



**CENTRO UNIVERSITÁRIO CHRISTUS  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**MANOEL AVELINO BEZERRA BISNETO**

**ORÇAMENTAÇÃO TRADICIONAL VS. ORÇAMENTAÇÃO PELO BIM: UM  
ESTUDO DE CASO EM FLEXEIRAS - CE**

**FORTALEZA  
2021**

MANOEL AVELINO BEZERRA BISNETO

ORÇAMENTAÇÃO TRADICIONAL VS. ORÇAMENTAÇÃO PELO BIM: UM ESTUDO  
DE CASO EM FLEXEIRAS - CE

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

Orientador: Nelson de O. Quesado Filho,  
M.Sc.

FORTALEZA  
2021

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

B574o Bezerra Bisneto, Manoel Avelino.  
ORÇAMENTAÇÃO TRADICIONAL VS. ORÇAMENTAÇÃO  
PELO BIM: UM ESTUDO DE CASO EM FLEXEIRAS - CE /  
Manoel Avelino Bezerra Bisneto. - 2021.  
66 f. : il. color.

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

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

1. BIM. 2. Orçamento. 3. Construção Civil. I. Título.

CDD 624

MANOEL AVELINO BEZERRA BISNETO

ORÇAMENTAÇÃO TRADICIONAL VS. ORÇAMENTAÇÃO PELO BIM: UM ESTUDO  
DE CASO EM FLEXEIRAS - CE

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

Orientador: Nelson de O. Quesado Filho,  
M.Sc.

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

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. M.Sc. Nelson de O. Quesado Filho

Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS)

---

Prof. M.Sc. Tatiana Soares de Oliveira

Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS)

---

Prof. Esp. Luis Carlos Aguiar Lopes

Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS)

## **AGRADECIMENTOS**

Meus agradecimentos começam primeiramente agradecendo a Deus, pois graças a ELE tudo aconteceu da forma que era para acontecer, ele permitiu e deu forças para que todas as pessoas que contribuíram com minha formação pudessem contribuir da forma que contribuírem.

Agradecimento especial aos meus pais, que sem eles nada disso teria sido realidade, vou sempre se lembrar de todos os esforços e sacrifícios que foram feitos ao longo desses 5 anos.

A minha namorada que sempre me ajudou e me apoiou a fim de sempre contribuir para meu crescimento pessoal e profissional ao longo de todo o curso. Ela foi o alicerce necessário para que eu nunca desistisse dos meus sonhos.

Ao meu orientador que foi peça chave nesse trabalho, sempre dando as melhores dicas, disponível sempre que possível, e todo seu empenho para que o trabalho sempre melhorasse.

A banca, que ao longo desse 1 ano, agregou demais com todas as suas críticas, a fim de melhorar o trabalho.

E por último e não menos importante a todos os amigos que ao longo dessa caminhada da faculdade entraram ou até mesmo saíram da minha vida, todos vocês foram importantes e agregaram bastante para minha vida acadêmica.

## RESUMO

Tendo em vista o avanço do mercado da construção civil, o orçamento é uma das principais áreas estudadas antes de se iniciar uma obra, onde são informados todos os custos que o empreendimento apresenta. A partir disto se buscam novas alternativas para elaboração de orçamentos de forma a aumentar a sua precisão, melhorar a eficiência e reduzir erros humanos. O avanço tecnológico permite que a metodologia BIM – uma tecnologia de modelagem multidimensional amplamente utilizada no desenvolvimento de projetos na construção civil – ganhe cada vez mais espaço no mercado mundial. Esta metodologia trabalha em diversas dimensões, sendo o orçamento e quantitativos a sua 5ª dimensão, tendo como diferencial uma execução com maior grau de automação. Assim, o trabalho busca por meio de um estudo de caso, realizar uma comparação entre um orçamento feito da metodologia tradicional e outro feito pela metodologia BIM em um empreendimento de casas multifamiliar duplex localizados na região de Flecheiras-CE. Para elaboração do orçamento, executa-se a modelagem do projeto estudado no *software* Revit, após a conclusão, a extração quantitativos é executada em outro *software*, o navisworks, a partir deste levantamento aplicar a composição de custos utilizada no orçamento tradicional. Essa aplicação de custos tem como finalidade permitir uma comparação entre os dois levantamentos simulando a mesma realidade de custos do período de execução da obra. Após a elaboração do orçamento ambos são analisados e comparados, permitindo uma avaliação dentro dos parâmetros levantados. Isso permitiu concluir quais os impactos que a metodologia BIM pode trazer para um empreendimento no quesito orçamento, classificando o resultado das comparações em positivas ou negativas, e informando se o uso do BIM para orçamentos de obras é viável ou não. Analisando os resultados percebeu-se que o BIM é mais preciso, porém é uma metodologia onde responsável técnico precisa ser capacitado o suficiente para evitar que problemas de levantamento ocorram como aconteceu com o serviço de estrutura em concreto armado, mostrado no trabalho.

**Palavras-chaves:** Orçamento; Construção Civil; BIM.

## ABSTRACT

In view of the advancement of the civil construction market, the budget is one of the main areas studied before starting a work, where all the costs that the project presents are informed. From this, new alternatives for budgeting are sought in order to increase their accuracy, improve efficiency and reduce human errors. Technological advancement allows the BIM methodology - a multidimensional modeling technology widely used in the development of civil construction projects - to gain more and more space in the world market. This methodology works in several dimensions, the budget and quantitative being its 5th dimension, having as a differential an execution with a higher degree of automation. Thus, the work seeks, through a case study, to make a comparison between a budget made using the traditional methodology and another fetus using the BIM methodology in a multi-family duplex housing project located in the region of Flecheiras-CE. To prepare the budget, the modeling of the project studied is performed in the Revit software, after completion, quantitative extraction is performed in another software, navisworks, from this survey apply the cost composition used in the traditional budget. This application of costs aims to allow a comparison between the two surveys simulating the same reality of costs in the period of execution of the work. After preparing the budget, both are analyzed and compared, allowing an assessment within the parameters raised. This allowed us to conclude what impacts the BIM methodology can bring to a project in terms of budget, classifying the results of the comparisons as positive or negative, and informing whether the use of BIM for construction budgets is feasible or not. Analyzing the results, it was noticed that BIM is more accurate, but it is a methodology where the technician responsible needs to be trained enough to prevent lifting problems from occurring as happened with the reinforced concrete structure service, shown in the work.

**Keywords:** Budget; Civil Construction; BIM.

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1:</b> FASES DA GESTÃO DE OBRAS .....	15
<b>FIGURA 2:</b> FASES DO ORÇAMENTO .....	22
<b>FIGURA 3:</b> DIMENSÕES DE TRABALHO DA METODOLOGIA BIM.....	33
<b>FIGURA 4:</b> REPRESENTAÇÃO 3D NO REVIT .....	34
<b>FIGURA 5:</b> SIMULAÇÃO DO PLANEJAMENTO 4D NO SOFTWARE NAVISWORKS .....	35
<b>FIGURA 6:</b> BIM 5D NO SOFTWARE NAVISWORKS .....	36
<b>FIGURA 7:</b> FLUXOGRAMA DE ETAPAS DA PESQUISA .....	42
<b>FIGURA 8:</b> ORÇAMENTO ANALÍTICO DA OBRA ESTUDADA .....	43
<b>FIGURA 9:</b> ARQUITETÔNICO E ESTRUTURAL MODELADO NO REVIT .....	44
<b>FIGURA 10:</b> EXPORTAÇÃO DO REVIT PARA O NAVISWORKS.....	45
<b>FIGURA 11:</b> OPÇÃO QUANTIFICATION NO NAVISWORKS .....	45
<b>FIGURA 12:</b> INICIANDO CRIAÇÃO DO CATÁLOGO DE SERVIÇOS.....	46
<b>FIGURA 13:</b> ABAS DA OPÇÃO QUANTIFICATION.....	47
<b>FIGURA 14:</b> PACOTES DE SERVIÇOS LEVANTADOS NO NAVISWORKS .....	47
<b>FIGURA 15:</b> CONFIGURANDO SERVIÇOS .....	48
<b>FIGURA 16:</b> ATRIBUINDO ATIVIDADES AOS SERVIÇOS.....	48
<b>FIGURA 17:</b> FUNÇÃO DE EXPORTAR QUANTITATIVOS PARA O EXCEL .....	49
<b>FIGURA 18:</b> EXEMPLO DE DETALHES MODELADOS NO REVIT .....	51
<b>FIGURA 19:</b> EXEMPLO DAS FUNDAÇÕES E PILARES .....	52
<b>FIGURA 20:</b> LAJE VOLTERRANA .....	55
<b>FIGURA 21:</b> ORÇAMENTOS .....	60
<b>FIGURA 22:</b> DIFERENÇA PERCENTUAL DOS ORÇAMENTOS.....	62



## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 1:</b> RELATÓRIO 5: JANEIRO - COMPOSIÇÃO CUB/M <sup>2</sup> (VALORES EM R\$/M <sup>2</sup> ) .....	17
<b>TABELA 2:</b> PERCENTUAIS DE GASTOS DAS ETAPAS CONSTRUTIVAS DA OBRA .....	19
<b>TABELA 3:</b> MODELO DE ORÇAMENTO ANALÍTICO, COM EXEMPLO DE ALGUNS SERVIÇOS. ....	21
<b>TABELA 4:</b> EXEMPLO DOS TIPOS DE ENCARGOS SOCIAIS BÁSICO. ....	23
<b>TABELA 5:</b> EXEMPLO DOS TIPOS DE ENCARGOS INCIDENTES E REINCIDENTES .....	24
<b>TABELA 6:</b> EXEMPLO DOS TIPOS DE ENCARGOS COMPLEMENTARES BASEADOS EM CUSTOS DE VIAGENS DA CIDADE DE SÃO PAULO 2009. ....	25
<b>TABELA 7:</b> TABELA BASE PARA ANALISE .....	53
<b>TABELA 8:</b> QUANTITATIVO E PREÇO DO SERVIÇO DE FUNDAÇÕES .....	54
<b>TABELA 9:</b> QUANTITATIVO E PREÇO DO SERVIÇO DE ESTRUTURA EM CONCRETO ARMADO .....	55
<b>TABELA 10:</b> QUANTITATIVO E PREÇO DO SERVIÇO DE ALVENARIAS .....	56
<b>TABELA 11:</b> QUANTITATIVO E PREÇO DO SERVIÇO DE REVESTIMENTO INTERNO .....	56
<b>TABELA 12:</b> QUANTITATIVO E PREÇO DO SERVIÇO DE REVESTIMENTO EXTERNO .....	57
<b>TABELA 13:</b> QUANTITATIVO E PREÇO DO SERVIÇO DE PAVIMENTAÇÃO .....	58
<b>TABELA 14:</b> QUANTITATIVO E PREÇO DO SERVIÇO DE IMPERMEABILIZAÇÃO .....	58
<b>TABELA 15:</b> QUANTITATIVO E PREÇO DO SERVIÇO FORRO DE GESSO .....	59
<b>TABELA 16:</b> QUANTITATIVO E PREÇO DO SERVIÇO DE PINTURA .....	59
<b>TABELA 17:</b> RESULTADO DO COMPARATIVO .....	62

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
<b>2. ORÇAMENTO</b> .....	<b>14</b>
<b>2.1. TIPOS DE ORÇAMENTOS</b> .....	<b>16</b>
<b>2.2. ATRIBUTOS DE ORÇAMENTO ANALÍTICO</b> .....	<b>21</b>
2.2.1. <i>CUSTOS DIRETOS</i> .....	22
2.2.2. <i>CUSTOS INDIRETOS</i> .....	26
2.2.3. <i>BDI</i> .....	27
<b>3. BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)</b> .....	<b>31</b>
<b>3.1. DIMENSÕES DO BIM</b> .....	<b>34</b>
<b>3.2. BENEFÍCIOS DA IMPLANTAÇÃO DO BIM</b> .....	<b>36</b>
<b>3.3. BARREIRAS NA IMPLANTAÇÃO DO BIM</b> .....	<b>38</b>
<b>4. METODOLOGIA</b> .....	<b>41</b>
<b>4.1. ETAPAS DA PESQUISA</b> .....	<b>42</b>
4.1.1. <i>OBTENÇÃO DO ORÇAMENTO TRADICIONAL</i> .....	42
4.1.2. <i>MODELAGEM NO REVIT</i> .....	44
4.1.3. <i>EXPORTAÇÃO DO PROJETO NO REVIT PARA O NAVISWORKS</i> .....	44
4.1.4. <i>EXTRAÇÃO DE QUANTITATIVOS NO NAVISWORKS</i> .....	45
4.1.5. <i>APLICAÇÃO DA COMPOSIÇÃO DE CUSTOS</i> .....	48
4.1.6. <i>ANÁLISE COMPARATIVA DOS ORÇAMENTOS</i> .....	49
<b>4.2. ENTREVISTA</b> .....	<b>50</b>
<b>5. RESULTADOS PARCIAIS</b> .....	<b>50</b>
<b>5.1. ANÁLISE COMPARATIVA DOS RESULTADOS</b> .....	<b>53</b>
<b>6. CONCLUSÃO</b> .....	<b>63</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O mercado da construção civil vem se tornando cada vez mais concorrido. Uma qualidade que pode destacar uma empresa é o controle do planejamento dentro das obras, pois consegue reduzir os custos de uma obra e facilitar a entrega dentro do prazo. Tem-se como ideal empresas que montam equipes responsáveis e qualificadas para controle de custos e melhoraria da eficiência do investimento no projeto de uma construção civil (LIANG, 2019).

O orçamento é uma das principais áreas de trabalho quando mencionamos o ramo da construção civil. É por meio dele que se consegue identificar, descrever, quantificar e qualificar uma série de insumos e serviços. Para tanto, exige-se um profissional com conhecimento técnico para tornar o orçamento eficiente e evitar possíveis prejuízos e atrasos nas obras. O orçamento é, basicamente, a soma de custos diretos, indiretos, tributos e lucro, tendo como produto o custo total do empreendimento (MATTOS, 2006).

O levantamento dos custos na construção civil exige que a empresa tenha em posse muitas informações, por exemplo, os mais variados tipos de projetos, para, assim, poder quantificar todos os serviços e insumos que serão consumidos na obra. Sabendo disso, o avanço tecnológico, junto a necessidade de um sistema mais eficiente de estimativa de custo, favoreceu a procura por outros métodos que se sobreponham em relação ao método tradicional utilizado. A partir disso, surgiu a busca de métodos para execução de cálculos rápidos e fáceis, que apresentem exatidão e detalhamento para os projetos da construção civil. (AL-MASHTA, 2010)

O projeto, ao chegar no orçamentista incompleto e com deficiência em detalhes, resulta em uma análise com o levantamento de quantitativos incorretos, devido à falta de informação, afetando o custo final de em orçamento. Portanto, percebe-se a importância de se possuir todos os projetos, com as especificações detalhadas, facilitando a realização de um bom trabalho de orçamentação. Logo, a precisão do orçamento, depende diretamente da qualidade dos documentos recebidos para a execução do empreendimento, podendo evitar atrasos ao longo da construção e impedindo possíveis adições no custo (SILVA, 2009).

Para Silva (2009), é importante seguir um cronograma de atividades, para que o projeto não se atrase e, em consequência, os custos fixos mensais não venham a trazer prejuízos. Entretanto, percebe-se a importância de detalhes completos para a elaboração de um orçamento, reduzindo a probabilidade de erros nos custos.

