



FACULDADE VALE DO AÇO - FAVALE  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

**WESLLEN CAVALCANTE GONÇALVES**

**Gerenciamento de obra utilizando a tecnologia BIM:** estudo de caso de reforma e ampliação de uma casa no Jardim Aulídia na cidade de Açailândia - MA.

Açailândia - MA  
2022



**WESLEEN CAVALCANTE GONÇALVES**

**GERENCIAMENTO DE OBRA UTILIZANDO A TECNOLOGIA BIM: estudo de caso de reforma e  
ampliação de uma casa no Jardim Aulídia na cidade de Açailândia - MA.**

**2022**

**WESLLEN CAVALCANTE GONÇALVES**

**Gerenciamento de obra utilizando a tecnologia BIM:** estudo de caso de reforma e ampliação de uma casa no Jardim Aulídia na cidade de Açailândia - MA.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil, pelo Curso de Engenharia Civil da Faculdade Vale do Aço – FAVALE.

Orientador: Prof. Esp. Randal Silva Gomes

Açailândia - MA

2022

**Ficha catalográfica - Biblioteca José Amaro Logrado  
Faculdade Vale do Aço**

G635g

Gonçalves, Wesllen Cavalcante.

Gerenciamento de obra utilizando a tecnologia BIM: estudo de caso de reforma e ampliação de uma casa no Jardim Aulídia na cidade de Açailândia - MA. / Wesllen Cavalcante Gonçalves – Açailândia, 2022.  
56 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Engenharia Civil, Faculdade Vale do Aço, Açailândia, 2022.

Orientador: Prof. Esp. Randal Silva Gomes.

1. Sistemas computacionais. 2. BIM. 3. Software. 4. Modelagem 3D. 5. Produtividade. I. Gonçalves, Wesllen Cavalcante. II. Gomes, Randal Silva. (orientador). III. Título.

CDU 624:643(812.1)

## WESLLEN CAVALCANTE GONÇALVES

**Gerenciamento de obra utilizando a tecnologia BIM:** estudo de caso de reforma e ampliação de uma casa no Jardim Aulídia na cidade de Açailândia - MA.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil, pelo Curso de Engenharia Civil da Faculdade Vale do Aço – FAVALE.

Orientador: Prof. Esp. Randal Silva Gomes

Aprovado em 07 / 07 / 2022.

### BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Randal da Silva Gomes  
(Orientador)  
FACULDADE VALE DO AÇO – FAVALE

---

Prof.(a) Rachel de Andrade Avelar da Silva  
(Convidado)  
FACULDADE VALE DO AÇO – FAVALE

---

Prof. Bernardo Rurik Aparecido Gomes  
(Convidado)  
FACULDADE VALE DO AÇO – FAVALE

## DEDICATÓRIA

Dedico esta conquista a Deus, minha mãe e meu pai e minha família, os grandes responsáveis por mais essa vitória em minha vida.

## **AGRADECIMENTOS**

Se você está lendo essa página e porque deu certo, eu conseguir. Com trabalho, muita fé, vontade e muita determinação. Nada nunca é fácil mais chegar até aqui vale todo o trabalho. E hoje, estou aqui para agradecer a todos que fizeram parte dessa conquista. Inicialmente, agradeço a Deus, pois sem ele a realização de mais esse sonho não seria possível.

A todos os meus familiares, pai, irmãos, primos, tios, mas em especial a melhor mãe do mundo (Dona Dete). Sem vocês eu não seria nada. Sem medir esforços me criaram com muito amor e carinho. Sempre me apoiando em minhas decisões, me incentivando a crescer como pessoa e a buscar o meu aperfeiçoamento profissional.

A vocês que, muitas vezes, renunciaram aos seus sonhos para que eu pudesse realizar os meus, partilho a alegria deste momento.

Querido mestre, sentirei saudades de suas orientações, e é por isso que registramos aqui a nossa gratidão a você e a tudo que me proporcionou durante este ano para que fechássemos com chave de ouro mais essa fase. A entrega do Trabalho de Conclusão de Curso e tê-lo em nossa banca, foi a prova de que fizemos a escolha certa. Gratidão pelos ensinamentos e palavras de incentivo. É por isso e muito mais que encerramos mais este ciclo.

## RESUMO

Uma das principais dificuldades no setor da construção civil brasileira é a falta de qualidade dos projetos, o qual está relacionado a outro grave problema: o longo período para a execução de obras no país. A utilização de softwares inteligentes voltados para as fases de projeto, execução e gestão de obras na área da engenharia civil se torna hoje um diferencial no mercado de trabalho. A gestão adequada de um canteiro de obras pode gerar um grande lucro para todos os envolvidos, porém se realizada de maneira incorreta, acarretará prejuízos. É de fundamental importância integrar novas tecnologias no processo de construção, e para ajudar a facilitar todo esse processo surgiu a tecnologia BIM (Building Information Modeling), que significa Modelagem de Informação da Construção, a qual envolve um conjunto de informações que serão geradas e armazenadas durante todo o ciclo da construção. O objetivo deste trabalho é apresentar o conceito da plataforma BIM, mais precisamente a ferramenta Revit, bem como discutir o estágio atual de implementação desta tecnologia na indústria brasileira e mundial e sua contribuição para a engenharia, voltado para o planejamento e gerenciamento de obras na construção civil. O Revit será usado para realizar a modelagem 3D do projeto escolhido e com os quantitativos de materiais gerados pelo programa vai ser realizado o comparativo do uso do material in loco. Deste modo, esse estudo foi possível avaliar a importância da contribuição dos sistemas BIM em relação ao planejamento das obras, mostrando se eles contribuem significativamente para a redução de custos e para a melhoria da qualidade e produtividade dos empreendimentos e do setor de construção civil como um todo. Observou-se que o modelo 3D deve ser construído em softwares já pensando nas várias etapas de construção, pois estes serão usados num ambiente virtual de construção. A modelagem 5D bem aplicada pode dar quantitativos bem próximos a da realidade, trazendo confiança para o uso de softwares.

**Palavras-chave:** Sistemas computacionais. BIM. Software. Modelagem 3D. Produtividade.



## ABSTRACT

One of the main difficulties in the Brazilian civil construction sector is the lack of quality of the projects, which is related to another serious problem: the long period for the execution of works in the country. The use of intelligent software aimed at the phases of design, execution and management of works in the area of civil engineering today becomes a differential in the job market, so many companies have been specializing in management and management of works using these software. The proper management of a construction site can generate a great profit for all involved, but if carried out incorrectly, it will cause losses. It is of fundamental importance to integrate new technologies in the construction process, and to help facilitate this process, the BIM (Building Information Modeling) technology emerged, which means Building Information Modeling, which involves a set of information that will be generated and stored throughout the construction cycle. The objective of this work is to present the concept of the BIM platform, more precisely the Revit tool, as well as to discuss the current stage of implementation of this technology in Brazilian and world industry and its contribution to engineering, focused on the planning and management of works in construction. civil. Revit will be used to perform the 3D modeling of the chosen project and with the quantities of materials generated by the program, the cost survey of the main activities of the work under study will be carried out. In this way, this study was possible to evaluate the importance of the contribution of BIM systems in relation to the planning of the works, showing if they contribute significantly to the reduction of costs and to the improvement of the quality and productivity of the enterprises and the civil construction sector as a whole. The application allowed analyzing the case study. It was observed that the 3D model must be built in software already considering the various construction stages, as these will be used in a virtual construction environment. A well-applied 5D modeling can give figures very close to reality, bringing confidence to the use of software.

**Keywords:** Computational systems. BIM Software. 3d modeling. Productivity Uma

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – 6 dimensões do BIM.....	18
Figura 2 - Template 2D/3D .....	19
Figura 3 – Modelo BIM 4D e organização das atividades do canteiro de obras.....	20
Figura 4 – Exemplo de BIM 5D no programa de arquitetura Edificius .....	21
Figura 5 - As 7 dimensões do BIM .....	21
Figura 6 - Esquema da alimentação de um banco de dados e da extração de informações.....	25
Figura 7 – Fases de Implementação Obrigatoria do BIM no Brasil Decreto nº 10.306/20 .....	37
Figura 8 - Fluxograma do método utilizado para a pesquisa.....	40
Figura 9 – Vista superior da residência .....	41
Figura 10 – Vista dos fundos da casa .....	41
Figura 11 – Vista frontal .....	42
Figura 12 – Sala e entradas para os quartos .....	42
Figura 13 - Imagem Projeto Planta de reformar .....	43
Figura 14 - Projeto Planta Final.....	44
Figura 15 - Modelagem Da casa no Revit .....	45
Figura 16 - Baldrame.....	46
Figura 17 - Levante Muro .....	46
Figura 18 - Construção do Muro frontal.....	47
Figura 19 - Construção muro finalizado.....	47
Figura 20 - Remoção do telhado .....	48
Figura 21 - Construção da platibanda .....	48
Figura 22 - Vigas para amarração da casa.....	49
Figura 23 - Platibanda Finalizada.....	49
Figura 24 – Instalação da calha .....	50
Figura 25 - Instalação do telhado com manta térmica.....	50

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Software disponíveis no mercado.....	31
Quadro 2 – Comparação entre as técnicas tradicionais de planejamento e o planejamento usando fonte BIM.....	36
Quadro 3 – Quantitativo Retirado do Revit.....	51
Quadro 4 – Quantitativo de materiais utilizados.....	51

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
1.1	OBJETIVOS.....	16
1.1.1	Objetivo Geral.....	16
1.1.2	Objetivos Específicos.....	16
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>17</b>
2.1	HISTÓRIA DO BIM .....	17
2.2	TECNOLOGIA BIM.....	18
2.3	FERRAMENTAS BIM .....	25
2.3.1	Revit 26	
2.3.2	Autocad Civil 3D .....	26
2.3.3	Infraworks .....	27
2.3.4	Navisworks .....	27
2.3.5	Green Building Studio.....	28
2.3.6	Archibus.....	28
2.4	SOFTWARES DOS SISTEMAS BIM.....	29
2.5	BIM NO MUNDO .....	31
2.5.1	Estados Unidos.....	32
2.5.2	Singapura .....	33
2.5.3	Reino Unido .....	33
2.5.4	Chile 33	
2.5.5	Europa .....	33
2.5.6	Ásia 34	
2.6	O BIM no Brasil.....	34
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>39</b>
3.1	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA .....	39
3.2	O MÉTODO DE PESQUISA .....	39

3.3	ESTUDO DE CASO.....	40
4	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>51</b>
5	<b>Conclusão .....</b>	<b>53</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>55</b>

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

BIM BUILDING INFORMATION MODELING

TI ESPECIALISTA EM TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

IAI INTERNATIONAL ALLIANCE FOR INTEROPERABILITY

AU ARQUITETURA E URBANISMO

## 1 INTRODUÇÃO

A plataforma BIM (Building Information Modeling - modelagem de informação da construção) é uma ferramenta que atualmente possibilita a muitos profissionais da área da construção civil uma otimização dos seus projetos tendo em vista a economia de tempo e todos os outros pontos referentes a construção civil. (MATTERPORT 2021). Essas ferramentas ainda são poucas usadas no Brasil, esse trabalho vem mostrar que se bem utilizadas, as ferramentas otimizam muito tempo e trazem quantitativos mais perto da realidade.

