pesquisa em um estudo comparativo de tempo e custo de elaboração de projetos utilizando o método CAD e BIM, tendo como referencia uma edificação que se enquadra nos parâmetros construtivos do programa governamental MCMV. Os autores destacaram que a modelagem BIM possibilitou melhorias gráficas que acrescentam funcionalidades à elaboração de projetos, desta forma, possibilitando uma representação virtual paramétrica e integrada da edificação. No tocante as representações gráficas, destacou-se a possibilidade de alterações dinâmicas e automáticas permitidas pelo BIM, que refletiram em todos os desenhos e componentes associados da modelagem, além, de permitir a inserção de características dos componentes como a espessura dos materiais que podem ser alteradas em qualquer momento final do projeto, desta forma, contribuindo na qualidade dos processos e produtos do setor de AEC.

Outro ponto de destaque do estudo de Nunes e Leão (2018) é em relação ao tempo de projeto, observou-se que ao utilizar o BIM foi possível obter o projeto completo da mesma edificação com um tempo 11% menor do que ao projetar utilizando apenas ferramentas do

tipo CAD. Na figura 08, são apresentados os tempos de elaboração de projetos separados por disciplinas, em que consta uma redução significativa de tempo ao utilizar o BIM em projetos de arquitetura e na elaboração de cronogramas físico financeiros, já em projetos estruturais e elétricos os resultados obtidos pela metodologia BIM foram desfavoráveis em relação ao tempo gasto na elaboração dos projetos.

Figura 08: Tempo gasto na elaboração de projetos CAD/BIM



Fonte: Nunes e Leão (2018)

No que se refere a alterações de projeto, o método BIM apresentou vantagens de 21% de tempo para a demanda de alterações em relação ao CAD, em que, o principal fator para esta relação dar-se pelo fato da geração automática de cortes e elevações referentes ao projeto arquitetônico e hidrossanitário propiciados pelo BIM, mais especificamente, devido ao detalhamento integrado de projetos no Revit. Já no projeto estrutural e elétrico resultou em um esforço de retrabalho maior no sistema BIM, entretanto, este fator está relacionado especificamente ao software Revit, caso este esteja desacompanhado de extensões com recursos suficientes para o desenvolvimento completo desses projetos e não exatamente em relação à metodologia BIM (NUNES; LEÃO, 2018).

Silva (2019) desenvolveu em seu trabalho a modelagem de uma residência padrão do MCMV através do software Revit, que serviu como base para a realização do planejamento e orçamentação da obra, podendo observar aumento na qualidade dos projetos de engenharia devido à redução de retrabalho quando utiliza-se de ferramentas e conceito BIM. Além do

Revit o autor utilizou-se dos softwares contidos no quadro 04 a seguir para cada etapa do projeto:

Quadro 04: Etapas e seus respectivos softwares utilizados no projeto BIM

Etapa	Nome	Softwares utilizados
1	Modelagem arquitetônica, estrutural e de água fria	Autodesk Revit
2	Planejamento da obra	MS Project, Autodesk Revit, Autodesk Navisworks
3	Orçamento da obra	Autodesk Revit, Autodesk Navisworks, Excel
4	Análise qualitativa do uso do processo BIM no projeto	-

Fonte: Silva (2019)

O autor destaca diversos pontos benéficos na utilização do BIM, como por exemplo, detalhar diversos aspectos de cada elementos e não apenas a sua geometria, realizar a extração de quantitativos de materiais e serviços de maneira precisa e facilitada, a importação para softwares de compatibilização de projetos possibilitando de maneira facilitada que se execute diversas análises entre os diversos projetos, a possibilidade de integrar os elementos de cada um dos projetos a um cronograma capaz de simular a execução da obra, a identificação de interferências entre outros (SILVA, 2019).

Também são de destaque da obra alguns aspectos a serem observados no uso do processo BIM 3D, 4D E 5D, como a falta de elementos específicos modelados, serviços que não podem ser modelados, ou seja elementos como fôrmas, escoramentos e até alguns equipamentos mecânicos usados na construção podem não ser incluídos na simulação provocando falhas no orçamento, também há a necessidade de um grande detalhamento na modelagem para uma orçamentação eficiente, e a necessidade de um software específico para a realização do orçamento (SILVA, 2019).

Salomão *et al.* (2019) desenvolveu a partir de um estudo de caso o projeto arquitetônico, estrutural, hidrossanitário e elétrico de um residência unifamiliar que integra o programa MCMV, da caixa econômica federal, o enfoque principal do trabalho consiste na identificação de incompatibilidades entre os projetos e suas exequíveis soluções.

O autor destaca a importância da utilização do BIM em projetos do MCMV, uma vez que este possibilita atingir a excelência dos projetos através da compatibilização de todos os projetos, dessa forma evitando gastos de dinheiro, tempo e retrabalho. Considerando essas características de grande relevância para acelerar a diminuição do déficit habitacional no

Brasil, amenizando o custo da obra e abreviando o tempo de conquistar a casa própria para famílias de baixa renda (SALOMÃO *et al.*, 2019).

2.10 SITUAÇÃO HABITACIONAL EM IGUATU/CE

Segundo o Diário do Nordeste (2005) A cidade de Iguatu é uma das que apresentam o maior déficit habitacional do Ceará, na época girava em torno de 6%, e necessitaria de quase sete mil unidades para suprir o déficit.

Em 2012 o programa MCMV ainda não operava em todos os municípios do Ceará, atingindo apenas 4 dos 16 municípios destacados como cidades médias ou centros regionais, já em 2015 passou atender 11 dos 16 municípios com um total de 14.040 unidades habitacionais atendidas, sendo Iguatu uma das 5 cidades que não foram beneficiadas pelo programa mesmo sendo umas cidades mais populosas do estado como informa o quadro 05 (MARQUES, 2017).

Quadro 05: Componentes do déficit habitacional do Ceará em 2012

Município	Déficit habitacional total	Domicílios precários		Coabitação familiar		Ônus excessivo com aluguel		Adensamento excessivo de domicílios alugados	
		Total	%	Total	%	Total	%	Total	%
Ceará	276284	46028	16,66	125745	45,51	79478	28,77	25033	9,06
Região metropolitana de Fortaleza	125847	6420	5,10	61094	48,55	44294	35,20	14038	11,15
Fortaleza	95166	3031	3,18	43752	45,97	37488	39,39	10896	11,45
Cidades médias e centros regionais	52363	8695	16,61	22442	42,86	16490	31,49	4735	9,04
Aracati	2349	620	26,39	1162	49,47	531	22,61	36	1,53
Camocim	2176	552	25,37	971	44,62	491	22,56	162	7,44
Canindé	2375	469	19,75	1164	49,01	528	22,23	215	9,05
Crateús	2139	310	14,49	981	45,86	667	31,18	181	8,46
Crato	4255	598	14,05	1910	44,89	1366	32,10	382	8,98
Itapipoca	4119	1255	30,47	1634	39,67	987	23,96	242	5,88
Icó	1828	461	25,22	784	42,89	479	26,20	105	5,74
Iguatu	3757	821	21,85	1381	36,76	1184	31,51	371	9,87

Juazeiro do Norte	10037	309	3,08	3788	37,74	4420	44,04	1518	15,12
Limoeiro do Norte	1421	149	10,49	761	53,55	404	28,43	107	7,53
Morada Nova	1826	467	25,58	936	51,26	365	19,99	58	3,18
Quixadá	3069	783	25,51	1281	41,74	847	27,60	157	5,12
Quixeramobim	2180	446	20,46	907	41,61	617	28,30	210	9,63
Russas	1834	269	14,67	1007	54,91	471	25,68	87	4,74
Sobral	7511	968	12,89	3111	41,42	2640	35,15	792	10,54
Tauá	1487	218	14,66	664	44,65	493	33,15	112	7,53

Fonte: Marques (2017)

Os principais fatores que contribuíram para o não atendimento do MCMV até então em Iguatu estão relacionados à precária infraestrutura urbana, o desinteresse financeiro do setor da construção civil e a falta de terras disponíveis nos municípios para este fim. Diante dos empecilhos para a implementação do programa em algumas cidades de médio porte o governo estadual a partir de 2012 promoveu mudanças que objetivam capturar recursos para investir no programa (PEQUENO; ROSA, 2016).