Esses projetos são representados por meio de desenhos técnicos padronizados, produzidos em um *software* conhecidos no mercado com a nomenclatura usual de *Computer Aided Design (CAD)*, em português, projeto assistido por Computador. Esse *software* simula os desenhos técnicos feitos no papel, aplicando ferramentas computacionais para aumentar a produtividade desta atividade. Nele há uma dificuldade na representação dos detalhes, principalmente os de estrutura e instalação, por parte dos engenheiros projetistas, além da limitação de trabalho em duas dimensões apresentando um grau inferior de detalhe. Por outro lado, tem-se uma metodologia que vem sendo considerada a evolução do CAD: o *Building Information Modeling (BIM)* (FREITAS, 2014).

Esta metodologia tem como destaque duas vantagens: primeiro, a capacidade de mais de um profissional trabalhar no mesmo projeto, de forma unificada; em segundo, capacidade de trabalhar em dimensões variadas, além das 2 dimensões usadas no CAD. Sabendo disso, é reconhecido que o programa aumenta o grau de detalhamento, permite alteração e a compatibilização mais automática, junto com a mudança no desenho do projeto (FREITAS, 2014).

Ademais, o BIM permite que os projetos tenham parametrização, podendo contemplar informações interdisciplinares, como a atribuição de custos, produtividade e rendimento de insumos, auxiliando os engenheiros projetistas e melhorando os resultados dos projetos (DE PAULA SILVA *et al*, 2019).

Visto isso, a metodologia busca evitar o déficit de informações ao longo da vida útil de um projeto, além de facilitar a revisão e detecção de erros nos projetos, automatizando os processos e permitindo um acompanhamento feito pelo próprio programa, propiciando a participação e acompanhamento de todos os setores contemplados (FREITAS, 2014).

A metodologia BIM pode ser utilizada nos mais variados ramos industriais, dentre eles a construção civil. Ela permite o planejamento e a modelagem de todos os projetos demandados em uma obra, sendo capaz de representar todo o seu ciclo de vida útil. O uso do BIM vem se tornando cada vez mais comum devido o avanço tecnológico das máquinas, fazendo com que sua capacidade de processamento evolua e sua aquisição esteja mais acessível. A metodologia é capaz de compatibilizar todos os projetos de um empreendimento, permitindo a materialização de edificações e instalações, tornando o sistema muito mais eficaz para análises e planejamentos (CBIC, 2016).

Em comparação feita entre alguns serviços, o modelo BIM gera resultado similar ou de maior confiabilidade que o método tradicional de orçamento, pois leva em consideração detalhes construtivo, por exemplo. Isso simplifica o cálculo de quantitativo, chegando à

conclusão de que o BIM tem um elevado grau de confiabilidade, eliminando a ocorrência de erros comuns em quantitativos. A partir disso, os orçamentos obtêm valores mais precisos e com maior facilidade, pois o programa é capaz de extrair automaticamente os dados, considerando a premissa de que quanto mais detalhado for o banco de dados do *software* utilizado, maior o grau de precisão do orçamento (COSTA, 2014).

O BIM se destaca em relação ao CAD, *software* tradicionalmente usado no mercado, pois a metodologia é capaz de fazer um quantitativo com um elevado grau de exatidão e sincronização de informações presentes nos projetos. Além disso, torna possível a prática de um planejamento completo da obra dentro de *softwares* que usem a metodologia como base, organizando todo o processo construtivo de uma obra. Ademais, ele é capaz de apresentar um banco de dados com todas as informações do projeto, permitindo a extração de quantitativos automaticamente (ANDRADE, 2012).

Apesar dos benefícios comentados, a implantação do BIM apresenta barreiras para as empresas no Brasil, devido à dificuldade de comunicação e experiência com a metodologia, por parte dos agentes envolvidos no empreendimento. Nota-se que os projetos são feitos por indivíduos despreparados, trazendo problemas de concordância no projeto entre orçamentista e projetista. Sabendo que podemos destacar a parte da modelagem como causador do problema citado, os projetos que não apresentarem informação e codificação semelhante à de orçamento impedem a geração automática do mesmo pelo *software* utilizado (TASSARA, 2019).

A partir das informações apresentadas nota-se a importância que a orçamentação tem para a construção civil. A partir disso foi desenvolvida uma pergunta com o intuito de ser respondida ao longo desta pesquisa: Quais os impactos no processo de orçamentação com o uso do BIM?

O objetivo geral do trabalho é analisar o impacto do uso do BIM na orçamentação de uma edificação unifamiliar duplex em Flecheiras-CE se comparado ao método tradicional de orçamentação.

Os objetivos específicos foram levantados a partir do objetivo geral visando alcançar respostas para o trabalho, sendo eles:

1. Levantar os serviços que serão utilizados para a elaboração do orçamento em BIM, no projeto trabalhado;
2. Elaborar o orçamento por meio do BIM, contemplando as atividades levantadas anteriormente e atribuir a composição de custos utilizada no orçamento tradicional;

3. Analisar comparativamente os custos do orçamento tradicional com o projetado e aquele realizado pelo BIM, para levantamento dos impactos da metodologia no processo de orçamentação, analisando também, parâmetros como tempo de elaboração e precisão;
4. Apresentar os impactos no uso do BIM para o processo de orçamentação de obras, demonstrando os dados comparativos levantados, apontando ganhos ou perdas com a metodologia.

Visando isto, o trabalho será dividido em 5 partes, sendo a primeira delas a Introdução onde coloca-se a contextualização do assunto abordado, o problema de pesquisa e a pergunta chave que move o trabalho.

Na segunda parte tem o Referencial Teórico, responsável por abordar o assunto do trabalho mais detalhadamente, mostrando estudos que referenciam o problema que o trabalho busca responder. No caso do presente trabalho, falar sobre orçamento e da metodologia BIM.

Em terceiro vem à metodologia, onde se apresentam mecanismos utilizados para execução do trabalho. Mecanismos esses que permitiram a realização da comparação entre o orçamento tradicional e o orçamento feito a partir da metodologia BIM.

Em quarto os resultados, onde serão utilizados os mecanismos citados anteriormente. A partir disso serão demonstrados os resultados obtidos, e levantado pontos positivos e negativos que foram obtidos a partir de todo o trabalho até aqui.

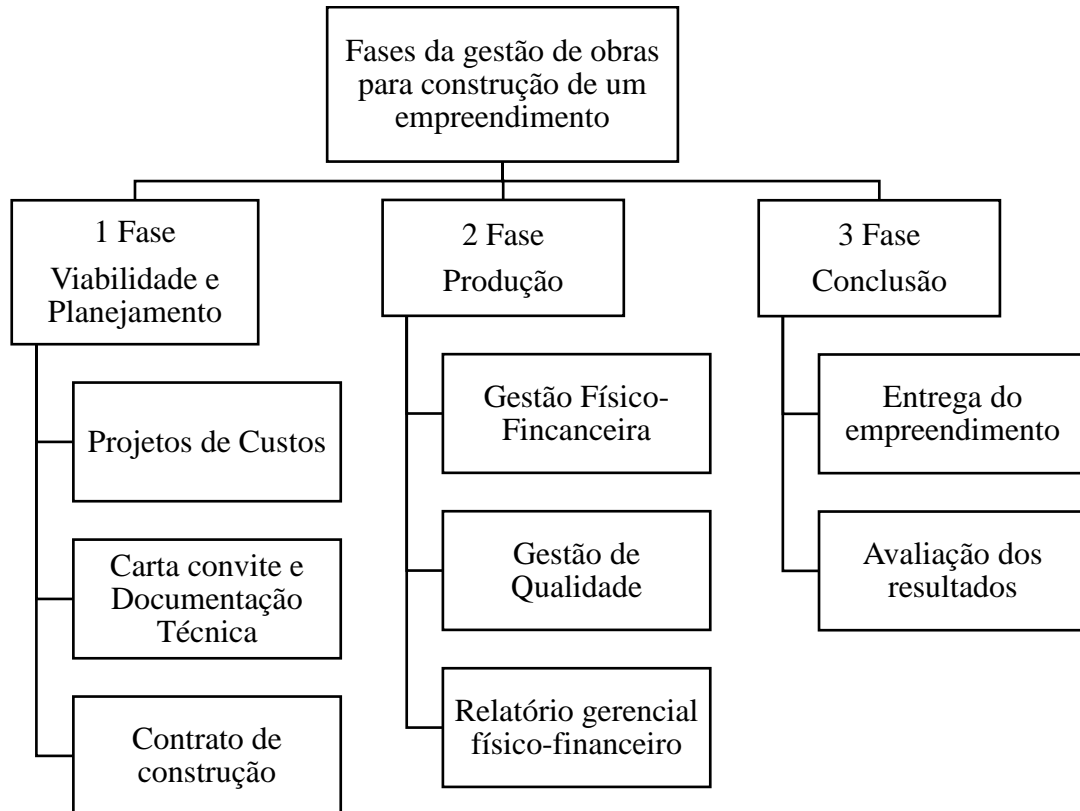
E por ultimo na quinta parte, a conclusão, que conterà uma análise conclusiva da pesquisa, informando o que foi possível perceber com o término do trabalho. Ficarà aqui a resposta para a questão problema, feita na introdução, dizendo se os resultados levantados foram favoráveis ou não para a questão da pesquisa.