O sistema industrial da construção civil é bastante complexo, englobando várias partes ao longo da cadeia de produção. Uma boa comunicação entre projetistas, construtores, fornecedores e clientes é primordial para garantir o êxito do projeto e a satisfação de todas as partes. No entanto, pesquisadores, salientam que os métodos tradicionais de projeto podem dividir o processo produtivo, acarretando o isolamento entre profissionais de áreas distintas e a falta de coordenação entre as equipes (MIRANDA., SALVI 2019).

Estudos publicados pela revista The Economist ainda revelam que ineficiências, enganos e atrasos representam cerca de 30% do gasto total em construções por ano nos Estados Unidos, esses dados mostram que ter um planejamento e gestão de obra e de grande importância (SILVA 2017).

O uso da tecnologia BIM, voltada para a concepção, construção e manutenção dos edifícios, está gerando grandes mudanças na cadeia da construção civil. O processo de projeto sai da representação bidimensional em direção a uma realidade n-dimensional (ADDOR et al, 2010).

Esse movimento vem ao encontro da necessidade de reduzir os erros no processo de trabalho decorrentes de complexidade da troca de informações entre todos os envolvidos. O potencial dessa tecnologia permite análise, simulação e extração de dados do modelo, possibilitando ganhos de confiabilidade para as informações geradas durante todo o processo (ADDOR et al, 2010).

Neste contexto, (BIM) surge como uma filosofia de trabalho capaz de promover a integração entre as áreas de arquitetura, engenharia e construção ao longo de todo o ciclo de vida do projeto. Como consequência, o BIM apresenta um elevado potencial para a otimização do planejamento e execução de projetos multidisciplinares, gerando impactos positivos na qualidade e na produtividade das equipes de trabalho. (MIRANDA., SALVI, 2019 apud MCGraw Hill Constructi, 2012).

Segundo o estudo conduzido pela McGraw Hill em 2012, empresas que adotaram o BIM em obras de infraestrutura experimentaram uma redução de 22% nos custos de construção, 33% no tempo de projeto e execução, 33% nos erros em documentos, 38% em reclamações do cliente após a entrega e 44% nas atividades de retrabalho. Esses dados confirmam ainda mais que um bom planejamento e gestão reduz gasto e tempo de obra (MIRANDA., SALVI, 2019 apud MCGraw Hill Constructi, 2012).

Como o BIM pode ser utilizada no Controle e no Planejamento da obra? Desta forma, este trabalho justifica-se pela necessidade de estudar um novo método de gestão dos que normalmente são utilizados, tendo como referência a sua aplicação na reforma de uma casa no Bairro Jardim Aulídia.

O objetivo é empregar o software Autodesk Revit para o processo em questão, demonstrando que a implementação de processos BIM, mais concretamente no aspecto da quantificação, coordenação e custos, é superior quando comparados aos processos tradicionais. Bem como identificar as principais dificuldades da sua utilização.



## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

Analisar o gerenciamento de obras sobre os benefícios da tecnologia BIM em construção civil.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- Propor um processo de gestão aplicando o sistema BIM como ferramenta de apoio para levantamento e controle de quantitativo do projeto.
- Mostrar o impacto que o gerenciamento com ferramentas BIM pode gerar no planejamento e gestão na construção civil.
- Esclarecer o que é a tecnologia BIM, expondo os seus benefícios durante a fase de planejamento e gestão de obras na construção civil, utilizando como modelo uma casa no Jardim Aulida na cidade de Açailândia - Ma.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 HISTÓRIA DO BIM

Muitos países possuem o título de criadores dessa tecnologia, que foi capaz de injetar as ideias da construção em várias camadas 3D, 4D etc., uma tecnologia que complementaria o CAD. Assim, não se tem uma certeza absoluta, já que no começo a tecnologia BIM era apenas um conceito, uma forma de pensar de como construir melhor (GONZAGA 2021).

Gonzaga (2021) ainda diz que, alguns estudos mostram que o processo BIM existe desde o fim da década de 80, quando Jerry Laiserin um arquiteto da Universidade de Princeton (EUA), especialista em Tecnologia da Informação (TI) deu origem à IAI (International Alliance for Interoperability, atual BuildingSMART), em razão de suas pesquisas na área de TI e interoperabilidade (ADDOR et al, 2010).

Na década de 80, mais precisamente no ano de 1987, na Hungria, foi promovido o lançamento do software Archicad, pertencente a Graphisoft, o primeiro software com ferramentas de BIM. Desde então, sucederam-se muitos projetos individuais de arquitetos americanos, europeus e asiáticos. Em 1992, Frank Gehry, montou uma equipe especializada em suporte tecnológico para suprir as necessidades de suas equipes de projeto (ADDOR et al, 2010).

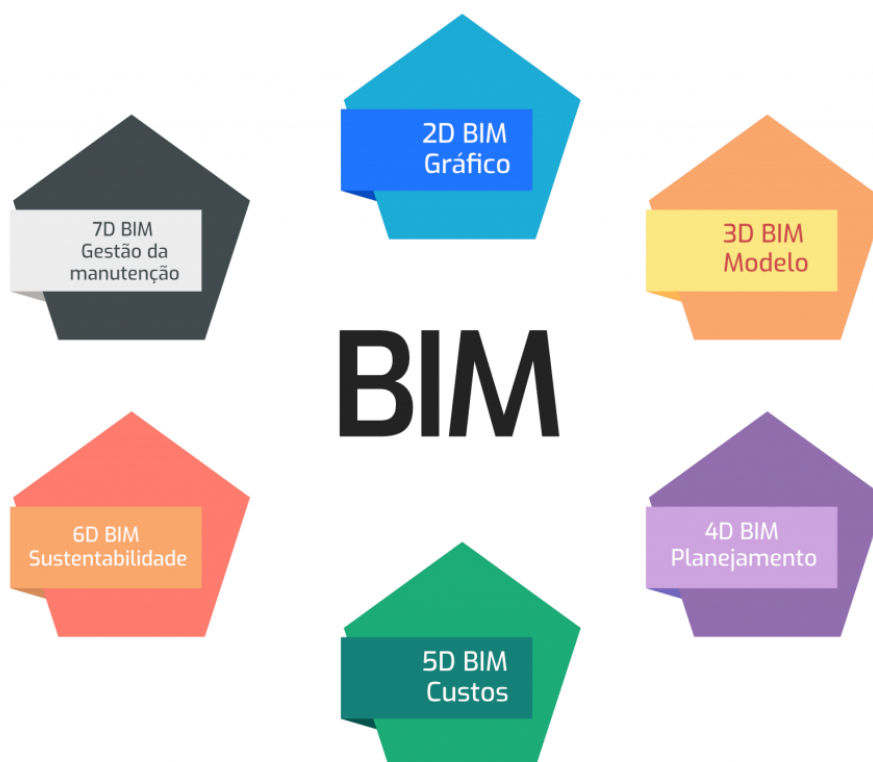
No ano de 2002, a equipe responsável pelo software se tornou uma empresa independente nomeada de Gehry Technologies, que fornece serviços de modelagem em BIM tanto para atender ao próprio escritório de Frank Gehry como o mercado. Desde 1993, há quase duas décadas, o escritório ONUMA, Inc (escritórios no Japão e EUA) vem desenvolvendo e utilizando um software de BIM, o “Sistema Onuma Open Architecture”, de tecnologia aberta (ADDOR et al, 2010).

Segundo Adoor et al, a Finlândia e a Noruega também foram pioneiras no desenvolvimento de projetos em BIM e encontram-se em uma fase mais avançada. Em 1999, foi lançado o software Solibri, na Finlândia, que oferece soluções, já na Ásia, em Cingapura, o governo estabeleceu padrões de legislação baseados no processo (EASTMAN et al., 2008).

## 2.2 TECNOLOGIA BIM

O BIM é uma base comum e integrável de informações e dados organizados em três ou mais dimensões. Se somarmos as três dimensões com fator o tempo, estaremos falando da dimensão 4D. Acrescentando o fator custo, chegaremos à dimensão 5D, e assim por diante, numa realidade multidimensional, até chegarmos a então conhecida, as 6 dimensões do BIM como podemos ver as dimensões na figura 1. (EASTMAN et al., 2008).

Figura 1: 6 dimensões do BIM



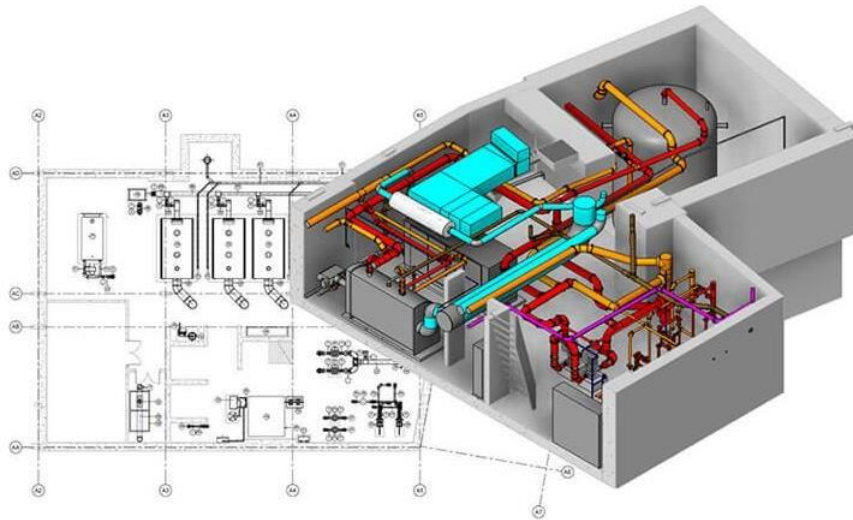
Fonte: GONZAGA (2021)

Cada dimensão é utilizada em uma fase específica do projeto, como veremos a seguir:

- 3D: Utilizado para uma melhor visualização e também para o aproveitamento de toda a compatibilização que um modelo 3D pode fornecer, como: análise, medição e simulação de métodos construtivos no modelo, planejamento do canteiro.

Na Figura 2 é possível visualizar a planta baixa (projeto em 2D) e o 3D de um projeto.