Nos últimos 4 ou 5 anos cerca de 1.200 famílias chegaram a ocupar cinco equipamentos públicos e terrenos em Iguatu, dessas atualmente 150 continuam sem moradia própria. Como resolutividade o Ministério Público (MP) através de inquérito solicitou a construção de um conjunto habitacional, em resposta o município apresentou como opção o conjunto Habitacional Iguatu de um Novo Tempo I, II e III, este constitui-se de 900 casas distribuídas em blocos de 4 pavimentos, localizado no Distrito do Gadelha (9 km distante de Iguatu) fazendo parte do PMCV atendido pela faixa 1 do programa. Há ainda o cadastro de 400 pessoas com interesse em financiar seu imóvel pela Caixa Econômica Federal (A PRAÇA, 2019).

O município junto ao MP busca em conjunto outras soluções para solucionar o caso de famílias que ainda vivem de maneira irregular em assentamentos, não descartando a possibilidade de regularização fundiária (A PRAÇA, 2019).

3 METODOLOGIA

O presente trabalho consiste primeiramente da realização de levantamento bibliográfico que fornecerá diretrizes secundárias para o aprofundamento do tema, proporcionando a elaboração de um questionário aplicado por e-mail em alguns casos e presencial em outros (Respeitando as recomendações de isolamento social em decorrência da Covid-19) aos profissionais de AEC que atuam na cidade de Iguatu-Ce.

Para tanto, foram consultados periódicos publicados em revistas, dissertações, bem como publicações independentes, que nos possibilitassem ampliar o estudo. Frente a tal realidade, alguns autores defendem a metodologia utilizada, dentre eles, podemos citar Gil (1999) e Severino (2007), que enfatizam que esta é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos.

3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA

Quanto aos objetivos esta pesquisa pode ser definida como explicativa, esse tipo é a que mais aprofunda o conhecimento da realidade e possui em sua globalidade os estudos de uma pesquisa exploratória, já que “[...] visa proporcionar maior familiaridade com o fato ou fenômeno, a fim de torná-lo mais claro. Envolve um levantamento bibliográfico e documental, entre outras técnicas.” E descritiva que é “[...] aquela que busca principalmente descrever, analisar ou verificar as relações entre fatos e fenômenos (variáveis).” (VOLKWEIS, 2015, p. 1).

Este trabalho possui abordagem mista, que consiste na combinação dos métodos de pesquisa qualitativos e quantitativos, objetivando principalmente a generalização dos resultados qualitativos com interesses em aprofundar a compreensão dos resultados quantitativos (JOHNSON; ONWUEGBUZIE; TURNER, 2007; PLUYE, 2012).

Possui abordagem de caráter quantitativa, visto que para o desenvolvimento da pesquisa e realização das discussões foram realizados estudos e levantamentos a cerca do número de profissionais de AEC que utilizam o BIM como método construtivo em obras do programa MCMV no município de Iguatu/CE. Knechtel (2014) defende que a pesquisa quantitativa atua sobre um problema humano ou social que é composta por variáveis quantificadas em números, estes sendo analisados de forma estatística, determinando a sustentação ou não das generalizações previstas na teoria. Este tipo de pesquisa é

caracterizada pela passividade e neutralidade do pesquisador ao investigar a realidade. Tais dados são organizados em forma de tabelas, gráficos ou textos.

Segundo Knechtel (2014), na pesquisa quantitativa os dados são à base da informação. Para este estudo optou-se pela utilização de dados primários, que são extraídos no campo de pesquisa através das fontes originais (respondentes do questionário).

Quanto ao uso da abordagem qualitativa neste estudo, buscou-se delimita-la a conhecer a forma e o estado de qualidade que os respondentes da pesquisa fazem do uso do conceito BIM, explorando as vantagens, desvantagens, as experiências práticas, as expectativas e outras peculiaridades correspondentes a esse novo procedimento de trabalho. Logo, percebe-se que a abordagem qualitativa abrange aspectos que não podem ser quantificados. Para Minayo (2001), este tipo de abordagem corresponde ao aprofundamento dos processos, e dos fenômenos que não podem ser operacionalizados por variáveis.

3.2 INSTRUMENTO DE PESQUISA

O instrumento de pesquisa utilizado neste estudo foi um questionário estruturado e embasado pela revisão bibliográfica realizada inicialmente. De acordo com Gil (2008), este tipo de instrumento permite a obtenção de informações que dizem respeito a conhecimentos, valores, sentimentos, interesses, crenças, expectativas, aspirações, temores, comportamentos e outros. Este instrumento permite a obtenção de respostas de forma mais precisa e rápida que materialmente seriam inacessíveis (LAKATOS, 2003).

O questionário é constituído pelas perguntas contidas no quadro 06 a seguir.

Quadro 06: Questionário aplicado como instrumento de pesquisa

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE PAU DOS FERROS BACHARELADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA QUESTIONÁRIO-UTILIZAÇÃO DO BIM
1 Qual seu ramo de atuação? () Arquitetura. () Engenharia Civil. () Construtora.

2 Você conhece a tecnologia (metodologia) BIM ? (☐) Sim. (☐) Não. Caso sua resposta seja 'Não', desconsidere o restante do questionário.	
3 Utiliza a tecnologia BIM em obras em geral?	
(☐) Sim. Caso sua resposta seja 'Sim', responda apenas as questões de 4 a 11.	(☐) Não. Caso sua resposta seja 'Não', responda apenas as questões 12 e 13.
4 Utiliza o BIM em obras do MCMV? (☐) Sim. (☐) Não. 5 Quais as vantagens adquiridas pelo uso do BIM em geral? (☐) Redução do tempo de projeto. (☐) Economia no custo da obra total. (☐) Melhor controle/previsão de custo. (☐) Maior rapidez nos ciclos de aprovação do cliente. (☐) A capacidade de detectar conflitos rapidamente. (☐) Facilidade na obtenção de documentos da construção. (☐) Maior produtividade. (☐) Nenhuma. (☐) Outras: _____ _____ 6 Quais as desvantagens de utilizar o BIM? (☐) Incompatibilidade com parceiros de projetos: Não é todo mundo que utiliza	12 Qual nível de conhecimento em relação ao BIM? (☐) Básico: Apenas leituras e conversas esporádicas sobre o tema. (☐) Intermediário: Sei do que se trata, inclusive suas vantagens, desvantagens e diferenças em relação aos métodos tradicionais. (☐) Avançado: Possuo certificados/diploma ou conhecimento suficiente e estou apto a realizar tarefas em BIM. 13 Pretende adotar o uso do BIM nos próximos anos? (☐) Não. (☐) Sim, em até 1 ano. (☐) Sim, em até 5 anos. (☐) Sim, em mais de 5 anos.

o BIM. () Falta de profissionais qualificados: () Alto investimento () Dificuldade em se adaptar ao novo método. () Aumento no tempo de realização dos projetos. () Nenhuma. () Outras: _____ _____ 7 Você conhece e sabe diferenciar as dimensões do BIM? () Sim. () Não. 8 Qual dimensão você utiliza? (Caso tenha respondido não na pergunta 7 desconsidere a pergunta 8) () até a 3D apenas. () até a 7D. 9 Quais os tipos de projetos você desenvolve em BIM? () Projeto elétrico. () Projeto hidrossanitário. () Projeto de arquitetura. () Projeto estrutural () Outros: _____	
---	--

10 Você compatibiliza os projetos? (☐) Sim. (☐) Não. 11 Pretende continuar utilizando o BIM nos próximos anos? (☐) Sim. (☐) Não.	
---	--

Fonte: autoria própria (2020)

3.3 DELINEAMENTO DA ÁREA DE PESQUISA

O presente estudo foi realizado na cidade de Iguatu, que faz parte da Mesorregião Centro-Sul do interior do Ceará. Segundo o último senso realizado pelo IBGE em 2010 a população da cidade constituía-se de 96.495 habitantes, sendo que a estimativa do IBGE para 2020 é que 103.074 pessoas habitem a cidade. O mesmo senso indica que a cidade possui 992,208 km² de área territorial. Em relação às coordenadas geográficas Iguatu está localizada em Latitude 6° 20' 53" Sul e em Longitude 39° 18' 24" Oeste. Via rota principal, a BR-122, Iguatu está a 365 km de distante da capital cearense Fortaleza (IBGE, 2020). A localização de Iguatu pode ser observada pela figura 09 a seguir.