## **2. ORÇAMENTO**

Ao se falar em gestão de obras na construção civil, às fases de planejamento que compõem um empreendimento. Essas fases são divididas em 3, sendo a primeira um projeto

de viabilidade e planejamento, a segunda produção e a terceira a conclusão do serviço. Estas fases estão representadas na figura 1, com subtópicos explicando como é executado cada uma das fases (GOLDMAN, 1997).

**Figura 1:** Fases da gestão de obras



**Fonte:** Adaptado de: Goldman, 1997

Sabendo disso, no referencial teórico explana-se sobre a primeira fase da obra, no setor de orçamentação, mostrando os dois modelos que serão estudados e comparados, o tradicional e o feito com a metodologia BIM. Logo, apresenta toda uma contextualização dos dois modelos de elaboração de orçamentação, para ficar bem claro com o decorrer do trabalho.

O orçamento é visto de forma geral pelo mercado da construção civil como uma estimativa de custos da obra e, para executá-lo, é necessário que seja feita a soma de todos os gastos de execução. Sabendo disso, a inclusão de uma margem de lucro também é imposta para enfim chegar ao preço do empreendimento (GONZÁLEZ, 2008). O preço de venda é o valor pelo qual se planeja negociar a comercialização de determinado empreendimento. O cálculo para chegar ao preço de venda é feito da seguinte forma.

$$\text{CUSTO} + \text{LUCRO} + \text{IMPOSTO} = \text{PREÇO DE VENDA} \quad (1)$$

O mercado é composto por diversas empresas, logo a concorrência por serviços é ampla, e cabe as empresas tornarem-se competitivas, principalmente em relação aos preços.

Visto essa concorrência, empresas precisam gerenciar seus custos para manter os empreendimentos lucrativos e viabilizar a oferta de preços competitivos ao mercado (GONZÁLEZ, 2008). O lucro é a margem que remunera o construtor com a construção do negócio. O cálculo para obtenção do lucro a partir do que foi falado acima é a seguinte.

$$\text{PREÇO DE VENDA} - \text{CUSTO} - \text{IMPOSTO} = \text{LUCRO} \quad (2)$$

Vale ressaltar que o orçamento deve ser feito sempre antes do início da obra, para estudo de viabilidade econômica, planejamento e controle do empreendimento (GONZÁLEZ, 2008).

## **2.1. Tipos de Orçamentos**

Segundo Mattos (2006), todo projeto vai nortear um orçamento, seja ele básico ou executivo. Pode ser classificado em três graus de detalhamento diferentes de orçamento.

O primeiro grau de detalhamento é a estimativa de custo, no qual, é gerado um orçamento inicial que avalia os custos a partir da comparação entre projetos semelhantes e preços do histórico de compra da empresa, apresentando um grau inferior de detalhes. Portanto, sabe-se que ele é usado para dar uma base ao custo inicial do empreendimento. Esse orçamento varia entre empresas, pois geralmente cada uma tem seus próprios indicadores de avaliação para a geração desse tipo de orçamento. Tendo essas unidades como base, vale ressaltar os mais utilizados que são: o metro cúbico, Hectare, megawatt, quilometro etc. Deve-se atentar que não é por que você fez um orçamento de estimativa de custo, que não é necessária a confecção do orçamento e analítico (MATTOS, 2006).

Para padronizar os cálculos em todas as regiões do Brasil levando em consideração características regionais, a ponderação dos custos unitários, orçamento e execução global de obra, é executado a partir do Custo Unitário Básico da construção civil (CUB). Além disso, é obrigatório que este cálculo seja executado e divulgado mensalmente. O indicador mais utilizado é a relação de CUB por metro quadrado (m<sup>2</sup>) e é elaborado de



acordo com o padrão do empreendimento, ou seja, padrão baixo, normal ou alto. Os três padrões existentes no mercado representados na tabela acima, possuem seus próprios coeficientes de cálculo de acordo com a região de estudo, normatizados na NBR 12.721 (MATTOS, 2006). A tabela 1 demonstra como é publicado um trecho do relatório mensal das composições de CUB/m<sup>2</sup> de Fortaleza - CE:

**Tabela 1:** Relatório 5: janeiro - Composição CUB/m<sup>2</sup> (Valores em R\$/m<sup>2</sup>)

<b>Projetos Padrão Residêncial Baixo</b>				
<b>ITEM</b>	<b>R1 - B</b>	<b>PP - 4 - B</b>	<b>R8 - B</b>	<b>PIS</b>
Matérial	R\$ 522,45	R\$ 556,27	R\$ 533,80	R\$ 375,44
Mão de Obra	R\$ 661,82	R\$ 555,70	R\$ 522,52	R\$ 450,94
Despesas Administrativas	R\$ 51,36	R\$ 13,66	R\$ 12,29	R\$ 12,74
Equipamento	R\$ 2,22	R\$ 2,15	R\$ 2,25	R\$ 1,12
<b>Total</b>	<b>R\$ 1.237,85</b>	<b>R\$ 1.127,78</b>	<b>R\$ 1.070,86</b>	<b>R\$ 840,24</b>
<b>Projetos Padrão Residêncial Normal</b>				
<b>ITEM</b>	<b>R1 - N</b>	<b>PP - 4 - N</b>	<b>R8 - N</b>	<b>R16 - N</b>
Matérial	R\$ 546,68	R\$ 527,92	R\$ 470,10	R\$ 462,51
Mão de Obra	R\$ 910,91	R\$ 805,68	R\$ 723,72	R\$ 695,92
Despesas Administrativas	R\$ 48,23	R\$ 57,93	R\$ 26,68	R\$ 22,08
Equipamento	R\$ 0,16	R\$ 0,03	R\$ 3,02	R\$ 2,88
<b>Total</b>	<b>R\$ 1.505,98</b>	<b>R\$ 1.391,56</b>	<b>R\$ 1.223,52</b>	<b>R\$ 1.183,39</b>
<b>Projetos Padrão Residêncial Alto</b>				
<b>ITEM</b>	<b>R1 - A</b>	<b>R8 - A</b>	<b>R16 - A</b>	
Matérial	R\$ 805,87	R\$ 678,84	R\$ 646,46	
Mão de Obra	R\$ 988,37	R\$ 765,37	R\$ 859,78	
Despesas Administrativas	R\$ 45,59	R\$ 31,46	R\$ 27,29	
Equipamento	R\$ 0,19	R\$ 2,85	R\$ 4,32	
<b>Total</b>	<b>R\$ 1.840,02</b>	<b>R\$ 1.478,52</b>	<b>R\$ 1.537,85</b>	

**Fonte:** Adaptado de Sinduscon – CE, 2020

O segundo grau de detalhamento é o orçamento preliminar, pouco mais detalhado que a estimativa de custo. O orçamento preliminar estima o levantamento de preços para determinados serviços, englobando uma quantidade maior de indicadores e gerando um pacote menor de serviços a serem avaliados facilitando o levantamento de preço. O orçamento preliminar, da mesma forma que o orçamento de estimativa de custo, pode se basear em obras similares para a execução do orçamento, pois mesmo as construções apresentando diferenças arquitetônicas os indicadores não distinguem tanto de um para o outro (MATTOS, 2006).