Figura 2- Template 2D/3D

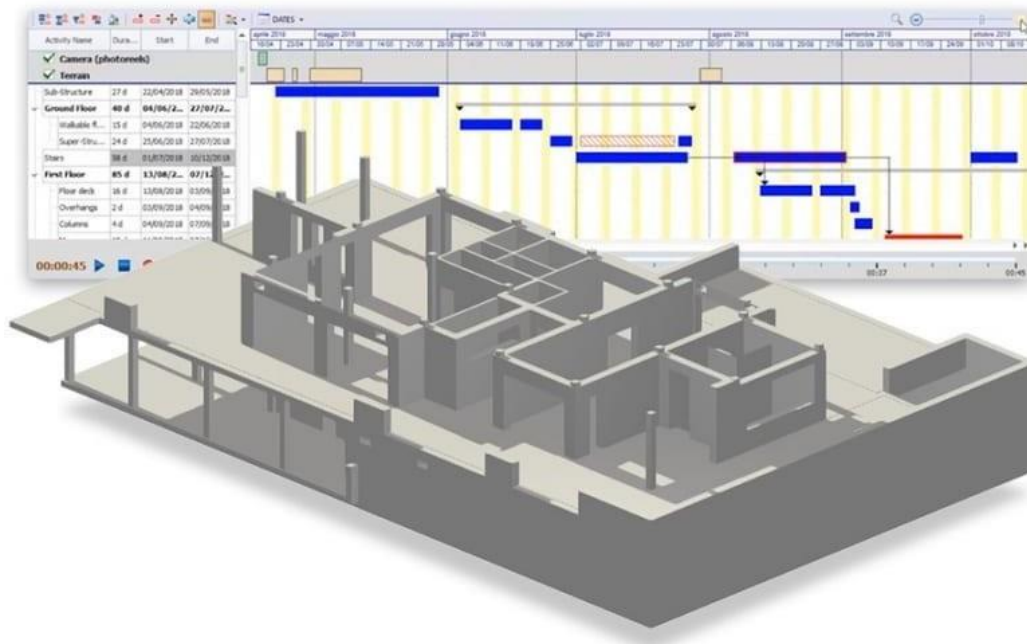


Fonte: Revit Template (2018)

- 4D: Utilizado para o cronograma e sequência de obras e também para fases de implantação. A dimensão 4D do BIM acrescenta informações temporais às três dimensões geométricas, assim, os diferentes responsáveis de um projeto podem verificar a duração de um projeto durante todo o tempo, e o desenvolvimento de uma fase de construção (BibLus, 2019).

Na Figura 3, a seguir, tem-se o cronograma juntamente com o projeto da obra.

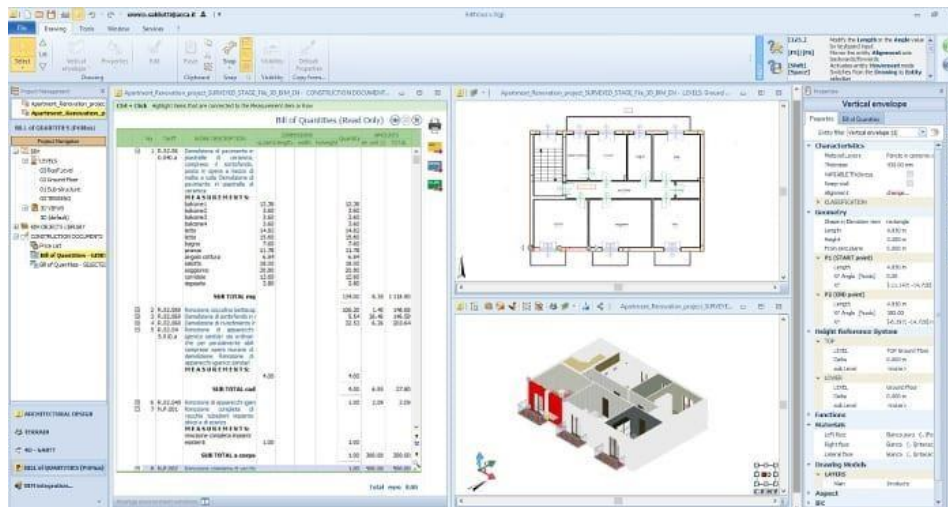
Figura 3 - Modelo BIM 4D e organização das atividades do canteiro de obras



Fonte: BibLus (2019)

- 5D: Empregue na fase de estimativa de custos e na integração de empreiteiros e contratantes. A quinta dimensão do BIM é o Quantity Take Off (Quantidade de Decolagem), ou seja, a retirada das medições com base no modelo do projeto, com o intuito de definir a quantidade de material que será necessária para a realização de um ou vários elementos (BibLus, 2019). A seguir, na Figura 4, é pode ser observado um exemplo da aplicação do BIM em 5D.

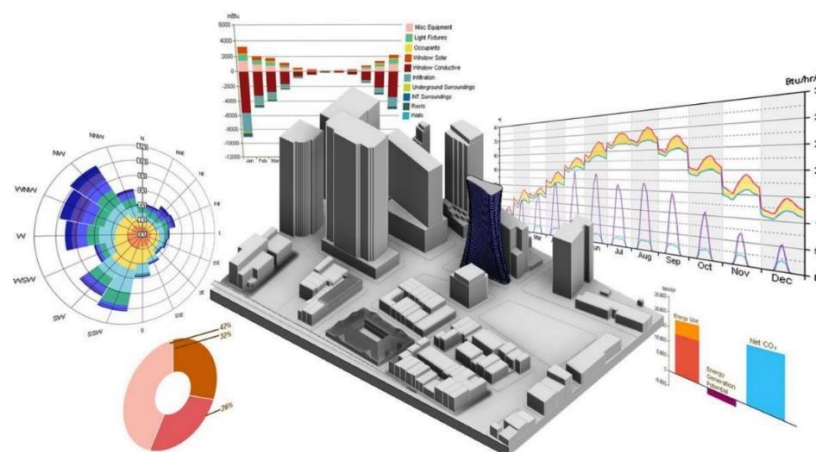
Figura 4 - Exemplo de BIM 5D no programa de arquitetura Edificius



Fonte: BibLus (2019)

- 6D: Aplicado na fase de operação do edifício. A sexta dimensão envolve o gerenciamento de tudo que engloba o desenvolvimento sustentável de um edifício, um exemplo disso é a análise energética. O BIM 6D serve para simular o comportamento da obra e dos seus elementos com base na sustentabilidade econômica, ambiental, energética, etc. Exemplo do 6D a seguir na figura 5. (BibLus, 2019).

Figura 5 - As 7 dimensões do BIM



Fonte: Daudt Engineering (2019)

- 7D: Usado para a manutenção dos edifícios, o modelo em 7D dispõe do banco de dados relacionado a representação virtual do edifício, para melhor manter e transmitir o produto. O modelo não deve ser considerado

o produto de um único software BIM autoral, mas o conjunto de vários modelos realizados com software capazes de descrever a obra conforme o nível de desenvolvimento digital requerido (SILVA, 2019).

Outras dimensões podem ser consideradas, de acordo com Imriyas Kamardeen (2010). A Segurança do Trabalho seria a dimensão 8D, pois um modelo projetado em BIM pode oferecer informações suficientes para que se possa identificar diversos problemas relacionados à segurança do trabalho antecipadamente.

No momento atual, encontram-se inúmeros conceitos para caracterizar as utilidades da plataforma BIM. Estes são complementares entre si, e procuram expor os princípios de modelagem e as vantagens que são proporcionadas por esta tecnologia durante toda vida útil de um empreendimento. (GONÇALVES, 2018)

A Autodesk (2018), apresenta esta tecnologia como um método perspicaz de modelagem 3D que disponibiliza ferramentas e conhecimentos aos profissionais da área da construção para planejar, projetar, construir e gerenciar construções e infraestruturas de uma maneira mais eficiente.

BIM permite a construção de um modelo digital do edifício que representa não só suas características geométricas, mas também o inter-relacionamento entre seus componentes e os inúmeros parâmetros e atributos destes, fornecendo informações relevantes para a tomada de decisão (MIRANDA., SALVI 2019).

As descrições apresentadas anteriormente destacam quatro características marcantes dos modelos em BIM, são elas: a modelagem paramétrica, o levantamento de insumos, a interoperabilidade e a geração de simulações. Assim, para que um software seja pertencente ao BIM, é necessário que ele atenda a todas estas características. A modelagem paramétrica é o fator que caracteriza a eficiência dos softwares pertencentes ao BIM. (MIRANDA, 2019)

Esta característica permite a agilidade na construção e edição dos modelos, armazenando tanto as informações geométricas do projeto quanto as

especificações de materiais, suas características físicas e custos unitários. A parametrização ainda permite que se estabeleçam critérios para a validação do projeto, a fim de checar a inconformidade de um determinado parâmetro em relação aos padrões estabelecidos por norma (MIRANDA., SALVI 2019).

Entre os exemplos de parâmetros de projeto do BIM encontram-se: as dimensões da estrutura, coeficientes de empolamento e contração do solo, coeficiente de produtividade da mão de obra, entre outros. É válido ressaltar que durante a edição do modelo, todos os cálculos relativos ao levantamento insumos são realizados automaticamente (MIRANDA., SALVI 2019).

Segundo Alves et al. (2012) um dos grandes desafios na idealização de uma obra reside nas dificuldades de comunicação entre os profissionais de arquitetura, engenharia e construção. A fim de vencer esta barreira e garantir a efetiva comunicação entre todas as equipes envolvidas nas diversas disciplinas de projeto, as grandes empresas do mercado de softwares da plataforma BIM lançaram a abordagem OpenBIM (MIRANDA., SALVI 2019).

A chave desta abordagem é a interoperabilidade entre as diversas ferramentas da plataforma, permitindo que todos os profissionais acompanhem o andamento das demais disciplinas do projeto, observando eventuais alterações em tempo real (PASSOS, 2021).

O objetivo deste formato é permitir a troca de informações durante todo o ciclo de vida do empreendimento, entre todos os participantes, independentemente do software que eles utilizem (BUILDINGSMART, 2018).

Sendo assim, o IFC possibilita o trânsito de dados de um determinado arquivo, por aplicações de diferentes finalidades, permitindo a transparência no fluxo de trabalho de equipes multidisciplinares (GRAPHISOFT, 2018).

Por este motivo, o IFC é considerado o formato padrão das ferramentas BIM, sendo suportado por 150 aplicações em todo o mundo (NBS, 2018a). Segundo Cardoso et al. (2013) existem cerca de 623 entidades reconhecidas pelo formato IFC, como tipos de paredes e revestimentos, custos de construção, horários entre outros. (MIRANDA., SALVI 2019).

A possibilidade de simulações do mundo real que o BIM proporciona é um grande recurso que permite maior assertividade na tomada de decisões



durante as fases de planejamento e execução do projeto. Por meio das simulações, identificam-se possíveis interferências entre as diversas disciplinas de projeto, elucidando a necessidade de correções ainda nas fases de anteprojeto e projeto básico (MIRANDA., SALVI 2019).

Durante a fase de execução, as simulações garantem a estabilidade do fluxo de trabalho, apresentando processos logísticos eficazes e tempos reduzidos de construção (BATAGLIN et al., 2016).

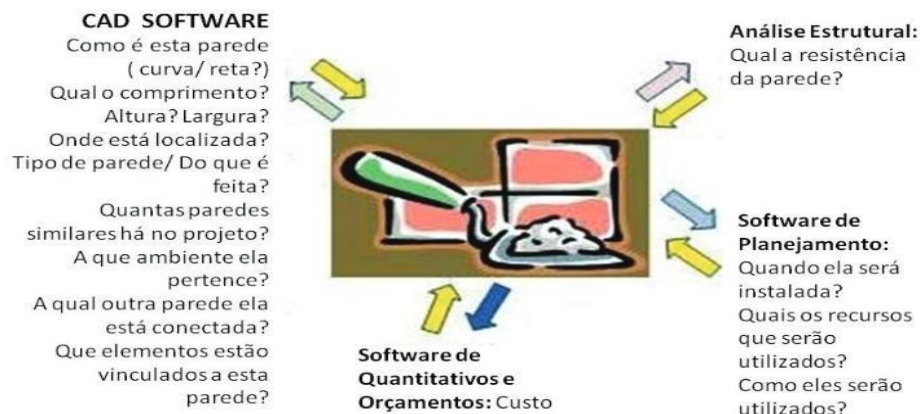
Por fim, as simulações operacionais de cunho térmico, acústico, estrutural, de eficiência energética, de inundações, de nível de serviço rodoviário entre outras, permitem avaliar a performance do empreendimento as-built.