Figura 09: Localização do município de Iguatu/CE

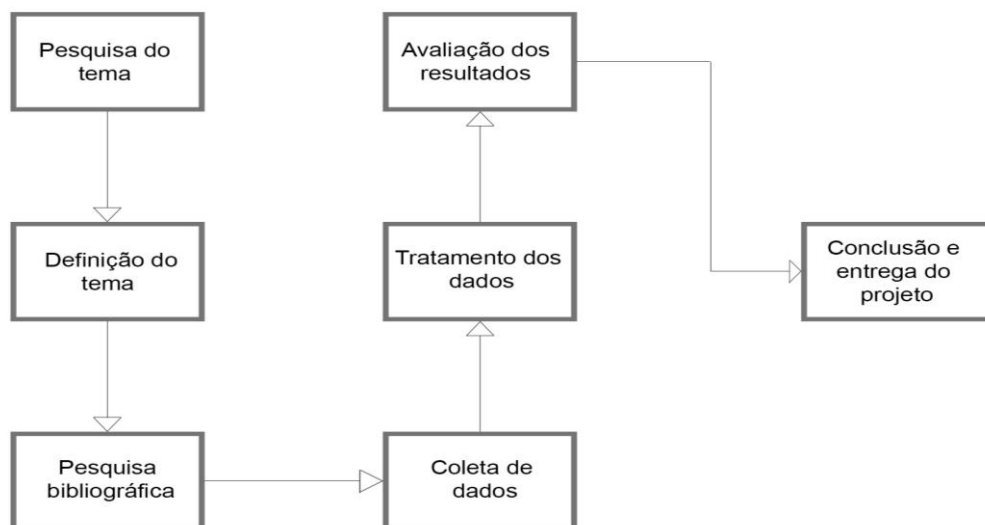


Fonte: IBGE, adaptado pelo autor (2020)

3.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A figura 10 a seguir ilustra através de um fluxograma as etapas estratégicas utilizadas para a realização da pesquisa.

Figura 10: Fluxograma para a realização da pesquisa



Fonte: autoria própria (2020)

A pesquisa do tema derivou-se a partir da observação de problemas de longa data enfrentados pela sociedade, e o seu propósito consistiu-se em atrelar alguma possível solução advinda do avanço tecnológico para a resolução ou amenização do problema. Ressaltou-se ao interesse da pesquisa escolher um tema que envolvesse um problema enfrentado pela maior quantidade possível de pessoas, em que a solução fosse adquirida através do setor de AEC. Nesta etapa diversos problemas e consecutivas alternativas de soluções foram levantadas de forma trivial, desses sobressaiu que o interesse principal partiria do problema de déficit habitacional existente em nossa sociedade e que o BIM considerado o avanço tecnológico mais importante e em implementação no setor de AEC através de suas melhorias em relação aos métodos construtivos tradicionais seria uma possível solução para este problema.

A definição do tema que foi delimitado na etapa anterior consistiu em selecionar uma cidade que apresentasse consideráveis índices de déficit habitacional, que fosse atendida pelo MCMV e que por questões logísticas possibilitasse a aplicação da pesquisa considerando as limitações impostas pela pandemia (Covid-19) enfrentada no momento da pesquisa. De forma mais objetiva, o tema escolhido baseou-se no pressuposto de que um levantamento quantitativo dos profissionais do setor de AEC forneceria um conhecimento do quanto à tecnologia BIM já estaria implementada no município escolhido e sua perspectiva de implementação, já o levantamento qualitativo forneceria informações que revelassem o nível de qualidade que o BIM esta sendo desempenhado por estes profissionais. Dessa forma, o tema da pesquisa foi definido com o embasamento de que o BIM através de suas vantagens e qualidades pode colaborar para a diminuição do déficit habitacional enfrentado pelo município de Iguatu.

A pesquisa bibliográfica foi elaborada a partir do tema escolhido, levantando as principais referências nacionais e internacionais sobre o tema. Esta etapa é uma das mais importantes do trabalho, pois ela fornece o conhecimento científico de trabalhos já elaborados, dessa forma, age norteando e majorando o conhecimento previamente adquirido.

Para a coleta de dados utilizou-se da aplicação de um questionário como método de coleta de dados ao maior número possível de profissionais de AEC que atuam no setor privado no município de Iguatu/CE. Dos 87 profissionais ou empresas identificados 62 retornaram o questionário preenchido. A aplicação do questionário ocorreu de forma remota através do envio por e-mail do questionário elaborado pelo aplicativo Google Forms.

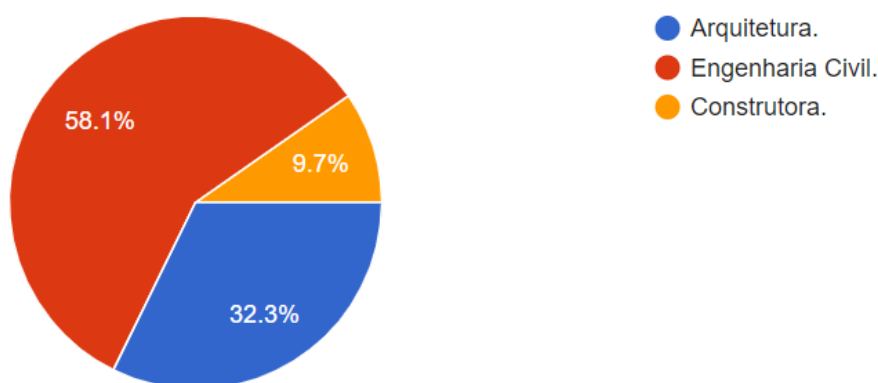
Quanto ao tratamento dos dados coletados, utilizou-se do aplicativo Google Forms para a confecção de gráficos que permitiram a discussão dos resultados encontrados e a comparação com trabalhos já elaborados sobre o tema.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O questionário destinou-se a todos os engenheiros civis, arquitetos e construtoras que atuam no município de Iguatu/CE. Dos 87 profissionais ou empresas identificados 62 retornaram o questionário preenchido.

Inicialmente identificou-se o ramo de atuação dos profissionais do setor de AEC que responderam ao questionário através da pergunta “qual seu ramo de atuação?”, pode-se observar através do Gráfico 01 que os engenheiros civis atuam em maior proporção em relação aos outros participantes da pesquisa no município de Iguatu/CE totalizando 58,1% dos participantes, seguidos pelos arquitetos e em minoria estão as construtoras que representam 9,7% dos responderam a pesquisa.