A superestrutura, por exemplo, possui relevante contribuição no orçamento de uma obra, custando até 35% do valor total do empreendimento. A seguir apresenta-se o processo de orçamentação de alguns itens da superestrutura (MATTOS, 2006).

- Volume de Concreto: Este item refere-se a um dos principais materiais consumidos no sistema de estrutura, estrutura reticulada em concreto armado, por exemplo. Para este cálculo, é levantada no projeto a área construída. Esta área deve ser multiplicada pela espessura da laje, chegando, assim, ao volume de concreto. Este cálculo tem como indicador a espessura média e está dividido em duas situações, sendo a primeira para estruturas abaixo de 10 pavimentos, utilizando espessura entre 12 e 16 cm, já a outra situação é para estruturas acima de 10 pavimentos com as espessuras entre 16 e 20 cm (MATTOS, 2006).

$\text{Volume de Concreto} = \text{Área Construída} \times \text{Espessura Média}$	(3)
--	-----

Em superestruturas - correspondente a colunas, vigas, fundações e lajes - o cálculo do volume de concreto utiliza uma espessura média não levando em consideração outros locais que levam concreto.

- Peso de Armação: Este item refere-se a um material que normalmente é consumido no sistema de estrutura, junto ao concreto, para formar o concreto armado, citado como exemplo anteriormente. Para este cálculo é levado em conta o cálculo do volume de concreto. Este volume deve ser multiplicado pela taxa de aço, chegando, assim, ao peso de armação. O indicador deste serviço é a taxa de aço em função do volume de concreto, e está dividida em duas situações, sendo a primeira para estruturas abaixo de 10 pavimentos, considerando de 83 a 88 kg por m<sup>3</sup> de concreto, e para estruturas acima de 10 pavimentos, considerando de 88 a 100 kg por m<sup>3</sup> de concreto (MATTOS, 2006).

$\text{Peso de Armação} = \text{Volume de Concreto} \times \text{Taxa de Aço}$	(4)
--	-----

- Área de forma: Este item refere-se a um material que normalmente é consumido no sistema para a criação de forma da estrutura – vigas, pilares, lajes, fundações, por exemplo – normalmente executado em madeira, aço ou plástico. Para este cálculo é levado em conta o



Serviços preliminares	2,7 a 3,8	2,8 a 4,5	0,7 a 1,5	0,2 a 0,3	0,4 a 0,8	1,3 a 2,5	0 a 1	0,5 a 0,9	1,2 a 2,3
Movimento de terra	0 a 1	0 a 1	0 a 1	0 a 1	0 a 1	0 a 1	0 a 1	0 a 1	0 a 1
Fundações especiais	-	-	-	3 a 4	3 a 4	3 a 4	3 a 4	3 a 4	4 a 5
Infra estrutura	6,9 a 7,5	3,6 a 4,2	2,2 a 4,1	1,9 a 2,5	3,6 a 4,2	4,4 a 5	2,9 a 3,4	4,4 a 5,3	3,4 a 4,3
Superestrutura	15,9 a 18,7	13,2 a 18,3	11,5 a 14,6	29,2 a 35,7	26,5 a 33,1	22,6 a 28,1	25,4 a 30,4	22,5 a 26,9	6,8 a 9
Vedação	3,9 a 6,5	6,7 a 10,5	6,9 a 12,2	2,7 a 3,8	3,7 a 7,3	6,9 a 11,8	2,8 a 3,9	4,3 a 6,8	2,1 a 3,7
Esquadrias	2,6 a 5,2	7,3 a 13,5	8 a 13,3	6,9 a 12,7	4,2 a 7,5	2,8 a 4,9	7,1 a 14,1	7,9 a 14,6	10,1 a 19,1
Cobertura	0 a 0,5	3,5 a 7,6	8,5 a 16,8	-	0,6 a 1,7	-	-	-	20,5 a 30,8
Instalações hidráulicas	11,6 a 3,7	11,5 a 13,5	11,7 a 12,7	10,8 a 12,6	9,9 a 11,6	10,4 a 11,4	9,5 a 10,5	7,4 a 8,4	4,6 a 5,5
Instalações elétricas	3,8 a 4,8	3,8 a 4,8	3,8 a 4,8	4,5 a 5,4	3,7 a 4,6	3,8 a 4,8	3,7 a 4,6	3,8 a 4,7	5 a 6
Impermeabilização e isolamento térmico	10,1 a 13,1	0,3 a 0,7	0,4 a 0,8	1,3 a 2,6	1,3 a 1,9	5 a 6,4	1,9 a 2,6	6,4 a 7,8	1 a 1,5
Revestimento	20,8 a 28,1	23,7 a 29,5	21,9 a 30,2	17,8 a 23,1	23,2 a 29,5	21,5 a 30,3	14,9 a 21	15,9 a 19,2	6,9 a 9,6
Vidros	1,9 a 3,5	0,5 a 1	0,9 a 1,8	1,5 a 3	0,5 a 0,9	0,4 a 0,8	1,7 a 3,1	1,5 a 2,9	0 a 0,4
Pintura	3,6 a 5,2	5,7 a 7,4	3,8 a 4,7	3,1 a 4	4,6 a 6,2	2,5 a 3,3	6,1 a 9,2	6 a 7,7	5 a 7,5
Serviços complementares	1,9 a 2,9	0,5 a 0,6	0,5 a 1	0,2 a 0,8	0 a 1	0,5 a 1	0 a 0,9	0 a 7,7	9,6 a 13,8
Elevadores	-	-	-	2,7 a 3,3	-	-	5,2 a 6,4	-	-

Fonte: Adaptado de MATTOS, 2006

O terceiro grau de detalhamento é o orçamento analítico, este será o utilizado como comparativo com o orçado pela metodologia BIM. O orçamento analítico é o mais preciso e detalhado entre os três apresentados, desenvolvido de forma minuciosa a partir do levantamento de preço dos insumos, chegando bem próximo ao valor real do empreendimento. Ele leva em consideração diversos fatores de custo dentro da obra, sendo eles Mão-de-Obra, materiais, equipamentos, manutenções, equipes técnicas, administração, suporte de obra e impostos, por isso seu valor final normalmente se aproxima do real (MATTOS, 2006). É possível na tabela 3, um exemplo de um orçamento analítico para determinados serviços, restringindo-se a uma parcela do escopo total, pois os orçamentos de construção civil tendem a ser extensos inviabilizando sua completa exemplificação neste ponto do trabalho:

**Tabela 3:** Modelo de orçamento analítico, com exemplo de alguns serviços.

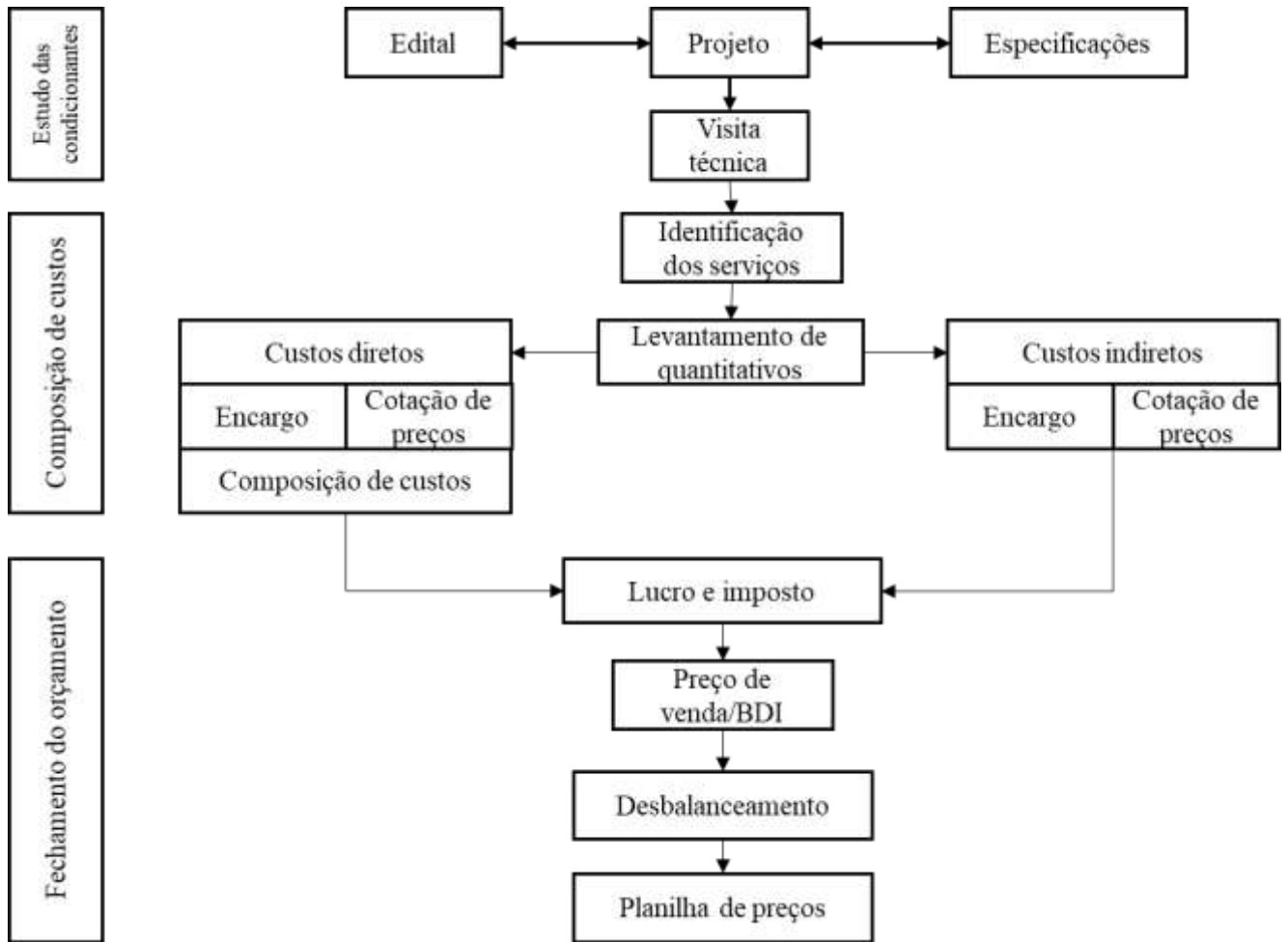
PLANILHA DE ORÇAMENTO ANALÍTICO					
OBRA: Construção					
LOCAL: xxxxxxxxxxxxxxxxx			CONTRATANTE: xxxxxxxxxxxxxxxxx		
ENDEREÇO: xxxxxxxxxxxxxxxxx					
CODIGO	DESCRIÇÃO	UND	QNT	PR. UNT	SUBTOTAL
<b>01.00.00</b>	<b>SERVIÇOS PRELIMINARES</b>	-	-	-	-
01.01.00	Limpeza do Terreno	M2	1.000,00	R\$ 1,94	R\$ 1.940,00
01.02.00	Demolição	M3	50,00	R\$ 120,00	R\$ 6.000,00
01.03.00	Retirada do Entulho	M3	65,00	R\$ 48,00	R\$ 3.120,00
				<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 11.060,00</b>
<b>02.00.00</b>	<b>INFRA ESTRUTURA</b>	-	-	-	-
02.01.00	Escavação Manual	M3	75,00	R\$ 18,73	R\$ 1.404,75
02.02.00	Apiloamento de Regularização	M2	276,00	R\$ 3,45	R\$ 952,20
02.03.00	Lastro de Concreto	M2	183,98	R\$ 17,45	R\$ 3.210,45
02.04.00	Estaca de Concreto	ML	310,00	R\$ 48,50	R\$ 15.035,00
02.05.00	Aço CA-50	KG	1.387,76	R\$ 7,80	R\$ 10.824,53
02.06.00	Forma de Madeira	M2	234,99	R\$ 45,89	R\$ 10.783,69
02.07.00	Concreco FCK = 20MPA	M3	16,26	R\$ 320,49	R\$ 5.211,17
02.08.00	Alvenaria de Fundação	M3	18,97	R\$ 280,80	R\$ 5.326,78
02.09.00	Impermeabilização	M2	39,34	R\$ 34,85	R\$ 1.371,00
				<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 54.119,56</b>

Fonte: Adaptado de Tisaka, 2009

## 2.2. Atributos de Orçamento Analítico

A execução do orçamento analítico feito de forma correta sem ignorar as regras de orçamentação, seguindo atributos indicados, elimina ou reduz a chance de possíveis prejuízos em suas operações, pois evita erros em orçamentações. Além disso, o orçamento analítico executado permite um controle maior sobre o gerenciamento de custos na execução da obra (TAVES, 2014). A figura 2, representa as fases que são seguidas para a elaboração de um orçamento de obras, devendo atentar-se que edital geralmente são usados para licitação, no mais é substituído por memorial descritivo.

**Figura 2:** Fases do orçamento



Fonte: Adaptado de Mattos, 2006

A seguir está explanado um pouco sobre os atributos que devem ser considerados para a elaboração do orçamento, feitos após o levantamento de quantitativos:

### 2.2.1. Custos Diretos

O custo direto tem como definição:

O Custo Direto é resultado da soma de todos os custos unitários dos serviços necessários para a construção da edificação, obtidos pela aplicação dos consumos dos insumos sobre os preços de mercado, multiplicados pelas respectivas quantidades, mais os custos da infraestrutura necessária para a realização da obra (TISAKA, 2009, p. 6).

Para o levantamento dos custos diretos monta-se uma planilha de custos unitários. Nessa planilha contém os insumos presentes no empreendimento, ou seja, mão de obra,

materiais, equipamentos e os encargos sociais aplicados sobre a mão de obra (TISAKA, 2009).

O custo da mão de obra é calculado com hora ou fração de hora do trabalhador para a execução de serviços, este número é multiplicado pelo preço da hora trabalhada e somado aos encargos, chegando, assim ao custo de mão de obra (MATTOS, 2006; TISAKA, 2009).

$$\text{Custo da Mão de Obra} = \text{N}^\circ \text{ de Horas trabalhadas} \times \text{Valor da hora} + \text{Encargos} \quad (6)$$

Para o cálculo dos materiais, são levantados a quantidade de material utilizada para a execução das atividades de uma obra e multiplicado pelo preço unitário de cada material, preço esse de mercado, ou tabelas regionais com média de preço (TISAKA, 2009).

$$\text{Materiais} = \text{Unidades usadas} \times \text{preço unitário do material} \quad (7)$$

O custo de equipamentos, para este cálculo leva-se em consideração a hora de uso do equipamento, multiplicando pelo preço unitário da hora do equipamento, chegando, assim, ao seu custo (TISAKA, 2009).

$$\text{Equipamentos} = \text{Horas Trabalhadas} \times \text{Preço Unitário da Hora de uso do Equipamento} \quad (8)$$

Encargo social e trabalhista é o custo obrigatório adicionado ao salário do trabalhador que é dividido em básicos e obrigatórios, incidentes e reincidentes e complementares (TISAKA, 2009). As tabelas 4, 5 e 6 abaixo tem como intuito exemplificar os tipos de encargos sociais e trabalhistas que são pagos na construção civil, apresentando nomenclatura e percentual referente a cada encargo reпреntado.