*O termo em inglês que pode ser traduzido ao pé da letra como “Como Construído”. Trata-se de um projeto com representações técnicas. Ou seja, plantas, cortes, fachadas etc., com todas as alterações e modificações promovidas durante a construção ou reforma de um imóvel. (NAKAMURA, 2019)*

O As Built é de enorme importância na área da arquitetura e da engenharia, na gestão de edifícios residenciais, comerciais e industriais. Não à toa, esse tema é tratado em norma técnica da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), no caso, a NBR 14.645:2001 – Elaboração do “como construído” (as built) para edificações.

Deste modo, é possível redimensionar um projeto que apresente um desempenho insatisfatório antes mesmo de sua execução (MIRANDA., SALVI 2019). Podemos ver na figura 1 um esquema de alimentação de um banco de dados utilizando o bim.

Figura 6 - Esquema da alimentação de um banco de dados e da extração de informações



Fonte: Gráfico elaborado por Miriam Addor (2010)

Tomemos uma parede simples como exemplo de objeto da construção. A construção dessa parede, no modelo tridimensional, é realizada pela especificação de alguns parâmetros: Qual o seu formato? Comprimento? Altura? Largura? Onde está localizada no edifício? Que tipo de parede é? Do que é feita? Quais são seus acabamentos?

A qual outra parede ela está conectada? Quais elementos estão vinculados a essa parede? Quando ela será instalada ou construída na obra? Se esses dados estão inseridos no modelo, poderemos extrair informações, como custo, número de paredes similares a essa no projeto, ambiente a que ela pertence, sua resistência, os materiais envolvidos em sua construção e suas quantidades, etc. (MIRIAM ADDOR 2010)

### 2.3 FERRAMENTAS BIM

Nos itens abaixo serão apresentadas algumas ferramentas BIM disponíveis no mercado, demonstrando seus propósitos e suas funcionalidades. É importante destacar que estes softwares podem ser utilizados simultaneamente em um mesmo projeto, a fim de suprir as necessidades técnicas das diversas equipes de trabalho. (MIRANDA., SALVI 2019).

### 2.3.1 Revit

O Autodesk Revit é uma ferramenta voltada para arquitetos e engenheiros, e promove o desenvolvimento de projetos arquitetônicos, estruturais e de instalações prediais. Entre as principais vantagens do Revit estão a apresentação realística de projetos em 3D, a facilidade de captação de cortes e fachadas e a praticidade na documentação dos trabalhos. O software ainda opera nas dimensões 5D e 6D, permitindo o levantamento de quantitativos para orçamentação e a realização de análises de eficiência energética (ALVES et al., 2012).

### 2.3.2 Autocad Civil 3D

O AutoCAD Civil 3D é um software voltado para projetos de infraestrutura, como estradas, sistemas de drenagem, redes de tubulação forçada e terraplenagem. As ferramentas de projeto apresentadas pelo programa garantem a praticidade e o dinamismo na obtenção de perfis topográficos, na elaboração de alinhamentos horizontais e verticais e na representação de seções transversais (AUTODESK, 2021).

Já as ferramentas de análise auxiliam as equipes de projeto na verificação da viabilidade técnica do empreendimento quanto a distâncias de visibilidade, fluxo de escoamentos superficiais e alagamento de bacias hidrográficas. O software ainda apresenta diversas extensões.

*Os country kits foram criados para facilitar a elaboração de projetos que serão submetidos a órgãos regulamentadores, um country kit é um suplemento fornecido pela Autodesk, que nos traz uma série de arquivos criados a partir de normas pré-estabelecidas por órgãos regulamentadores. O country kit Brasil foi criado baseado nas normas de execução do DER-SP. (COLUCCI, 2012)*

Com estilos de documentação e formulas para a validação de projetos de estradas baseados em manuais das principais agencias de transportes de cada país (AUTODESK, 2021).

### 2.3.3 Infraworks

Uma das principais vantagens do Infraworks é a importação de projetos do Civil 3D para o contexto do local onde as obras serão executadas. Desta maneira, é possível verificar as intervenções urbanas resultantes do projeto, antecipando possíveis necessidades de desapropriação (AUTODESK, 2021).

O Infraworks ainda permite a condução de simulações de tráfego em interseções com base na configuração prévia dos movimentos permitidos, das demandas, das sinalizações e dos controles de tráfego (BARTELS, 2016).

Estas simulações resultam na obtenção de indicadores de grande importância para a análise de performance do sistema rodoviário, como o nível de serviço de interseções, a velocidade média dos veículos, o fluxo de tráfego, os tempos médios de viagem, entre outros (AUTODESK, 2018).

### 2.3.4 Navisworks

Esta ferramenta permite a coordenação e revisão de modelos 3D relacionados a diversas disciplinas de projeto, a fim de garantir melhores resultados durante a sua execução. Ao navegar pelo modelo, o usuário pode utilizar a ferramenta clash detective para a verificação de interferências entre projetos de disciplinas distintas, e assim, corrigi-las antes da construção. (AUTODESK, 2020).

*conhecida pelo termo em inglês 'clash detection', essa pesquisa consiste na verificação de possíveis interferências entre os objetos do modelo, ou seja, o processo de detecção de conflitos entre os elementos do modelo (THÓRUS, 2020)*

O Navisworks também permite a vinculação do modelo a cronogramas e composições de insumos construídas através do MS Project ou do Excel (FERREIRA, 2016).

Desta maneira, é possível prever a quantidade de materiais e mão de obra necessários para a execução do projeto dentro do prazo estipulado. Por fim, o software ainda apresenta simulações 4D, que auxiliam no sequenciamento da

obra, na elaboração de estratégias de ataque e na gestão do canteiro (MIRANDA; SALVI, 2019).

#### 2.3.5 Green Building Studio

O Green Building Studio é uma plataforma na nuvem que permite a condução de análises de performance relacionadas à sustentabilidade de edifícios. As análises podem ser realizadas desde a fase de projeto até a operação do empreendimento, e contemplam tanto os consumos de água, eletricidade e gás natural quanto a emissão de gás carbônico (AUTODESK, 2013).

Para efetuar as simulações, é necessário importar o modelo do edifício para a plataforma, além de indicar a sua localização, tipo de uso e tempo de operação por dia. Assim, o software é capaz de projetar o consumo energético e seu custo com base no clima local e no comportamento esperado dos usuários, além de identificar oportunidades de economia energética (AUTODESK, 2020).

#### 2.3.6 Archibus

Trata-se de uma ferramenta online que possibilita o planejamento de estratégias para o gerenciamento e manutenção de um empreendimento. Entre uma série de benefícios proporcionados pelo Archibus, destacam-se as análises que permitem reduzir a geração de resíduos, prolongar a vida útil dos ativos, elaborar planos de manutenção preventiva ou corretiva com maior eficiência, e avaliar o impacto das condições físicas de um equipamento em sua performance (ARCHIBUS, 2009).

Desta maneira, o software permite a tomada de decisões de maneira assertiva, garantindo a otimização das operações e a mitigação de riscos ao longo da vida útil da estrutura (MIRANDA., SALVI 2019).

## 2.4 SOFTWARES DOS SISTEMAS BIM

Muitos acreditam que BIM é um software, mas isso não é correto. BIM quer dizer Modelagem da Informação da Construção de um Edifício. Existem diversos softwares que já utilizam, cerca de 150 homologados pela Building Smart. (GONÇALVES, 2018)

Cada produto apresenta características e capacidades distintas, tanto em relação aos sistemas orientados ao projeto quanto às ferramentas de produção BIM. Dessa forma, a escolha de um software afeta as práticas de produção, interoperabilidade e as capacidades funcionais de uma organização para elaborar determinados projetos. Outro ponto é que nenhuma plataforma será ideal para todos os tipos de empreendimentos (Eastman et al, 2008).

O Quadro 1, apresenta os pontos fortes e fracos dos principais produtos disponíveis no mercado.

Quadro 1 - Software disponíveis no mercado

<b>SOFTWARE</b>	<b>PONTOS FORTES</b>	<b>PONTOS FRACOS</b>
archicad	Interface intuitiva e simples de usar, ampla biblioteca de objetivos e um rico conjunto de aplicações de suporte em construção e gerenciamento de faciliteis.	Limitações nas suas capacidades de modelagem paramétricas, não suportando regras de atualização entre objetos em uma montagem ou aplicação de operações booleanas entre objetos; Problemas com projetos grandes, apesar de dispor de modos efetivos de gerenciar tais projetos, dividindo – em grandes módulos.
Bentley systems	Ferramentas de modelagem para quase todos os aspectos de indústria AEC; suporta modelagem de superfícies curvas complexas; múltiplos níveis de suporte para desenvolvimento de objeto paramétricos personalizados. Permite a definição de montagens de geometrias paramétricas complexas; suporte escalável para grandes empreendimentos com muitos objetivos.	Interface de usuário grande e não integrada, dificultando a navegação e aprendizado; módulos funcionais heterogêneos com diferentes comportamentos de objetivo; Bibliotecas menos amplas que produtos similares; deficiência na integração de suas várias aplicações reduz o valor e a amplitude do suporte que esses sistemas proporcionam individualmente.
Revit	Interface amigável e de fácil aprendizado; amplo conjunto de bibliotecas desenvolvidas por terceiros;	Projetos maiores que 220 megabytes o sistema fica lento; limitação nas regras paramétrica para lidar com

	por se líder do mercado e a interface preferida para interligação direta; suporte bidirecional e desenhos	ângulos; não suporta superfícies curvas complexas.
Tekla structures	Modela estruturas que incorporam todos os tipos de matérias estruturais e detalhamento suporte a modelos muitos grandes e operações simultâneas no mesmo projeto com múltiplos usuários ao mesmo tempo; suporta a complicação de bibliotecas de componentes personalizados paramétricos complexos com pouca ou nenhuma programação.	Funcionalidades são bastantes complexas e difíceis de aprender a utilizar plenamente; o poder de suas facilidades de componentes paramétricos requer operador sofisticado com alto nível de habilidade; não suporta a importação de superfícies multicurvadas complexas de aplicações externas.
Vico software	O modulo de modelagem e o mesmo do archicad possuindo as mesmas vantagens atribuição de composições aos objetos do modelo, definido tarefas e recursos necessários para sua construção; atividades de cronograma definidas e planejadas usando técnicas da linha de balanço e integrado a softwares de planejamento; permite simulações 4d e 5d.	O modulo de modelagem e o mesmo do archicad possuindo as mesmas desvantagens

Fonte: Eastman et al., adaptado pelo autor (2022).

Eastman et al. (2008), diz que existem diversas verdades e crenças na compreensão comumente aceita com relação ao estado da arte da plataforma BIM, e vem a ser importante efetuar uma pesquisa com um ponto de vista isenta dos interesses comerciais que conduzem a bibliografia oferecida pelos fabricantes de softwares.

Diferencialmente de um comum desenhista 3D, a metodologia BIM é um sistema de trabalho que tem a capacidade de integrar engenheiros, construtores e arquitetos na concepção de um protótipo virtual minucioso, que produz uma base de dados que inclui tanto informações topológicas como informações necessárias para orçamento, cálculo energético e previsão de quantitativo de materiais e ações em todas as fases da construção (EASTMAN et al, 2008).