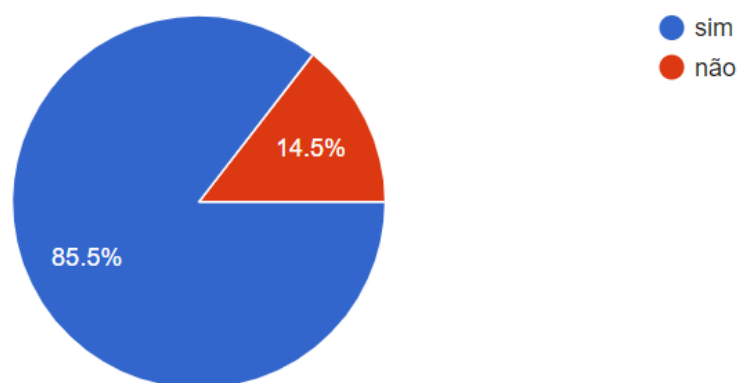
Gráfico 01: Ramo de atuação



Fonte: Autoria própria (2020)

O conhecimento do BIM pelos profissionais do setor da construção civil é de suma importância para o desenvolvimento e implementação do BIM como uma ferramenta metodológica auxiliante no desenvolvimento tecnológico e economia do país, dessa forma, os resultados para a segunda questão da pesquisa que perguntou aos participantes “Você conhece a tecnologia/metodologia BIM?” são representados pelo gráfico 02 e classificam de forma quantitativa que 85,2% dos 62 participantes conhecem o BIM, enquanto a minoria de 14,5% revela não conhecer o BIM.

Gráfico 02: Conhecimento da tecnologia/metodologia BIM



Fonte: Autoria própria (2020)

De acordo com Brender, Lima e Ribeiro (2016) em nível nacional o conhecimento acerca do BIM havia crescido ao comparar os resultados de sua pesquisa elaborada em 2015 com os resultados obtidos por Hilgenberg *et al.* (2012), que revela que apenas 49% dos entrevistados afirmaram conhecer a tecnologia BIM no ano de 2012, em 2015 apresentou um crescimento significativo em que 72,5% dos entrevistados responderam quem conheciam a metodologia.

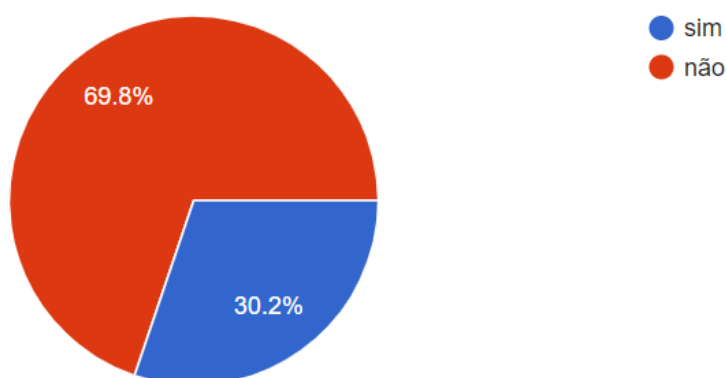
Não foram encontrados na literatura até a presente data trabalhos que quantificassem ou abordassem o tema ou nível de conhecimento do BIM na cidade de Iguatu/CE. Comparando a quantidade de profissionais que atuam neste município e declararam conhecer o BIM com os valores nacionais, observa-se que este município apresenta um elevado conhecimento em relação ao BIM. Vale ressaltar que o valor nacional usado para comparação é do ano de 2016 e provavelmente já sofreu alterações para a presente data.

Segundo Castelo; Bezerra, (2018) o Instituto Brasileiro de Economia (IBRE), da Fundação Getúlio Vargas (FGV) revelou através de uma sondagem que em 2018 apenas 9,2% das empresas do setor da construção civil utilizavam o BIM. Em termos de segmento, o BIM está mais disseminado entre as empresas de edificações residenciais, que destas 13,9% já utilizam o BIM. Os dados revelam a baixa participação das empresas no uso do BIM.

A disseminação do BIM abrange não só o conhecimento que os profissionais ou sociedade em geral têm sobre o mesmo, mas objetiva sua implementação de fato pelos profissionais que envolvem o emprego da metodologia, para tanto, é importante conhecer quantos profissionais de fato já utilizam dessa metodologia em obras atuais, dessa forma através da pergunta “Você utiliza a tecnologia BIM em obras em geral?” buscou-se conhecer quantos profissionais já fazem uso do BIM atualmente em obras em caráter geral. Os dados

fornechos pelo gráfico 03 a seguir, demonstram que 69,8% dos 53 participantes que conhecem o BIM não utilizam esta tecnologia.

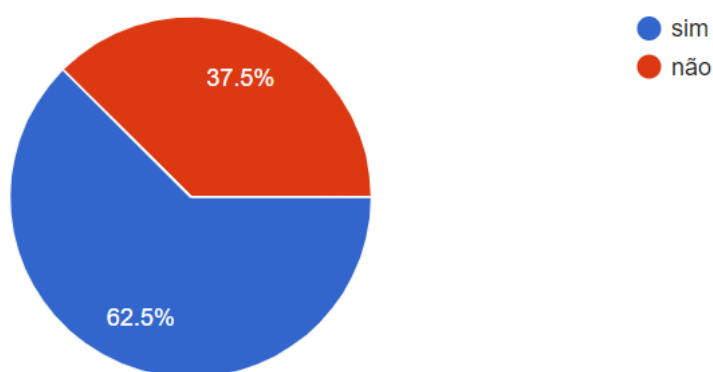
Gráfico 03: Utilização do BIM em obras em geral



Fonte: Autoria própria (2020)

O gráfico 04 a seguir revela que 62,5% dos 16 participantes que afirmaram utilizar o BIM em obras em geral, utilizam-se da metodologia BIM em obras do programa MCMV. Este dado é importante para avaliar se a metodologia está de fato sendo utilizada e empregando suas vantagens em obras de habitação social, dessa forma contribuindo para acelerar a diminuição do déficit habitacional existente no município em estudo.

Gráfico 04: Utilização do BIM em obras do MCMV



Fonte: Autoria própria (2020)

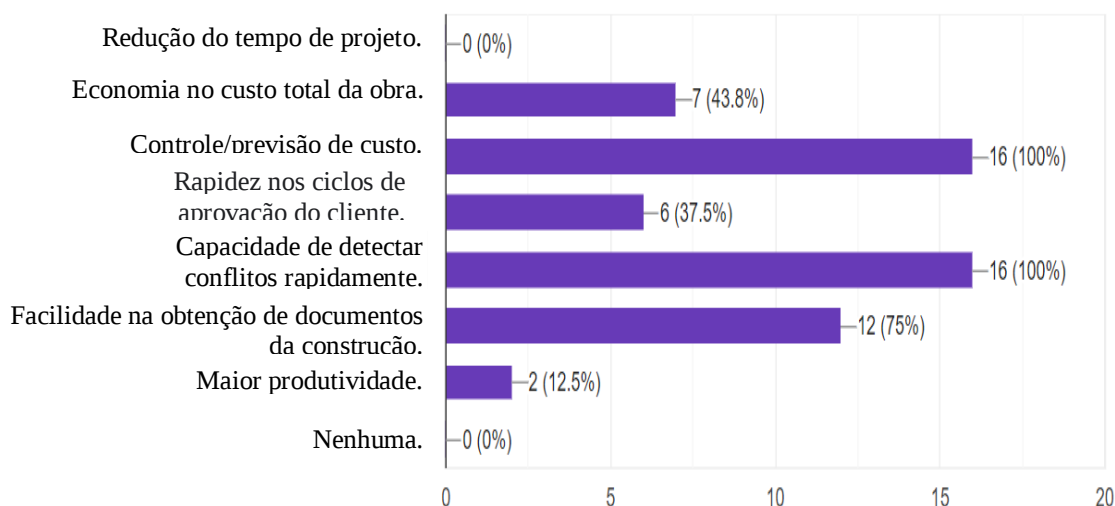
Foi questionado aos participantes quais as principais vantagens foram observadas por esses profissionais após a implementação do BIM como ferramenta de trabalho, foram

apresentadas as principais vantagens expostas pela literatura já existente como alternativa, além da opção aberta para descrever vantagens não listadas.