A tabela 4 demonstra quais são os encargos sociais pagos pelas empresas para seus funcionários, e tem como característica parcelas fixas de pagamentos (MATTOS, 2006).

**Tabela 4:** Exemplo dos tipos de encargos sociais básico.

DESCRIÇÃO		HORISTA	MENSALISTA
A1	Previdência Social	20,00%	20,00%
A2	Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS)	8,00%	8,00%
A3	Salário-Educação	2,50%	2,50%
A4	Serviço Social da Indústria (SESI)	1,50%	1,50%
A5	Serviço Nacional de Aprendizagem Nacional (SNANAI)	1,00%	1,00%
A6	Serviço de Apoio a Pequena e Média Empresa (SEBRAE)	0,60%	0,60%
A7	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA)	0,20%	0,20%
A8	Seguro Contra Acidentes de Trabalho (INSS)	3,00%	3,00%
A9	Serviço Social da Construção Civil (SECONCI)	1,00%	1,00%
<b>A</b>	<b>Total dos Encargos Sociais Básicos</b>	<b>37,80%</b>	<b>37,80%</b>

Fonte: Adaptado de Tisaka, 2009

A tabela 5 apresenta os encargos trabalhistas responsáveis pelos dias não trabalhados representados pela letra “B” e os indenizatórios, representados pela letra “C”. Já a letra “D” são os encargos de incidência cumulativa, no qual se cruza a incidência dos outros três grupos de encargos A, B e C (MATTOS, 2006)

**Tabela 5:** Exemplo dos tipos de encargos Incidentes e Reincidentes

DESCRIÇÃO		HORISTA	MENSALISTA
B1	Repouso Semanal e Feriados	22,90%	-
B2	Auxílio Enfermidade	(*) 0,79%	-
B3	Licença Paternidade	(*) 0,34%	-
B4	13º Salário	10,57%	8,22%
B5	Dias de Chuva/Falta Justificada/ Acidente de Trabalho	(*) 4,57%	-
<b>B</b>	<b>Total de Encargos Sociais que Recebem Incidências de A</b>	<b>39,17%</b>	<b>8,22%</b>
C1	Depósito por Despedida Injusta 50% sobre [A2 + (A2+B)]	5,57%	4,33%
C2	Férias (Indenizadas)	14,06%	10,93%
C3	Aviso-Prévio (Indenizado)	(*) 13,12%	(*) 10,20%
<b>C</b>	<b>Total Encargos que não Recebem Incidências Globais de A</b>	<b>32,74%</b>	<b>25,46%</b>
D1	Reincidência de A sobre B	14,81%	3,11%
D2	Reincidência de A2 sobre C3	1,05%	0,82%
<b>D</b>	<b>Total da Taxa de Reincidência</b>	<b>15,86%</b>	<b>3,92%</b>

Fonte: Adaptado de Tisaka, 2009

Já na tabela 6, são os encargos complementares, resultante de acordos coletivos entre os sindicatos patronais e o de trabalhadores da construção civil (MATTOS, 2006).



**Tabela 6:** Exemplo dos tipos de encargos complementares baseados em custos de viagens da cidade de São Paulo 2009.

DESCRIÇÃO			HORISTA	MENSALISTA
E1	Vale Transporte	Aplicar Fórmula	10,34%	10,34%
E2	Refeição Mínima	Aplicar Fórmula	8,42%	8,42%
E3	Refeição Almoço	Aplicar Fórmula	31,75%	31,75%
E4	Refeição Janta	Aplicar Fórmula	-	-
E5	Equipamento de Proteção Individual	Aplicar Fórmula	5,00%	5,00%
E6	Ferramentas Manuais	Aplicar Fórmula	2,00%	2,00%
<b>E</b>	<b>Total das Taxas Complementares</b>		<b>57,51%</b>	<b>57,51%</b>

Fonte: Adaptado de Tisaka, 2009

As fórmulas demonstradas a seguir, são as utilizadas para calcular cada um dos encargos complementares representados na tabela 6:

VALE TRANSPORTE: Referente aos deslocamentos casa-trabalho-casa do funcionário.

$$VT = \left[ \frac{2 \times C1 \times N - (S \times 0,06)}{s} \right] \times 100 \quad (9)$$

VALE CAFÉ DA MANHÃ: Referente á alimentação matinal do funcionário, segundo definido pela convenção coletiva de trabalho.

$$VC = \left[ \frac{C2 \times N - (0,033 \times S \times 22) \times 0,01}{s} \right] \times 100 \quad (10)$$

VALE ALMOÇO OU JANTA: Referente ao almoço ou janta do funcionário.

$$VR = \left[ \frac{C3 \times N \times 0,95}{s} \right] \times 100 \quad (11)$$

EQUIPAMENTO PROTEÇÃO INDIVIDUAL (EPI): Equipamento de proteção contra riscos de acidentes fornecidos a cada funcionário da obra.

$$EPI = \left[ \frac{\sum_1^n P1 \times F1 + P2 \times F2 + \dots + Pn \times Fn}{\frac{N}{s}} \right] \times 100 \quad (12)$$

FERRAMENTAS MANUAIS: Ferramentas utilizadas pelo funcionário na obra para a execução do serviço, como colher de pedreiro, martelo etc.

$$FM = \left[ \frac{\sum_1^n P1 \times F1 + P2 \times F2 + \dots + Pn \times Fn}{\frac{N}{s}} \right] \times 100 \quad (13)$$

Para cálculo das ferramentas e EPI's é necessário que seja executado o cálculo do Fator de utilização, representado pela formula a seguir.

$$F = \frac{t}{VU} \quad (14)$$

LEGENDA:

C1 = Tarifa de transporte urbano;

C2 = Custo do café da manhã;

C3 = Vale refeição;

N = Número de dias trabalhado no mês;

S = Salário médio mensal do trabalhador;

N = Número de trabalhadores na obra;

S = Salário médio mensal;

Pn = Custo de cada EPI ou ferramenta;

Fn = Fator de utilização de cada EPI ou ferramenta;

t = Tempo de permanência do EPI ou da ferramenta;

VU = Vida útil.

### 2.2.2. Custos Indiretos

O custo indireto é todo custo que não está representado como mão-de-obra, material ou equipamento em um orçamento, ou seja, caso ao executar determinado serviço não seja colocado algum equipamento ou colaborador utilizado na execução em um orçamento. Esse equipamento ou colaborador será representado como custo indireto na planilha de orçamentos da obra, podendo citar como exemplo o engenheiro da obra, seu custo e considerado indireto (MATTOS, 2006).

Já para Tisaka (2009), esse custo é necessário que seja calculado para a execução do empreendimento, mesmo sabendo que não está incorporado na estrutura física do empreendimento. Eles geralmente são representados por canteiro, administração local, mobilização e desmobilização e são colocados na planilha de custos na parte de infraestrutura.

A administração local está inserida nos custos indiretos como despesas de montagem e manutenção dos seguintes cargos e atividades no empreendimento: chefia da obra, engenharia e planejamento de obra, medicina e segurança do trabalho, manutenção dos

equipamentos, manutenção do canteiro, consumos de energia, água e telefone fixo e móvel gestão da qualidade e produtividade gestão de materiais, gestão de recursos humanos e administração da obra (TISAKA, 2009).