A princípio, averiguando a grande diferença entre um software básico de modelagem 3D e um software BIM, constata-se que para este, a sua capacidade de elaborar objetos paramétricos que garante a geração de objetos editáveis que são capazes de ser alterados automaticamente e dar o suporte à plataforma BIM. Sem esse potencial, o software é só mais um modelador de objetos tridimensionais (ROSSO, 2011).

Ademais, nos softwares BIM, concede-se características ao desenho, como, por exemplo, o tipo de blocos que compõe uma parede, suas medidas, tipo de revestimento, fabricantes, entre outras características, que são guardadas no banco de dados, e que, por sua vez, gera a legenda do desenho (FARIA, 2007).

Tratando-se do 5D-BIM, a corporação norte-americana VICO Softwares mostra como competência da plataforma: conceder cronograma de valores; apresentar ao possuidor o que ocorre com o cronograma e o orçamento quando é realizada uma alteração no projeto, estruturar seu banco de dados com custos e preços de informação, números de rendimento do trabalho, dados de composição da equipe, que mensura o nível de performance do processo, com foco no como e mostrando quão bem os procedimentos de tecnologia da informação admitem que o propósito seja alcançado e não menos importante, disponibilizar diversificadas e frequentes evoluções de estimativas, com o objetivo de que o proprietário consiga efetuar de forma rápida, comparações com o custo-alvo (VICO, 2011).

## 2.5 BIM NO MUNDO

Podemos encontrar países que são considerados verdadeiros exemplos na adoção da metodologia BIM, como Reino Unido e Singapura. E analisando países que priorizaram o BIM em suas estratégias nacionais, encontramos algumas similaridades nessas iniciativas (SANTANA, 2020).

Segundo REIS, 2019:

“É fato que iniciativas *top-down* “O top down é um método útil para entender o funcionamento de uma organização. Através dele, são analisados os componentes principais e as relações com os respectivos subsistemas. O significado de top down é “de cima para baixo”. Ou seja, um método que visa a arquitetura da gestão que começa por uma abordagem geral e desce até níveis específicos”.



Assim, a conscientização da importância do BIM, seja pela alta gestão governamental ou pela alta direção empresarial, é determinante para uma implementação efetiva. (SANTANA, 2020).

Com isso podemos dizer que, em sua maioria, a esfera pública tem atuado nos países no intuito de dar condições para que o mercado se adapte à metodologia. Estados Unidos, Holanda, França e outros já exigem BIM em projetos custeados pelo governo. Então, de olho nesse mercado pujante, o Brasil seguiu a tendência lançando uma política setorial específica em 2018. (SANTANA, 2020).

Na esfera privada é interessante ver que o empresariado costuma acompanhar o impulso governamental e se mobilizar também. É o caso da Alemanha, onde associações industriais, grandes empresas e organizações não-governamentais tiveram um papel importante na difusão dos benefícios do BIM na cadeia industrial. Além disso, outro aspecto relevante são os canais de suporte e disseminação. Na maioria dos países foi observado o empenho na elaboração de conteúdos temáticos, como guias, normas, bibliotecas de objetos etc.

Austrália, Reino Unido e Suécia são exemplos de países que investiram em canais de comunicação e incentivo, como normas e bibliotecas nacionais de objetos BIM. Por sua vez, na América Latina, o Brasil e o Chile estão liderando este quesito, desenvolvendo bibliotecas nacionais e a normalização do uso do BIM. (SANTANA, 2020)

### 2.5.1 Estados Unidos

Com um histórico de atuação importante, os EUA chegaram a liderar a implementação do BIM no mundo. Então, em 2003, criaram um programa nacional, incentivando o uso BIM e, em 2006, passaram a exigir sua utilização na fase de projetos de novos edifícios públicos (PERES, 2021)

### 2.5.2 Singapura

Singapura é um ótimo exemplo de que um plano estruturado pode mudar a identidade de um país subdesenvolvido ou emergente em poucas décadas. Prova disso é que foi o primeiro país do mundo a implementar um sistema informatizado baseado em BIM para entrega de projetos. (SANTANA, 2020).

Por isso, gradualmente, Singapura passou a exigir o uso do BIM entre 2008 e 2015, quando a metodologia passou a ser cobrada em projetos com mais de 5 mil metros quadrados.

### 2.5.3 Reino Unido

O Reino Unido investiu na metodologia BIM e, em 2012, o país já estava na fase 1 (colaboração parcial) do nível de maturidade BIM. Então, em 2016, o país atingiu uma segunda fase (extenso trabalho colaborativo) de maturidade e o governo passou a exigir o uso da metodologia em toda obra pública. (SANTANA, 2020)

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

### 2.5.4 Chile

O Chile sai na frente entre os demais países sul-americanos na adoção do BIM. Visto que tem uma estratégia bem definida, o governo chileno estipulou que, a partir de 2020, todas as obras públicas devem ser elaboradas utilizando a metodologia. Desde 2011, porém, o país já exigia BIM para algumas obras públicas. (SANTANA, 2020).

### 2.5.5 Europa

Na Europa alguns países já adotaram o BIM como obrigatório para todos os projetos públicos exemplo desses países são a Dinamarca e Noruega,

Finlândia que desde 2007 tornou-se obrigatório e a partir de 2017 passa a ser para todas as instituições. A Suécia, França e Holanda também estão adotando políticas públicas desde 2012 para projetos de grande porte e para indústria da construção desde 2017. (SANTANA, 2020).

#### 2.5.6 Ásia

Hong Kong adotou o BIM desde 2006 para desenvolver seus projetos, a Coreia do Sul usa a política que para todos os projetos do setor público desde 2016, na China não temos política de incentivo ao uso do BIM. Emirados Árabes e Catar já utilizam políticas públicas para o uso para investimentos de arquitetura complexas. Exemplo do Catar os preparativos para a Copa do Mundo 2022. (SANTANA, 2020).

### 2.6 O BIM no Brasil

No Brasil, as empresas do setor de admissão imobiliária, encontramos o sistema de coordenação de empreendimentos ou programas direcionados para a contratação de variados modelos bidimensionais, sendo eles das mais diferentes especialidades: arquitetura, estrutura, hidráulica, elétrica, sanitária, paisagismo, interiores, luminotécnica e muitos outros projetos complementares, todos produzidos de forma individuais, sob a gestão de um coordenador (ADDOR et al, 2010).

Há anos, o BIM promete fornecer uma transformação radical no processo de produção da construção civil, e desde o ano 2000 vem ganhando cada vez mais notoriedade no Brasil, particularmente nos escritórios de arquitetura. Possivelmente por isso duas das revistas de grande influência nacional, que pertencem à Editora Pini, a AU (arquitetura e urbanismo) e a Técnica (engenharia civil), destinaram em 2011, edições para a avaliação desse novo modelo. (ROCHA, 2011).

Contudo, existia o pensamento de que por ser um produto tão revolucionário e tecnológico, o conceito de modelagem de informações para

construção estava longe de ser empregado no Brasil. Porém hoje, apesar das dificuldades de implantação, essa plataforma já começou a ser utilizada por diversos profissionais das áreas de orçamentos, arquitetura, estruturas, instalações prediais e de vedação (ROCHA, 2011).

Dentre as dificuldades iniciais relatadas por aqueles que já aderiram à plataforma BIM, estão o alto custo do treinamento de pessoal e dos computadores (que necessitam ter uma configuração mais robusta), além do preço dos programas. (MIRIAM ADDOR 2010)

Em relação ao preço desses softwares, o valor médio para o ArchiCAD está na faixa de preço R\$ 7.800,00, e o Bentley Architecture, Revit Architecture e Vectorworks, estão na faixa de preço de R\$ 13.300,00, R\$ 10.000,00 e R\$ 5.300,00, respectivamente, valores variam de mil a dez mil reais (ROSSO, 2011).

Mesmo com o alto custo de implantação, a utilização dessas plataformas prevê, em longo e médio prazo, a volta do investimento. Da mesma maneira ao que aconteceu nos Estados Unidos e na Europa, a carência de bibliotecas nacionais e de uma cultura de trabalho em equipe são as maiores adversidades existentes na atual fase da experiência brasileira. (MIRIAM ADDOR 2010)

Apesar de possuir um banco de dados centralizado, que facilita a intercomunicação de todos os profissionais envolvidos na execução do empreendimento, de início o BIM se estabeleceu mais fortemente no mercado brasileiro apenas no segmento de projetos de arquitetura e etapa inicial da modelagem da edificação (FARIA, 2007).

Nesse segmento do mercado, os projetos são entregues ao contratante (construtora ou incorporadora), e também são analisados do ponto de vista dos quantitativos e do planejamento de atividades em obra, sempre com base em desenhos 2D na tela ou impressos.

Assim sendo, nessa forma de trabalho que ainda é predominante, os documentos são independentes entre si, e, se houver alteração em uma planta, num corte ou fachada, é de responsabilidade do operador alterar a informação em todos os documentos intervenientes. (MIRIAM ADDOR 2010)

Ao gerar um cronograma, os responsáveis pelo planejamento devem levar em consideração uma enorme quantidade de informações relevantes para o

projeto, além de interpretar desenhos 2D e especificações, eles também devem lidar com questões de consuntibilidade, produtividade, recursos e alocação de equipamentos. Levando em conta as necessidades acima levantadas, os mesmos autores desenvolvem uma comparação entre as ferramentas tradicionais de planejamento e a de planejamento 4D em três esferas de aplicação, ou seja, ferramentas de visualização, de integração e de análise. (KOO; FICHER, 1998 apud RODRIGUES, 2012).

Essa comparação será apresentada de maneira geral na tabela abaixo. Na Quadro 2, podemos analisar a comparação das técnicas tradicionais de planejamento usando o BIM.

Quadro 2 - Comparação entre as técnicas tradicionais de planejamento e o planejamento usando fonte BIM

<b>COMPARAÇÃO ENTRE AS TÉCNICAS CONVENCIONAIS DE PLANEJAMENTO E O PLANEJAMENTO USANDO FERRAMENTAS BIM</b>			
		<b>CRONOGRAMAS EM TÉCNICAS TRADICIONAIS DE PLANEJAMENTO</b>	<b>CRONOGRAMAS EM FERRAMENTAS BIM (PLANEJAMENTO 4D)</b>
<b>FERRAMENTA DE VISUALIZAÇÃO</b>	Visualização e interpretação da sequência construtiva	Os usuários tem a visualização da sequência da construção mentalmente	Facilita interpretação: Visualização animada baseado no cronograma
	Antecipação de conflitos espaço-tempo	Difícil de detectar somente com cronograma	Identifica os potenciais conflitos
	Transmissão do impacto de alterações no cronograma	Difícil de detectar somente com cronograma	Mostra claramente os impactos
<b>FERRAMENTA DE INTEGRAÇÃO</b>	Formalização de informações de projeto e construção	Baseado num processo de produção fragmentada	Promove a integração; facilita o compartilhamento de informações
	Interação entre os participantes do projeto	Não promove a interação	Promove a interação
	Auxilia nas decisões de projeto (design)	Não fornece suporte	Promove as viabilidades no projeto (design back)
	Fornecer feedback para o projeto(design)	Fornecer feedback limitado	Incentiva feedback
<b>FERRAMENTA DE ANÁLISE</b>	Apoio ao custo e análise da produtividade	Não fornece suporte	Facilita a alocação
	Antecipação de situações de risco	Não fornece suporte	Facilita a alocação
	Alocação de recursos e equipamentos	Não fornece suporte	Facilita a alocação
	Administração nas correções de construtibilidade (simulações de execução)	Não fornece suporte	Permite a geração de cenários alternativos

Fonte: KOO e FISCHER (1998).