Nenhum dos 16 participantes que responderam essa questão relatou alguma vantagem além das que haviam sido listadas. Além disso, nenhum participante relatou que o BIM proporcionou a redução no tempo de projeto, este dado confronta-se com os resultados obtidos por Nunes e Leão (2018) que concluiu em sua pesquisa a redução de 11% do tempo ao utilizar o BIM em comparação a projetos desenvolvidos apenas com ferramentas do tipo CAD.

As duas vantagens em destaque que foram reconhecidas por todos os participantes foi o melhor controle/previsão de custos e a capacidade de detectar conflitos rapidamente. Estes resultados apresentam coerência com os resultados obtidos por Carvalho (2019, p.30) que através do seu estudo constatou que “a extração de quantitativos proporcionada pelo uso do BIM gera uma estimativa de custos mais precisa e pode evitar imprevistos relacionados a custos durante a execução” outra conclusão do autor é que “a visualização dos projetos integrados em 3D facilitou a visualização de elementos em conflito”. Outras vantagens significativas quanto ao uso do BIM estão representadas no gráfico 05 a seguir.

Gráfico 05: Vantagens adquiridas pelo uso do BIM

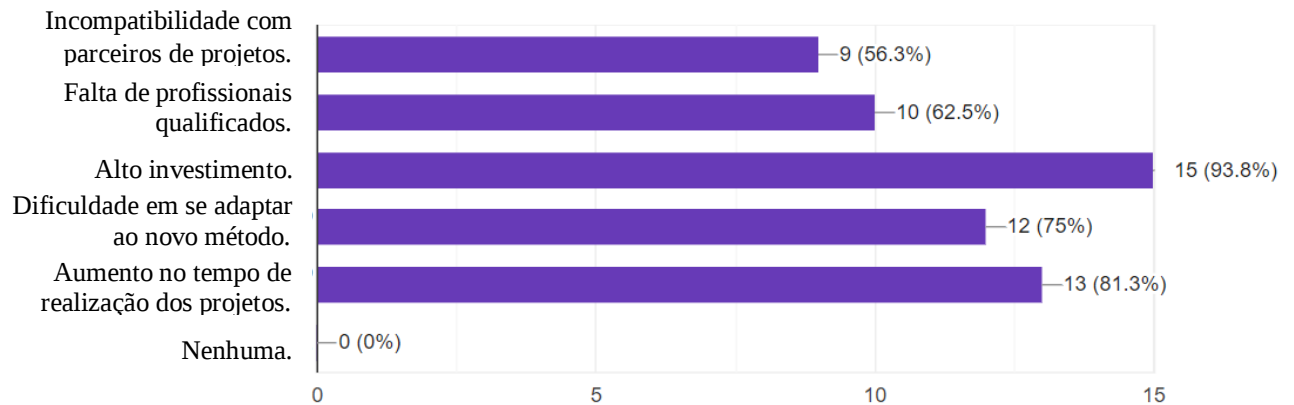


Fonte: Autoria própria (2020)

Todas as desvantagens listadas no questionário apresentaram reconhecimentos significativos pelos participantes da questão, sendo o mais significativo referente ao alto investimento proporcionado pela adoção do BIM, além destes não foram citadas outras

desvantagens em relação ao uso do BIM. Observa-se grande conformidade entre os resultados obtidos e os levantamentos feitos pela revisão bibliográfica deste estudo. O gráfico 06 a seguir revela detalhes em porcentagens para cada desvantagem em análise.

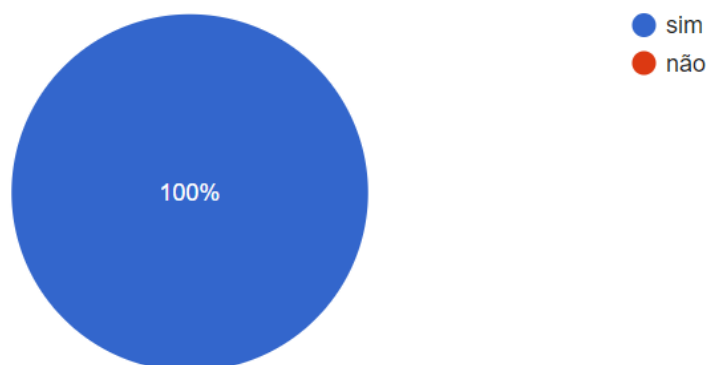
Gráfico 06: Desvantagens adquiridas pelo uso do BIM



Fonte: Autoria própria (2020)

Além dos levantamentos quantitativos, é importante analisar a qualidade relacionada ao uso do BIM, para tal este trabalho buscou identificar o conhecimento acerca das dimensões do BIM. Inicialmente buscou-se conhecer se os profissionais participantes da pesquisa sabem distinguir a existência de diferentes dimensões que constituem o BIM. Todos os 16 participantes que responderam essa questão afirmaram conhecer a existência de dimensões do BIM, conforme ilustra o gráfico 07 a seguir.

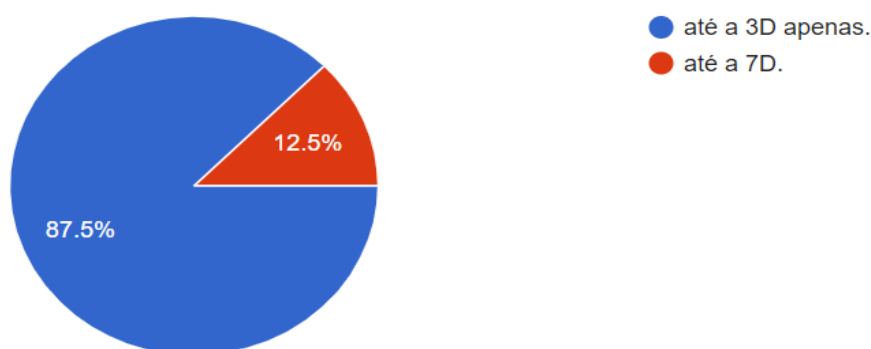
Gráfico 07: Conhecimento acerca das dimensões do BIM pelos profissionais que utilizam esta metodologia



Fonte: Autoria própria (2020)

Os profissionais revelam ainda quais dessas dimensões são utilizadas em sua rotina de trabalho, constata-se a partir do gráfico 08 a seguir que a grande maioria, com 87,5% dos profissionais, utilizam-se apenas das dimensões que se limitam ao 3D. Este dado revela que em termos qualitativo a metodologia BIM ainda está em estado inicial de implementação.

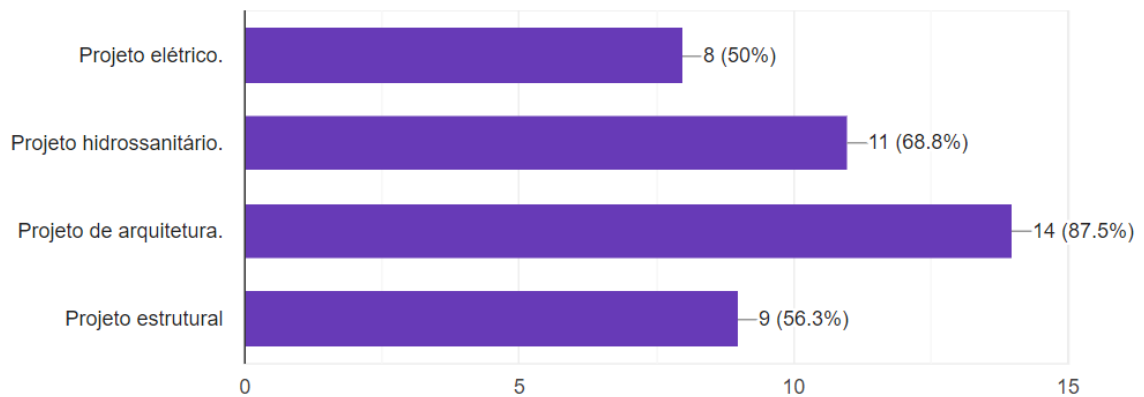
Gráfico 08: Utilização das dimensões BIM pelos profissionais que afirmaram utilizar esta metodologia



Fonte: Autoria própria (2020)

Quanto aos tipos de projetos que estes 16 profissionais desenvolvem em BIM, foram apresentados os projetos com maior frequência de utilização e citados a partir da revisão bibliográfica desse estudo. Além destes foi fornecido à opção dos respondentes citarem outros tipos de projetos desenvolvidos em BIM por eles, porém nenhum outro foi citado pelos mesmos. Dentre os projetos desenvolvidos destaca-se o arquitetônico com a afirmativa de que 87,5% dos entrevistados utilizam o BIM para o desenvolvimento deste, como se observa no gráfico 09 a seguir.

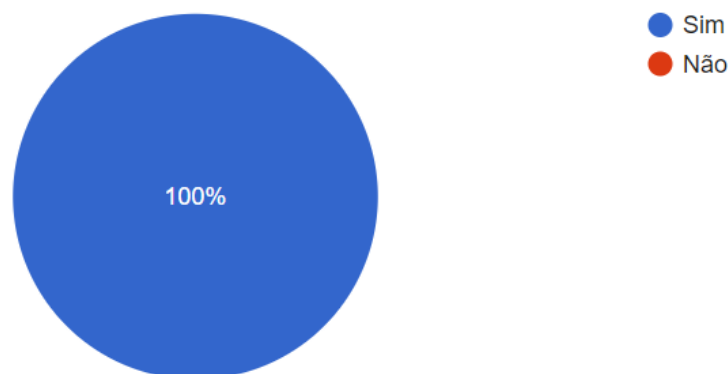
Gráfico 09: Tipos de projeto desenvolvidos em BIM



Fonte: Autoria própria (2020)

Os 16 participantes foram unânimes em afirmar que compatibilizam os projetos desenvolvidos em BIM, dessa forma totalizando 100% de afirmativas para a alternativa “Sim” como demonstra o gráfico 10 a seguir.

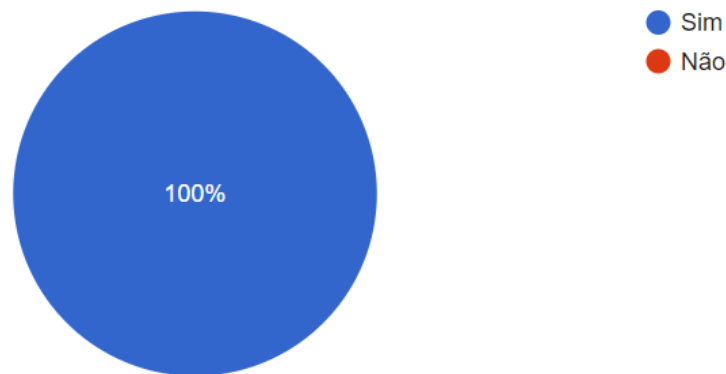
Gráfico 10: Compatibilização de projetos



Fonte: Autoria própria (2020)

Em relação à expectativa da permanência da utilização do BIM pelos profissionais, todos os 16 foram unânimes em responder que pretendem continuar a utilizar o BIM para os próximos anos, dessa forma, observa-se otimismo quanto a implementação e constatações de vantagens provenientes do uso desta metodologia. Estes dados estão ilustrados no gráfico 11 a seguir.

Gráfico 11: Pretensão de continuar utilizando o BIM nos próximos anos



Fonte: Autoria própria (2020)

Quanto aos profissionais que não utilizam o BIM em seu meio de trabalho, buscou-se conhecer qual nível de conhecimento estes profissionais possuem acerca do tema, e de forma analítica buscar compreender se existe relação entre o nível de conhecimento em relação ao tema com a expectativa de adoção do BIM. Na figura a seguir são expostos os três níveis de conhecimento delimitados por esta pesquisa, constatou-se que metade dos 34 participantes que conhecem o BIM mas ainda não o utiliza possuem conhecimento básico sobre o mesmo. É significativo destacar que apenas 11,8% dos participantes desta questão afirmam possuir conhecimento avançado e se declaram aptos a realizar tarefas em BIM. Outros dados importantes estão contidos no gráfico 12 a seguir.

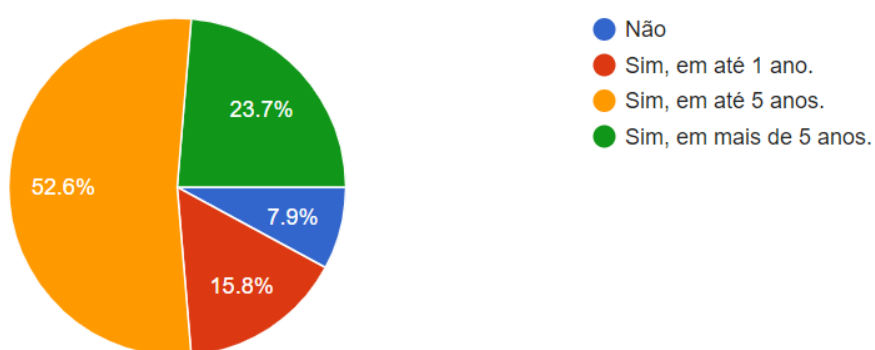
Gráfico 12: Nível de conhecimento em relação ao BIM



Fonte: Autoria própria (2020)

De forma comparativa os dados da questão anterior demonstram tendências de relação entre o nível de conhecimento sobre o BIM despertar o interesse de adoção por parte dos profissionais do setor, uma vez que a grande maioria dos que responderam a questão anterior pretende adotar o BIM nos próximos anos, sendo que uma parcela significativa com 52,6% afirmam que pretendem adotar o BIM em até no máximo 5 anos como demonstra o gráfico 13 a seguir.

Gráfico 13: Expectativa para adoção do BIM nos próximos anos



Fonte: Autoria própria (2020)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados observados pode-se concluir que este trabalho alcançou os seus objetivos específicos e geral, de forma que foi possível aplicar o questionário para quase todos os profissionais atuantes no município de Iguatu/CE, dessa participação constatou-se que, embora a implementação do BIM por estes profissionais ainda esteja em fase inicial em termos qualitativos referente aos níveis de dimensões adotadas para os projetos e execução das obras, o total de profissionais que já conhecem o BIM apresentam resultados superiores e/ou similares ao nível de conhecimento nacional sobre o tema. De igual modo o número de profissionais que declararam utilizar o BIM se mostrou superior ao nível nacional com relação ao dados apresentados por Castelo; Bezerra, (2018).

É importante ressaltar que uma parcela significativa dos participantes que declararam utilizar-se do BIM em obras em geral afirmaram que empregam o uso dessa metodologia para obras do MCMV, este fato é relevante para constatar que o uso de tecnologias mais modernas e avançadas já estão sendo empregadas na melhoria da construção de habitações de interesse social, dessa forma, garantindo mais vantagens do ponto de vista econômico e da qualidade das residências que estão sendo financiadas pelo programa habitacional promovido pelo governo. Além disso, este fato demonstra uma tendência de que tal tecnologia pode estar atuando junto à diminuição do elevado nível de déficit habitacional enfrentado pelo município conforme relata o Diário do Nordeste (2005).