## 2.7 Atribuição do BIM no Brasil

Além de seus benefícios a utilização do BIM passa a ser obrigatória por lei. Em 2018 entrou em vigor o decreto nº 9.377 , que torna a plataforma BIM parte de uma estratégia nacional que visa incentivar o uso dessa tecnologia em âmbito nacional. E de acordo com o Decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020, a partir de janeiro de 2021, o BIM deverá ser utilizado na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal. Podemos ver melhor essas fases na figura 7.

Figura 7 - Fases de Implementação Obrigatória do BIM no Brasil Decreto nº 10.306/20



Fonte: Porto Bello Engenharia (2020)

Essa primeira fase aborda o desenvolvimento de projetos de arquitetura e engenharia, referentes a construções novas, ampliações ou reabilitações, nas áreas de estrutura, hidráulica, aquecimento, ventilação e ar condicionado e ainda na parte elétrica, na detecção de interferências, na extração de quantitativos e na geração de documentação gráfica (ARGUELHES 2020).

Em uma segunda fase, a partir de janeiro de 2024, o BIM deverá ser utilizado na execução direta ou indireta de projetos e na gestão de obras. E numa terceira fase, em janeiro de 2028, a tecnologia será obrigatória no gerenciamento e a manutenção do empreendimento após a sua construção, cujos projetos e obras tenham sido desenvolvidos ou executados com aplicação do BIM (ARGUELHES, 2020).

### 3 METODOLOGIA

Este trabalho terá como finalidade a realização de um estudo de caso com o objetivo de compreender a utilização do gerenciamento de obra utilizando a tecnologia BIM e como o mercado de obras se beneficia do uso dessa ferramenta.

#### 3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

A classificação da pesquisa quanto aos seus objetivos, se divide em três grandes grupos: exploratórias, descritivas e explicativas tendo em vista a que mais se aproximou será a exploratória, além de pesquisas bibliográficas, trabalhamos com a ferramenta Revit para compreender a tecnologia BIM.

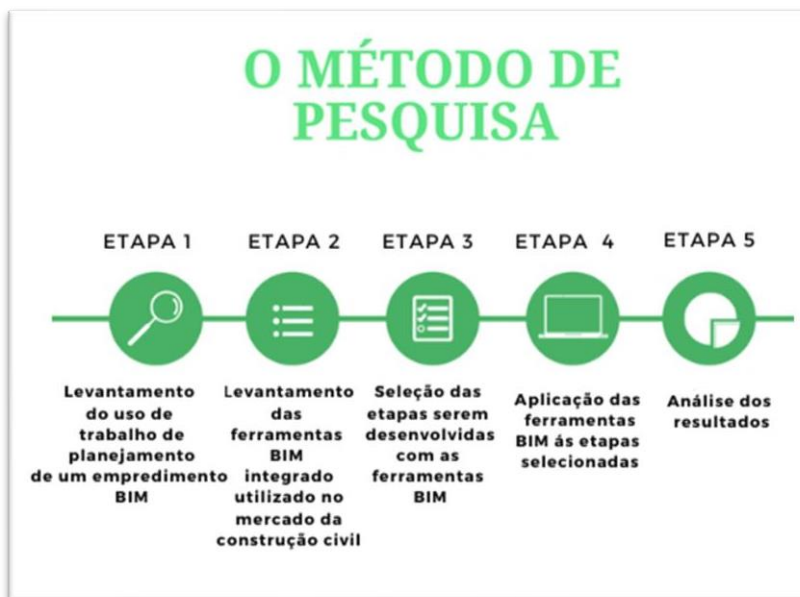
O assunto da pesquisa e os objetivos a serem alcançados fazem parte do conceito básico desse trabalho, exibir as características relacionadas aos sistemas BIM, suas ferramentas, importância e vantagens. Também, abordaremos sobre o processo de planejamento nas obras, fazendo o uso de ferramentas BIM.

#### 3.2 O MÉTODO DE PESQUISA

O método que será utilizado está dividido em etapas: levantamento do uso de trabalho do planejamento de um empreendimento BIM, levantamento das ferramentas BIM integrado utilizadas no mercado da construção civil, seleção das etapas a serem desenvolvidas com as ferramentas BIM, aplicação das ferramentas BIM às etapas selecionadas, e análise dos resultados. Essas etapas são detalhadas no Fluxograma, exposto na Figura 8 a seguir.



Figura 8 - Fluxograma do método utilizado para a pesquisa



Fonte: Autor (2021)

### 3.3 ESTUDO DE CASO

O estudo de caso será utilizado de acordo com o método proposto na pesquisa. Para tal, uma edificação, em processo de reforma e ampliação no município de Açailândia - MA foi escolhida para a obtenção dos dados. A residência está em um terreno 120 m<sup>2</sup>, e área construída de 45 m<sup>2</sup>, estando localizada na Rua 55, quadra 58, casa 28, no Bairro Jardim Aulídia, conforme pode ser observado no mapa apresentado na Figura 09, com fachada observada na Figura 11.

E através do software Revit, será desenvolvido o processo de planejamento e gestão da obra, aonde no mesmo será projetado e modelado para a obtenção dos dados quantitativos e resultados que serão usados na pesquisa

Figura 9 – Vista superior da residência



Fonte: Google Maps, adaptado pelo autor (2022).

Primeiramente foi realizada uma visita in loco, para tirar as medidas e informações da casa, como, condições da estrutura, queda d'água do telhado e nível do terreno. Também foi feita uma pesquisa com os vizinhos que já fizeram reformas, para saber um pouco sobre a estrutura e terreno da casa, podemos ver nas Figuras 10,11, e 12.

Figura 10 – Vista dos fundos da casa



Fonte: Autor (2021)

Figura 11 – Vista frontal



Fonte: Autor (2021)

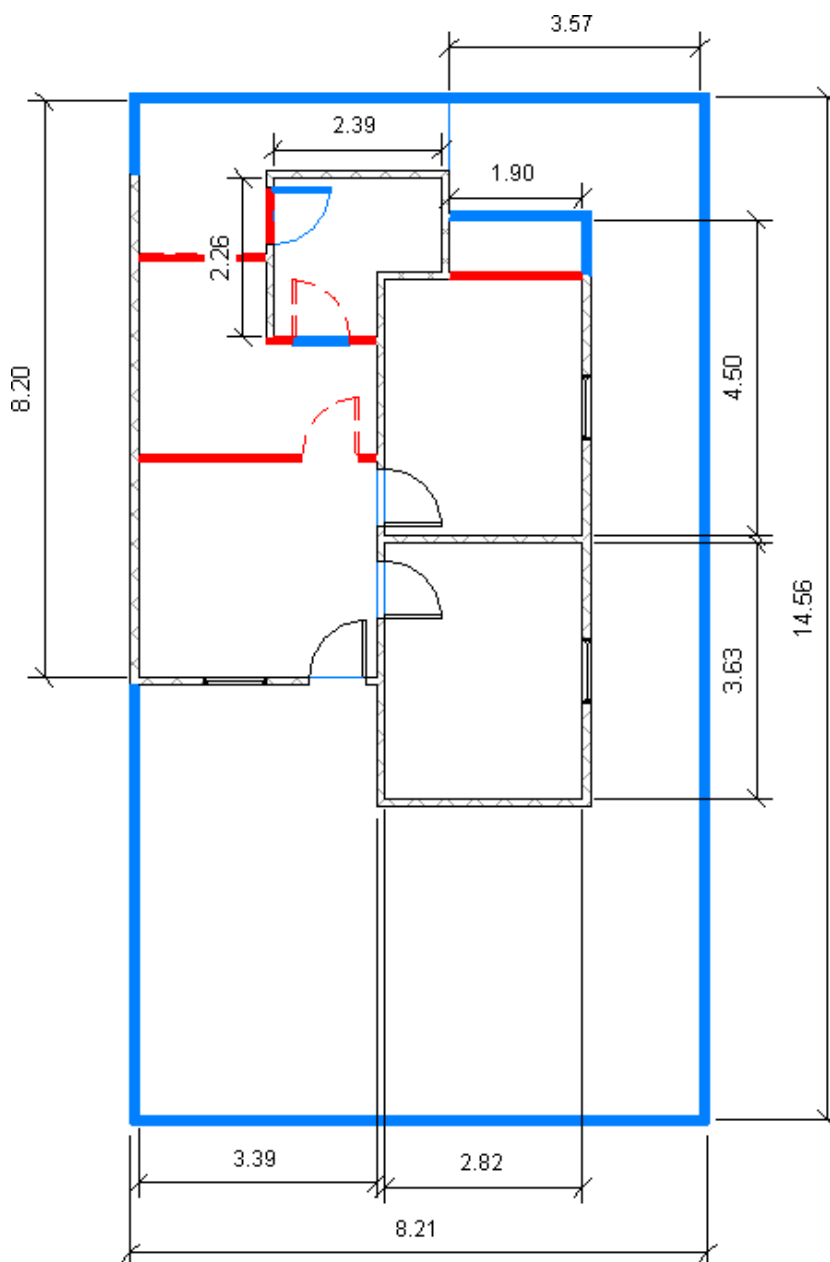
Figura 12 – Sala e entradas para os quartos



Fonte: Autor (2021)

Após visita e coleta de dados, realizou-se a elaboração da planta baixa da casa, para que a partir dela pudesse dar início ao projeto de reforma e ampliação. Com ideias de aumentar os ambientes, altura do telhado da casa para ajudar na circulação de ar, nisso também foi feito a alteração do telhado modificando seu ângulo de queda d'água e formato, trazendo o mesmo para um modelo de telhado embutido. Na figura 14 temos a planta baixa da casa antiga.