Outro fato importante é a expectativa otimista de que os profissionais adotem o uso da metodologia BIM em seus objetos de trabalho, como observa-se nos resultados a expectativa é de que em cerca de cinco anos uma grande parcela desses profissionais implementem o BIM.

Para que a melhoria da construção civil evolua através do uso de metodologias mais avançadas é necessário que todos os envolvidos empreguem de forma eficaz esforços para que essa implementação ocorra em nível geral, nacional, e até mesmo global. Para tal é preciso o rompimento de culturas ultrapassadas em relação aos métodos construtivos que atualmente demonstram-se caros e apresentam desperdícios de tempo e materiais, além de resultar em alguns casos em um produto final de baixa qualidade. Diante dessa problemática sugere-se como trabalhos futuros a replicação deste trabalho em outros municípios, e também a constatare atualização de dados que revelem o uso em âmbito nacional, além disso, trabalhos que aprofundem a verificação de uma forma qualitativa em relação à eficiência da implementação

do BIM através de comparativos de casos reais elaborados entre a metodologia tradicional e a metodologia BIM.

REFERÊNCIAS

Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial - ABDI. **Guia 6: A Implantação de Processos BIM**. Brasília, 2017a. 22 p.

Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial - ABDI. **Guia 1: Processo de projeto BIM**. Brasília, 2017b. 82 p.

AGOSTINHO, Mariele de Souza Parra; FREIRE, Fábio. **GIS e BIM aplicados a projeto de redes nas companhias de saneamento do brasil**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA, 30., 2019, Natal. **Anais...** Natal: Abes, 2019. p. 1-6.

A PRAÇA,. **MP, prefeitura e assentamentos discutem déficit habitacional de Iguatu**. 2019. Disponível em: <http://www.jornalapraca.com.br/mp-prefeitura-e-assentamentos-discutem-deficit-habitacional-de-iguatu/>. Acesso em: 15 out. 2020.

BOLETIM ABNT. **Avança a normalização sobre BIM**. 2020. Disponível em: <http://maisengenharia.altoqi.com.br/bim/tudo-o-que-voce-precisa-saber/>. Acesso em: 07 out. 2020.

BRENDER, Murilo Dias; LIMA, Natália Baêta Vieira; RIBEIRO, Sidnea Eliane Campos. **Conhecimento e estimativa do uso do BIM pelos profissionais atuantes das indústrias AEC no Brasil**. CONSTRUINDO, v. 8, n. 2, 2016.

BRASIL. Tribunal de Contas da União. TCU. GRUPO I – CLASSE V – Plenário - TC 033.568/2012-0 [Apenso: TC 034.402/2012-8] - **Natureza:** Relatório de Auditoria - Órgão/Entidade: Caixa Econômica Federal e Ministério das Cidades (vinculador) - Responsáveis: Caixa Econômica Federal e Ministério das Cidades - Interessado: Congresso Nacional - Advogado constituído nos autos: Guilherme Lopes Mair (OAB/ SP 241.701) e outros, peças 54/55. SUMÁRIO: AUDITORIA OPERACIONAL. PROGRAMA MINHA CASA, MINHA VIDA. DETERMINAÇÃO. RECOMENDAÇÕES. ARQUIVAMENTO. Disponível em: https://contas.tcu.gov.br/pesquisaJurisprudencia/#/detalhamento/11/*/NUMACORDAO%3A524%20ANOACORDAO%3A2014/DTRELEVANCIA%20desc%2C%20NUMACORDAOINT%20desc/false/1/false. Acesso em: 10 out. 2020.

BRASIL. Decreto nº 9.377, de 17 de maio de 2018. Institui a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling. **Diário Oficial**, Brasília, DF, 18 mai. 2018. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/decreto/D9377.htm. Acesso em 16 out. 2019.

BRASIL, Ministério das cidades. Secretaria nacional de habitação. **Programa Minha Casa Minha Vida**. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/minhacasaminha-vida/>. Acesso em 16 out. 2019.

COELHO, S.S.; NOVAES, C.C. **Modelagem de Informações para Construção (BIM) e ambientes colaborativos para gestão de projetos na construção civil**. In: VIII Workshop Brasileiro de Gestão de Projetos na Construção de Edifícios, São Paulo, USP, 2008.

CHENG, Jack CP; LU, Qiqi. **Uma revisão dos esforços e papéis do setor público para a adoção do BIM em todo o mundo**. Journal of Information Technology in Construction (ITcon) , v. 20, n. 27, pág. 442-478, 2015.

CARDOSO, Henrique Ribeiro; SANJUAN, Pedro Ernesto Celestino Pascoal. **O déficit habitacional no brasil: a relevância dos instrumentos privados na implementação de políticas públicas de moradia**. 2019. Disponível em: https://juslaboris.tst.jus.br/bitstream/handle/20.500.12178/159671/2019_cardoso_henrique_deficit_habitacional.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 10 out. 2020.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO - CBIC. **Fundamentos BIM - Parte 1: implementação do bim para construtoras e incorporadoras**. Brasília, 2016. 124 p.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO - CBIC. **Perenidade dos Programas Habitacionais**. Brasília: CBIC, 2016.

CASTELO, Ana Maria; BEZERRA, Itaguara. **A construção digital**. 2018. Disponível em: <https://blogdoibre.fgv.br/posts/construcao-digital>. Acesso em: 01 dez. 2020.

CARVALHO, Jonatas Ribeiro de. **VANTAGENS DO SISTEMA BIM NOS AMBIENTES DE PROJETO E GESTÃO DA CONSTRUÇÃO CIVIL**. 2019. 32 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade de Taubaté, Taubaté, 2019.

JUNIOR, Giuseppe Miceli; PELLANDA, Paulo César; DE MIRANDA REIS, Marcelo. **Considerações sobre fluxos de trabalho BIM para desenvolvimento de projetos de obras em organizações públicas**. In: II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO. 2019.

DIÁRIO DO NORDESTE (Ceará). **Município é um dos que apresentam o maior déficit habitacional do Ceará**. 2005. Disponível em: <https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/regiao/municipio-e-um-dos-que-apresentam-o-maior-deficit-habitacional-do-ceara-1.705640?page=4>. Acesso em: 15 out. 2020.

EASTMAN, Chuck; TEICHOLZ, Paul; SACKS, Rafel e LISTON, Kathleen. **Manual de BIM: um guia de modelagem de informação na construção para arquitetos, gerentes, construtores e incorporadores**. 1ª edição. São Paulo: Bookman Editora, 2013. 890 p.

EASTMAN, Chuck; TEICHOLZ, Paul; SACKS, Rafel e LISTON, Kathleen. **Manual BIM: Um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. Segunda Edição. BOOKMAN, São Paulo, 2014.

FERREIRA, K.; ZAMBRANO, L. **Avaliação da qualidade de habitações do Programa Minha Casa Minha Vida**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 6., 2019, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: PPGAU/FAUeD/UFU, 2019. p. 1074-1087.

FERREIRA, E. A. M.; MATOS, F. D.; GARCIA, M. S. **Avaliação do Processo de Modelagem da Edificação e do Canteiro de Obras no Desenvolvimento de Projetos 4D**. In: XIV ENTAC - ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2012, Juiz de Fora. p. 3558 - 3563.

GIL, Antônio C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1996.

GIL, Antônio C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. Editora Atlas SA, 2008.

GOES, R. H. D. T. E. B. D.; SANTOS, E. T. **Compatibilização de Projetos: Comparação entre o BIM e CAD 2D**. In: ENCONTRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, V, 2011, Salvador, Bahia. **Anais...** Salvador, 2011

GONÇALVES, Francisco A. A. **Dimensões do BIM e seus níveis de desenvolvimento de um modelo LOD**. Edição 157. Revista OSE Portal Elétrico, Novemp, São Paulo, 2019.

GONÇALVES JUNIOR, Francisco. **BIM: Tudo o que você precisa saber sobre esta metodologia**. 2020. Disponível em: <http://maisengenharia.altoqi.com.br/bim/tudo-o-que-voce-precisa-saber/>. Acesso em: 05 out. 2020.

GENUINO, Irismar da Silva. FERREIRA, Bárbara Gomes. **Análise da concepção de um planejamento de uma obra residencial utilizando a modelagem da informação da construção –BIM**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 04, Ed. 10, Vol. 13, pp. 34-52. Outubro de 2019. ISSN: 2448-0959

GARIBALDI, Bárbara Cristina Blank. **LOD BIM (Level of Development): tudo que você precisa saber sobre o assunto**. tudo que você precisa saber sobre o assunto. 2020a. Disponível

em: [https://www.sienge.com.br/blog/tudo-sobre-lod-bim/#:~:text=N%C3%ADveis%20de%20LOD%20BIM&text=No%20Brasil%2C%20de%20acordo%20com,%20Dobra%20\(as%20built\)](https://www.sienge.com.br/blog/tudo-sobre-lod-bim/#:~:text=N%C3%ADveis%20de%20LOD%20BIM&text=No%20Brasil%2C%20de%20acordo%20com,%20Dobra%20(as%20built)). Acesso em: 26 nov. 2020.

GARIBALDI, Bárbara Cristina Blank. **Do 3D ao 7D: entenda todas as dimensões do bim.** Entenda todas as dimensões do BIM. 2020b. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/dimensoes-do-bim/#:~:text=As%20dimens%C3%B5es%20da%20metodologia%20BIM,%207D%20%E2%80%93%20gest%C3%A3o%20de%20instala%C3%A7%C3%B5es..> Acesso em: 26 nov. 2020.

GONÇALVES JUNIOR, Francisco. **BIM: tudo o que você precisa saber sobre esta metodologia.** Tudo o que você precisa saber sobre esta metodologia. 2018. Disponível em: <http://maisengenharia.altoqi.com.br/bim/tudo-o-que-voce-precisa-saber/#interoperabilidade>. Acesso em: 16 nov. 2020.

HILGENBERG, Fabíola B.; ALMEIDA, Beatriz L.; SCHEER, Sérgio; AYRES, Cervantes. **Uso de BIM pelos profissionais de arquitetura em Curitiba.** 2012. Gestão & Tecnologia de Projetos.

HOLZER, D. **The BIM managers handbook: guidance for professionals in Architecture, Engineering and Construction.** 1ª edição. New York: John Wiley & Sons Inc, 2016.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. – IBGE: **Estimativas da população residente nos municípios brasileiros.** 2020. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 24 nov. 2020.

JOHNSON, R. B.; ONWUEGBUZIE, A. J.; TURNER, L. A. **Toward a definition of mixed methods research.** *Journal of Mixed Methods Research*, v. 1, n. 2, 2007, p.112-133.

KASSEM, Mohamad; DE AMORIM, Sergio R. Leusin. **BIM Building Information Modeling No Brasil e na União Europeia.** 2015.

KRAUSE, C; BALBIM, R.; NETO, V. C. L. **Minha Casa Minha Vida, nosso crescimento: onde fica a política habitacional?.** Texto para discussão 1853. IPEA, p. 8-58, Rio de Janeiro, ago. 2013. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td_1853.pdf. Acesso em: 08 out. 2020.

Lopes; OLIVEIRA, Aclly Ney Santiago de; SILVA, Altamiro Junio Mendes. **Modelagem e compatibilização de projetos de uma residência Minha Casa Minha Vida em software de plataforma BIM.** *Research, Society And Development*, [S.L.], v. 8, n. 8, p. 1-25, 2 jun. 2019. Research, Society and Development.

LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003

MARQUES, Gabriela. **O Programa Minha Casa Minha Vida e suas implicações na reestruturação das cidades médias e dos centros regionais: estudo de caso em Sobral, Ceará**. 2017. Disponível em: http://anpur.org.br/xviienanpur/principal/publicacoes/XVII.ENANPUR_Anais/ST_Sessoes_Tematicas/ST%205/ST%205.5/ST%205.5-04.pdf. Acesso em: 15 out. 2020.

MINAYO, M. C. S. (Org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis: Vozes, 2001.

MCGRAW_HILL. **Interoperability in Construction**. Bedford: McGraw_Hill Construction Research&Analytics, 2007. Disponível em: https://vdcscorecard.stanford.edu/sites/g/files/sbiybj8856/f/mcgraw_hill_s_smartmarket_0.pdf. Acesso em: 17 nov. 2020.

NUNES, G.H.; LEÃO, M.. **Estudo comparativo de ferramentas de projetos entre o CAD tradicional e a modelagem BIM**. Revista de Engenharia Civil, Gualtar, v. 55, p. 47-61, jul. 2018.

NUNES, André Mariani Magalhães. **Planejamento de obras com Modelagem da Informação da Construção – BIM**. 71f. il. 2013. Monografia (Trabalho de Conclusão do Curso) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013.

PORWAL, A; HEWAGE, K. **Building Information Modeling (BIM) partnering framework for public construction projects**. *Automation in Construction*. v.31, jan. 2013. ISSN 0926-5805. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926580512002439?via%3Dihub>. Acesso em: 03 out. 2020.

PEQUENO, Renato; ROSA, Sara Vieira. **O Programa Minha Casa Minha Vida na Região Metropolitana de Fortaleza-CE: análise dos arranjos institucionais**. Cadernos Metrôpole, São Paulo, SciELO, v.18, n.35, abr, 2016.

PLUYE, P. Les méthodes mixtes. In: RIDDE, V.; DAGENAIS, C. (Ed.). **Approches et pratiques en évaluation de programme**. Montréal: Presses de l'Université de Montréal, 2012. p. 125-143.

SUCCAR, B; **Building information modeling framework: a research and delivery foundation for industry stakeholders**. *Automation in Construction*. v.18, maio 2009. ISSN 0926-5805. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926580508001568?via%3Dihub>. Acesso em: 03 out 2020.

SANTOS, E. T. **Criação, representação e visualização digitais: tecnologias digitais de criação, representação e visualização no processo de projeto**. Brasília: CRV digitais, 2012.

SILVA, Rafael F. T. D.. **Democratizando BIM**. 2020. Disponível em: <https://eadbim.abdi.com.br/course/view.php?id=2>. Acesso em: 16 nov. 2020.

SILVA, Rodrigo Otávio Valente Ribeiro da. **modelagem, planejamento da obra e orçamentação de projeto Minha Casa Minha Vida com o uso do processo BIM**. 2019. 113 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade de Brasília Faculdade de Tecnologia, Brasília, 2019.

SALOMÃO, Pedro Emílio Amador; COSTA, Naiene Cardoso; GOUVÊA, Débora Lopes; OLIVEIRA, Aclly Ney Santiago de; SILVA, Altamiro Junio Mendes. **Modelagem e compatibilização de projetos de uma residência Minha Casa Minha Vida em software de plataforma BIM**. Research, Society And Development, [S.L.], v. 8, n. 8, p. 1-25, 2 jun. 2019. Research, Society and Development. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v8i8.1230>.

SEVERINO, Antonio Joaquim. **Metodologia do trabalho científico**. 23. ed. São Paulo, 2007. CERVO, Amado Luiz; BERVIAN, Pedro Alcino; SILVA, Roberto da. Metodologia científica. 6. ed. Pearson Prentice Hall. São Paulo, 2007.

VOGT, Helena de Moura; SILVEIRA, Rogério Leandro Lima da. **O descompasso entre as políticas e os indicadores habitacionais no Brasil: uma análise em municípios do estado do rio grande do sul**. Barbarói, [S.L.], p. 261-281, 6 jan. 2020. APESC - Associacao Pro-Ensino em Santa Cruz do Sul.