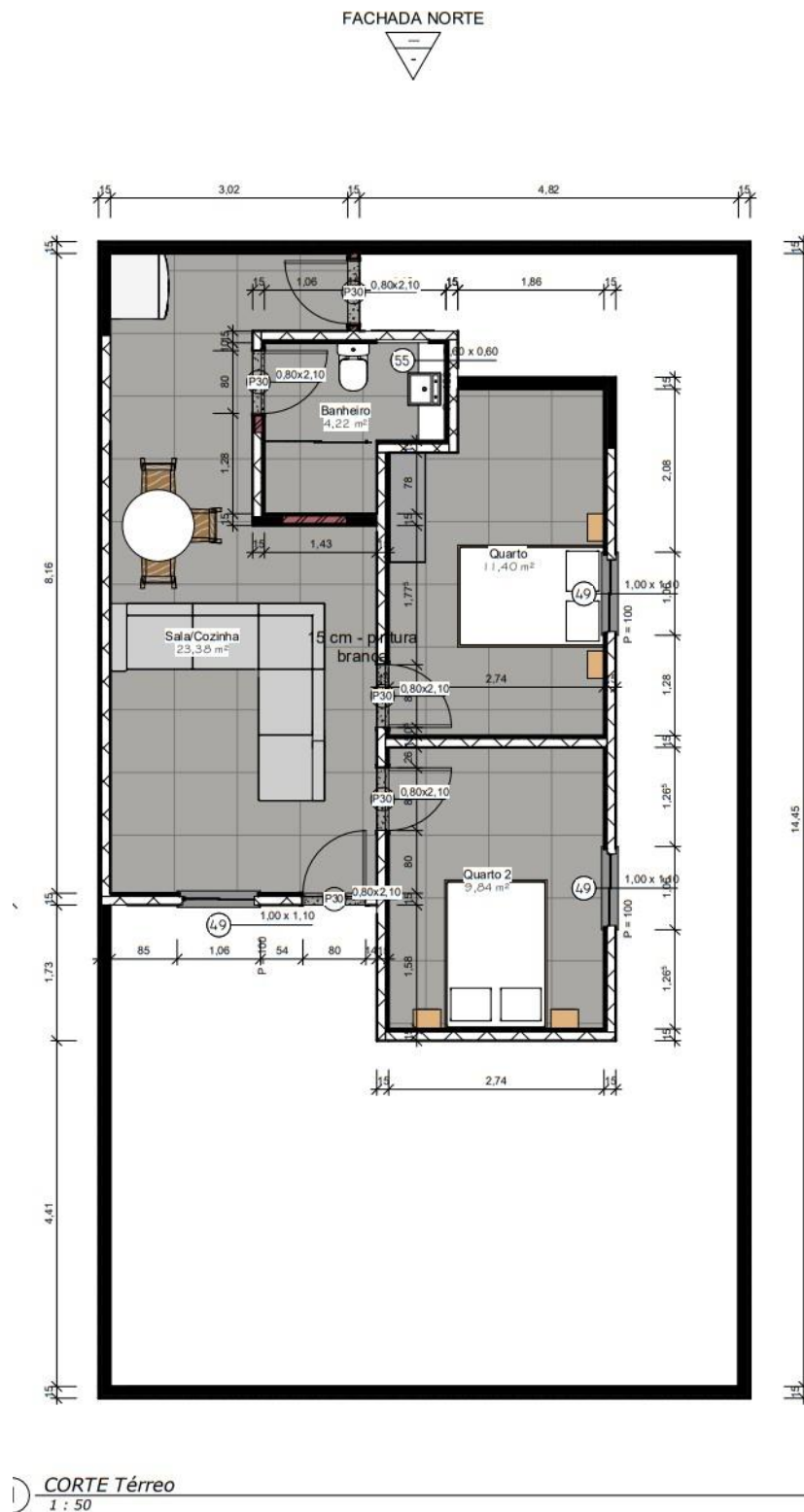
Figura 13 - Imagem Projeto Planta de reformar



Fonte: Autor (2021)

Logo após iniciou-se o projeto de reformar e ampliação da casa com ideias e sugestões tanto do projetista como da proprietária até chegarmos ao projeto executivo. Com modificação do quarto, modificação da sala com a cozinha aumentando mais espaço, alteração do local da porta do banheiro de lugar e construção do muro como da fachada da casa, conforme pode ser observado na Figura 14.

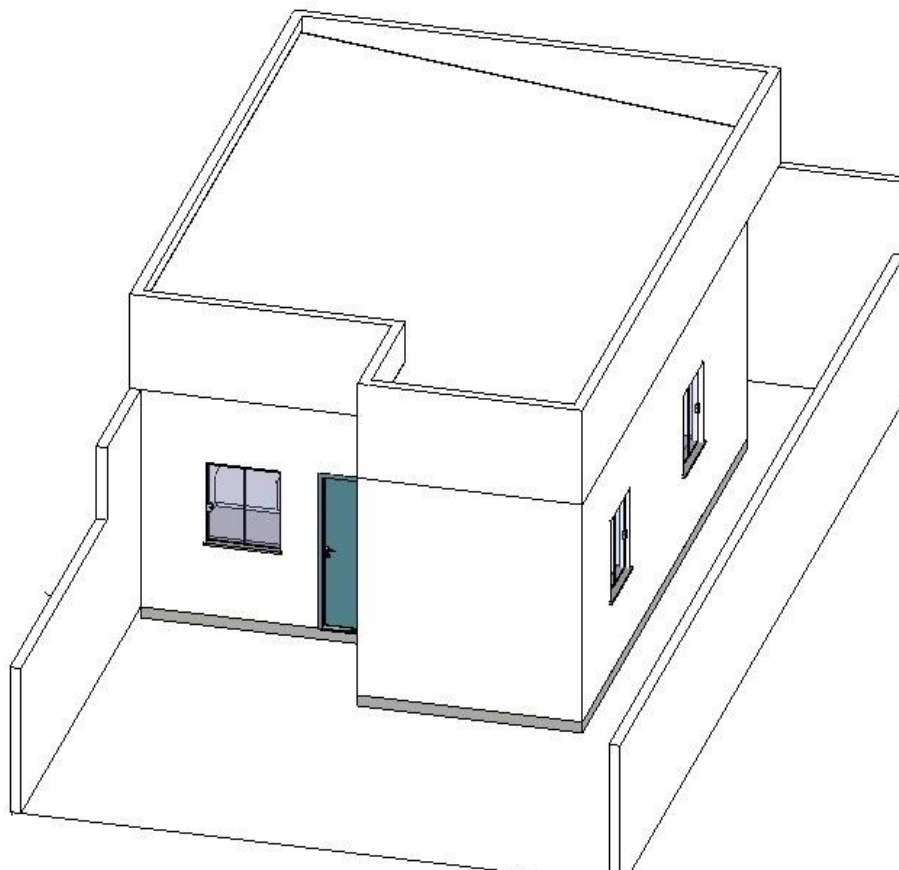
Figura 14 - Projeto Planta Final



Fonte: Autor (2021)

Depois da aprovação do projeto foi feito a modelagem do projeto no Revit como podemos ver na figura 15, para poder tirar os quantitativos de matérias para fazer a compra dos materiais. Modelagem pronta foi retirado os quadros de quantitativos e compra dos materiais.

Figura 15 – Modelagem Da casa no Revit



Fonte: Autor (2021)

Com os matérias já comprados foi se iniciado a reformar e ampliação, foi iniciado a viga baldrame do muro, conforme as Figuras 16,17,18 e 19.



Figura 16 – Baldrame



Fonte: Autor (2022)

Figura 17 – Levante Muro



Fonte: Autor (2022)

Figura 18 – Construção do Muro frontal



Fonte: Autor (2022)

Figura 19 – Construção muro finalizado



Fonte: Autor (2022)

Logo em seguida foi a retirada do forro e telhado, a parede que dividia a sala e cozinha foi retirada e foi trocado de local a porta do banheiro . Mudanças que podem ser vista na figura 20.



Figura 20 – Remoção do telhado



Fonte: Autor (2022)

Foi feito a colocação de colunas e vigas baldrames na casa para fazer a amarração, já que a estrutura não era de muita qualidade. E iniciamos o levante das paredes para fazer o telhado embutido. Podemos ver essa fase nas figuras 21,22 e 23.

Figura 21 – Construção da platibanda



Fonte: Autor (2022)

Figura 22 – Vigas para amarração da casa



Fonte: Autor (2022)

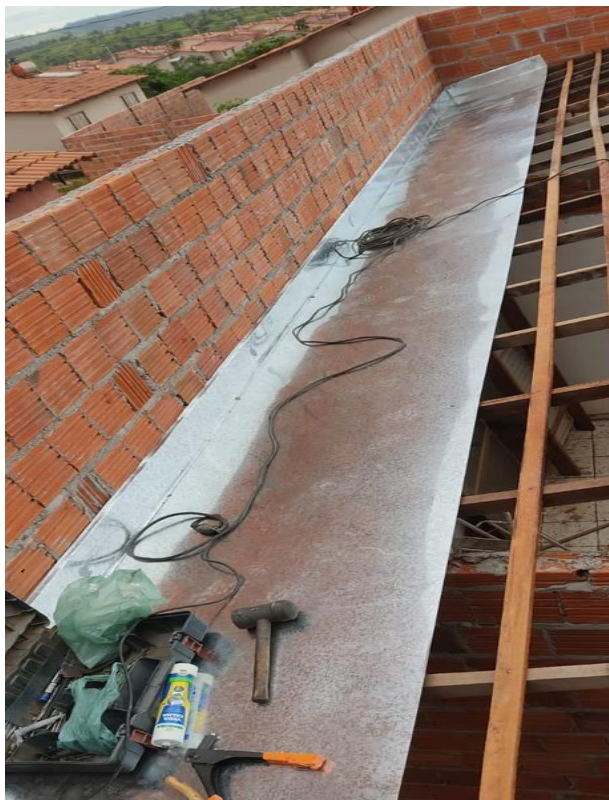
Figura 23 – Platibanda Finalizada



Fonte: Autor (2022)

Logo após foi iniciado a colocação do telhado com a manta térmica, calhas e rufos. Conforme as figuras 24 e 25.

Figura 24 – Instalação da calha



Fonte: Autor (2022).

Figura 25 – Instalação do telhado com manta térmica



Fonte: Autor (2022).

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do estudo realizado, foi possível analisar alguns pontos, um deles foi o comparativo do quantitativo da lista de materiais retirado do revit e os utilizados em *in loco* na obra.

Quadro 3 - Quantitativo Retirado do Revit

Quantitativo Materiais – Casa	
FMaterial	Quantitativo Retirado do Revit
Tijolos	2500 UN
Cimento	40 m <sup>2</sup>
Areia	12 m <sup>2</sup>
Pedra	6 m <sup>2</sup>
Cerâmica	60 metros <sup>2</sup>
Gesso	163 m <sup>2</sup>
Tinta	22 lts
Forro de Gesso	60 metros <sup>2</sup>

Fonte: Autor

Esse quadro foi gerado para saber os matérias utilizados na obra e fazer um comparativo com o quantitativo gerado pelo revit e com o utilizado na obra.

Quadro 4 - Quantitativo de materiais utilizados

Quantitativo Materiais - Casa	
Material	Material Utilizado na Obra
Tijolos	2750 UN
Cimento	45 m <sup>2</sup>
Areia	14 m <sup>2</sup>
Pedra	9 m <sup>2</sup>
Cerâmica	60 metros <sup>2</sup>
Gesso	163 m <sup>2</sup>
Tinta	22 lts
Forro de Gesso	60 metros <sup>2</sup>

Fonte: Autor

Pode-se observar que houve um aumento no uso do material in loco, que podem vir de vários fatores, um deles é o modo de execução que pode variar de acordo com o profissional, outros materiais são mais exatos que tendem a ter o seu uso mais exato como forro, piso.. Alguns materiais não chegaram a uso in loco tendo apenas a previsão do uso do material, pois a obra ainda está em andamento e não chegamos na etapa de utilização dos materiais.

A maior parte do material teve um aumento de 10% do previsto, classificando dentro de uma margem boa, também tem que levar em consideração que o programa não gera uma margem de desperdício que já é usual na vida de qualquer projetista, então podemos ter que esse aumento de 10% se encaixa na faixa do desperdício.

## 5 Conclusão

Esse trabalho abordou o uso de ferramentas BIM para o gerenciamento de obras na construção civil. O planejamento, dentro das várias dimensões atribuídas ao BIM, se enquadra no BIM 5D. Nessa dimensão o modelo 3D é decomposto em componentes do modelo que são organizados ou agrupados. As ferramentas de planejamento também são agrupadas e organizadas para juntar ao modelo 3D, formando assim o modelo 5D.

As etapas bem utilizadas podem contribuir para os engenheiros que trazem essa da nova tecnologia e uma nova forma de desenvolver seus projetos. As etapas propostas foram aplicadas a um estudo de caso real, uma reforma e ampliação. O software Revit foi usado para o gerenciamento 5D da obra.

Extração de Quantitativos Durante o processo de planejamento de obras, as quais são os materiais empregados e seus respectivos quantitativos, para então, juntamente com outras informações, preparar seu planejamento. Se o processo utilizado for BIM, o modelo contendo os elementos do projeto fornecerá um levantamento preciso de todos eles, uma vez que esses são representados por meio de componentes BIM.

Executou-se um método de pesquisa baseado em cinco etapas: (1) levantamento do planejamento BIM; (2) Levantamento das ferramentas BIM; (3) Seleção das atividades a serem desenvolvidas com as ferramentas BIM selecionadas; (4) Aplicação das ferramentas BIM às atividades selecionadas; e (5) Análise dos resultados.

Essas etapas podem contribuir aos profissionais que objetivam implantar a nova tecnologia, afim de desenvolver uma nova forma para a realizar e executar projetos. Dessa forma, conseguimos identificar as principais etapas e processos da plataforma BIM, voltados para a fase de planejamento e gestão de obras, assim, alcançamos o objetivo proposto nesta pesquisa.

A utilização da plataforma BIM para um cenário atual e futuro de mercado contribui para tornar o processo de desenvolvimento de edificações mais rápido e mais eficiente, desde seu planejamento até sua execução.

Com os resultados obtidos demonstraram que as ferramentas BIM possibilitam planejar e simular a construção dessa forma tomando como referência os parâmetros definidos. A principal contribuição do BIM está na obtenção de informações para a viabilidade econômica e para os custos de construção/manutenção/operação de uma edificação.

Finalmente, a aplicação das etapas permitiu analisar o estudo de caso. Observou-se que o modelo 3D deve ser construído em softwares já pensando nas várias etapas de construção, pois estes serão usados num ambiente virtual de construção. A modelagem 5D bem aplicada pode dar quantitativos bem próximos a da realidade, sabemos que alguns materiais dependem também do profissional que vai utilizar exemplo como cimento, areia e tijolos que podem variar. No entanto os números chegam muito perto, trazendo uma confiança para o uso de softwares do tipo.

## REFERÊNCIAS

ADDOR, M. R. A; et al. Colocando o "i" no BIM: Evolução do BIM. **Colocando o "i" no BIM**. Revista arqurb., p. 1/12, 4 out. 2010. Disponível em: <https://www.revistaarqurb.com.br/arqurb/article/view/207>. Acesso em: 10 out. 2021

AUTODESK. **PROJETE E CONSTRUA COM BIM: MODELAGEM DE INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO**. Autodesk. 2019. Disponível em: <https://www.autodesk.com.br/solutions/bim>. Acesso em: 13 set. 2021.

ARGUELHES, R. **Lei determina uso obrigatório do BIM em 2021: A tecnologia Building Information Modelling deverá ser utilizada no desenvolvimento de projetos de arquitetura e engenharia**, [s. l.], 24 ago. 2020. Disponível em: <https://inforchannel.com.br/2020/08/24/lei-determina-uso-obrigatorio-do-bim-em-2021/>. Acesso em: 11 nov. 2021.

BAIA, D. V. S. **Uso de ferramentas BIM para o planejamento de obras da construção civil**. 2015. 117 p. Dissertação de mestrado em estruturas e construção civil (grau de mestre em estruturas e construção civil). Faculdade de Tecnologia Universidade de Brasília, 2015. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/22996>. Acesso em: 10 nov. 2021.

BAUNGARTEN, C. **A GESTÃO DE PROJETOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL NOS ESTADOS UNIDOS: UM ESTUDO DE CASO**. Trabalho de Conclusão de Curso. Instituto Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ifsc.edu.br/bitstream/handle/123456789/1939/TCC%20Carolina%20Baungarten%20porto.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 10 set. 2021.

BIBLUS. **As dimensões do BIM: 3D, 4D, 5D, 6D, 7D. Um jeitinho intuitivo de descobrir quais são as dimensões do BIM e os dados da informação em um projeto baseado em BIM (BIM Based)**, [s. l.], 17 abr. 2018. Disponível em: <https://biblus.accasoftware.com/ptb/as-dimensoes-do-bim-3d-4d-5d-6d-7d/>. Acesso em: 12 nov. 2021.



CAPUTO, A. C; MELLO. H. P. **A industrialização brasileira nos anos de 1950: uma análise da instrução 113 da SUMOC**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ee/a/ZpgwjzqDRC9bT4YrFhfxcvC/?lang=pt>. Acesso em: 22 nov. 2021.

CAMPESTRINI, T. F; et al. **Entendendo BIM**. 1. ed. Curitiba: UFPR, 2015. Disponível em: [http://www.gpsustentavel.ufba.br/documentos/livro\\_entendendo\\_bim.pdf](http://www.gpsustentavel.ufba.br/documentos/livro_entendendo_bim.pdf). Acesso em 18 nov. 2021.

FRANCISCO, Tiago. **Entendendo BIM**. UFPR. Curitiba, 2015. Disponível em: [http://www.gpsustentavel.ufba.br/downloads/livro\\_entendendo\\_bim.pdf](http://www.gpsustentavel.ufba.br/downloads/livro_entendendo_bim.pdf). Acesso em: 13 set. 2021.

MATTERPORT. **3D scanning that fits your workflow**. 2021. Disponível em: [https://go.matterport.com/AEC\\_EN.html?utm\\_source=google&utm\\_medium=ppc&utm\\_campaign=PT\\_LATAM\\_BR\\_Testing&utm\\_content=541628762370&utm\\_term=modelo%20de%20bim&device=c&gclid=Cj0KCQiAhf2MBhDNARIsAKXU5GT2llomV35uTqAv1D-g9a4IBLHdnV5nUKjoBDf2Kd6bmBVRtGANRMcaAkZTEALw\\_wcB](https://go.matterport.com/AEC_EN.html?utm_source=google&utm_medium=ppc&utm_campaign=PT_LATAM_BR_Testing&utm_content=541628762370&utm_term=modelo%20de%20bim&device=c&gclid=Cj0KCQiAhf2MBhDNARIsAKXU5GT2llomV35uTqAv1D-g9a4IBLHdnV5nUKjoBDf2Kd6bmBVRtGANRMcaAkZTEALw_wcB). Acesso em: 12 nov. 2021.

MATTANA, L; LIBRELOTTO, L. I. CONTRIBUIÇÃO DO BIM PARA A SUSTENTABILIDADE ECONÔMICA DE EDIFICAÇÕES. **Mix Sustentável**, Santa Catarina, v. 3, n. 2, p. 135-147, abr./2022. Disponível em: <https://mixsustentavel.paginas.ufsc.br/files/2017/05/Mix-Sustent%C3%A1vel-6-Artigo-15.pdf>.

MENEZES, G. L. B. B. de. **Breve histórico de implantação da plataforma BIM**. DIACON-IFRN, ano 2011, v. 18, n. 22, ed. 21, 14 jun. 2011. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Gilda-Bakker-Batista-De-Menezes/publication/264992377\\_Breve\\_historico\\_de\\_implantacao\\_da\\_plataforma\\_BIM/links/53fb21720cf27c365cf072e7/Breve-historico-de-implantacao-da-plataforma-BIM.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Gilda-Bakker-Batista-De-Menezes/publication/264992377_Breve_historico_de_implantacao_da_plataforma_BIM/links/53fb21720cf27c365cf072e7/Breve-historico-de-implantacao-da-plataforma-BIM.pdf). Acesso em: 11 nov. 2021.

MIRANDA, R. D. Análise da tecnologia BIM no contexto da indústria da construção civil brasileira. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, Nucleo do Conhecimento, ano 04, v. 07, n. 05, p. 1-18, 14 abr. 2019. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Rian-Miranda/publication/334377692\\_Analise\\_da\\_tecnologia\\_Bim\\_no\\_contexto\\_da\\_industria\\_da\\_construcao\\_civil\\_brasileira/links/5d947e8592851c33e94e9c21/Analise-da-tecnologia-Bim-no-contexto-da-industria-da-construcao-civil-brasileira.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Rian-Miranda/publication/334377692_Analise_da_tecnologia_Bim_no_contexto_da_industria_da_construcao_civil_brasileira/links/5d947e8592851c33e94e9c21/Analise-da-tecnologia-Bim-no-contexto-da-industria-da-construcao-civil-brasileira.pdf). Acesso em: 9 out. 2021.

PASSOS, P. R. S. O USO DA PLATAFORMA BIM NA COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL. **Conceitos e características da plataforma BIM**, [s. l.], 30 jun. 2021.

PERES, M. **Inovação rumo à Engenharia 4.0: o papel do BIM nesta jornada**. 2021. Disponível em: [https://pt.linkedin.com/pulse/inova%C3%A7%C3%A3o-rumo-%C3%A0-engenharia-40-o-papel-do-bim-nesta-jornada-vetor-ag?trk=pulse-article\\_more-articles\\_related-content-cardc](https://pt.linkedin.com/pulse/inova%C3%A7%C3%A3o-rumo-%C3%A0-engenharia-40-o-papel-do-bim-nesta-jornada-vetor-ag?trk=pulse-article_more-articles_related-content-cardc). Acesso em: 29 jan. 2022.

SANTANA, L. **BIM no mundo: a revolução mundial da construção inteligente**. 2020. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/bim-no-mundo/>. Acesso em: 11 nov. 2021.

SILVA, C. P. **A plataforma BIM aplicada no planejamento de obras**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil e Ambiental) - Universidade de Brasília, Brasília, 2017. Disponível em: [https://bdm.unb.br/bitstream/10483/20466/1/2017\\_CarolinaDoPradoSilva\\_tcc.pdf](https://bdm.unb.br/bitstream/10483/20466/1/2017_CarolinaDoPradoSilva_tcc.pdf). Acesso em: 19 nov. 2021.

SUNO ARTIGOS. Top down: o que é e como funciona esse conceito. Disponível em: <https://www.suno.com.br/artigos/top-down/>. Acesso em: 26 mai. 2022.

GURU. **Como o Country kit Brasil pode ajudar?**. Disponível em: <https://cad.cursosguru.com.br/como-country-kit-brasil-pode-ajudar/>. Acesso em: 8 mai. 2022.

MAISENGENHARIA. **BIM: Tudo o que você precisa saber sobre esta metodologia**. Disponível em: <https://maisengenharia.altoqi.com.br/bim/tudo-o-que-voce-precisa-saber/>. Acesso em: 12 mai. 2022.

PAPODEENGENHEIRO. **Conheça as 7 dimensões do BIM e suas vantagens.** Disponível em: <https://www.orcafascio.com/papodeengenheiro/dimensoes-do-bim/>. Acesso em: 8 jun. 2022.

THORUSENGENHARIA. **Análise automatizada clash detection através de regras de verificação.** Disponível em: <https://thorusengenharia.com.br/clash-detection/>. Acesso em: 8 jun. 2022.