O canteiro de obras é o custo indireto responsável pelo setor de instalações dos setores que serão usados para a construção do empreendimento, podendo citar os seguintes custos envolvidos: preparação do terreno, construção de cerca ou muro e da guarita, construção do escritório técnico e administrativo, enfermaria, almoxarifado, refeitório, carpintaria, oficina de ferragens, vestiários, sanitários, cozinha, alojamentos, placas e etc. (TISAKA, 2009).

A mobilização e desmobilização é o custo indireto que representa a parte operacional da obra e retirada em finais de contratos, sendo os seguintes serviços: Transporte, carga e descarga de materiais para a montagem do canteiro de obra, montagem e desmontagem de equipamentos, transporte, hospedagem, alimentação e despesas diversas do pessoal, aluguel horário de equipamentos especiais para carga e descarga de materiais ou equipamentos pesados (TISAKA, 2009).

### 2.2.3. BDI

O Benefício e Despesas (custos) Indiretas, ou *Budget Difference Income* em inglês, também chamado de BDI, é a somatória dos custos indiretos ao lucro de um empreendimento (TISAKA, 2009). O BDI tem como definição:

BDI é uma taxa que se adiciona ao custo de uma obra para cobrir as despesas indiretas que tem o construtor, mais o risco do empreendimento, as despesas financeiras incorridas, os tributos incidentes na operação, eventuais despesas de comercialização, o lucro do empreendedor e o seu resultado é fruto de uma operação matemática baseados em dados objetivos envolvidos em cada obra (TISAKA, 2009, p. 2).

As despesas calculadas no BDI estão divididas em administração central, taxa de risco do empreendimento, taxa do custo financeiro, lucro benefício, taxa de comercialização e os tributos do empreendimento (TISAKA, 2009). Sabendo disso, será abordado cada um dos setores de forma breve, com o intuito de deixar o leitor informado de como calcular e de onde são levantadas essas despesas.

A administração central compõe parte do cálculo do BDI, no qual aborta os custos contábeis e financeiros constantes do balanço anual da empresa. As suas despesas são compostas por salários do pessoal total administrativo e técnico, almoxarifado central, na oficina de manutenção geral, pró-labore de diretores, viagens à serviço de funcionários, veículos, aluguéis, consumos de energia, água, gás, telefone, combustível, refeições, transporte, materiais de escritório e de limpeza, seguros etc. Vale lembrar que os gastos da empresa variam de acordo com seu porte e contratos administrados (TISAKA, 2009). Seu cálculo é feito a partir do cálculo do rateio da administração central (Rac) somado com as despesas específicas da administração (Deac), como pode ser mostrado a seguir.

$$i = Rac + Deac \quad (15)$$

$$Rac = \frac{DMAC \times FMO \times N}{FMAC \times CDTO} \times 100 \quad (16)$$

$$Deac = \frac{Despesas}{CD} \quad (17)$$

Legenda:

$i$  = taxa de administração central;

Rac = Rateio da administração central;

Deac = Despesas específicas da administração;

DMAC = Despesa mensal da Administração Central;

FMO = Faturamento Mensal da Obra;

$N$  = Prazo da obra em meses;

FMAC = Faturamento Mensal da Administração Central;

CDTO = Custo Direto Total da Obra;

CD = Custo Direto.

A taxa de risco do empreendimento é cobrada em empreendimentos para prevenir caso ocorra o surgimento de possíveis imprevistos na obra, sejam elas em erros de quantitativos, projetos, detalhamentos e especificações com qualidade abaixo do esperado ou faltantes etc. Essa taxa é estabelecida em um percentual sobre os custos diretos do empreendimento e depende de uma análise global do risco da obra (TISAKA, 2009).

A taxa do custo financeiro, é um valor pago para pagamentos de longo prazo, considerando uma perda monetária em relação a uma defasagem entre a data do efetivo desembolso e a data da receita correspondente ao resto da parcela, de juros que representa o pagamento do financiamento da obra (TISAKA,2009).

$$f = \left[ (1 + i)^{\frac{n}{30}} \times (1 + j)^{\frac{n}{30}} \right] - 1 \quad (18)$$

Legenda:

f = taxa de custo financeiro;

i = taxa de inflação média do mês ou a média da inflação mensal dos últimos meses;

j = Juro mensal de financiamento do capital de giro cobrado pelas instituições financeiras;

n = número de dias decorridos.

Segundo Tisaka (2009), o lucro ou benefício no BDI é calculado conforme uma legislação e sua definição é a seguinte:

Lucro ou Benefício é uma parcela destinada a remunerar, o custo de oportunidade do capital aplicado, capacidade administrativa, gerencial e tecnológico adquirida ao longo de anos de experiência no ramo, responsabilidade pela administração do contrato e condução da obra através da estrutura organizacional da empresa e investimentos na formação profissional do seu pessoal e criar a capacidade de reinvestir no próprio negócio (TISAKA, 2009, p. 22).

Temos também a taxa de comercialização, que contempla todos os gastos que não são diretos e indiretos em um empreendimento, sendo referentes a despesas das burocracias de uma empresas ou brindes para clientes, como por exemplo: Brindes, folhetos de propagandas, placas de obras, acervos técnicos, mensalidades de por exemplo CREA's, xerox etc. A taxa é calculada pela seguinte formula (TISAKA,2009).

$$c = \frac{Gc}{FAE} \quad (19)$$

Legenda:

c = Taxa de comercialização

Gc = Gasto anual em comercialização da empresa;

FAE = Faturamento anual da empresa

Os tributos são taxas obrigatórias cobradas pela união e pelo município, sendo separados em 2 grupos, os tributos federais e municipais. Os tributos federais são cobrados sobre o valor de faturamento ou lucro das empresas, sendo deferidos de acordo com a opção contábil. Já o tributo municipal é a taxa que é cobrada sobre os serviços executadas nas obras, devendo atentar-se que cada município tem sua alíquota que varia de 2% a 5% sobre as despesas da mão de obra para a execução do serviço (TISAKA, 2009).

Após apresentar todas as despesas presentes no BDI, e por meio disso saber cada uma das variáveis presentes em seu cálculo, de maneira individual, podemos encontrar a partir da fórmula representada a seguir, o BDI de empreendimentos (TISAKA, 2009).

$$BDI = \left[ \left( \frac{(1+i) \times (1+r) \times (1+f)}{1-(t+s+c+l)} \right) - 1 \right] \times 100 \quad (20)$$

LEGENDA:

i = taxa de administração central;

r = taxa de risco do empreendimento;

f = taxa de custo financeiro do capital de giro

t = taxa de tributos federais

s = taxa de tributos municipais – ISS

c = taxa de despesas de comercialização

l = lucro ou remuneração líquida da empresa

Segundo Mattos (2006), a elaboração de um orçamento analítico completo é feita geralmente seguindo as seguintes etapas:

- I. Deve ser feito de forma minuciosa o levantamento de todos os quantitativos de insumos e mão de obra que serão necessários para execução de todos os serviços de um empreendimento
- II. É acrescentado a esses quantitativos uma composição de custos dos insumos, mão de obra e encargos. A composição é ponderada por tabelas regionais de preço médio,

como por exemplo a tabela da SEINFRA, ou por tabelas próprias da empresa, com seus preços definidos de acordo com fornecedores que são utilizados. Portanto, após aplicar a composição é possível desenvolver o cálculo dos custos diretos e indiretos do empreendimento.

- III. Cálculo completo dos custos diretos e indiretos, e em seguida o cálculo das despesas indiretas da obra (BDI)
- IV. Definição do preço de venda

O presente trabalho tem como intuito fazer uma análise comparativa entre dois métodos de orçamentação, sendo ele o tradicional ou analítico, como citado nesse tópico, com um orçamento elaborado pela metodologia BIM. Para trazer sentido a pesquisa como um todo, é abordado a seguir a metodologia BIM, com o intuito de deixar o leitor informado de como funciona essa metodologia, e quais vantagens ela pode trazer.

### ***3. BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)***

Para Silva (2009), ao ocorrer à mudança de prazo na obra, é possível que o custo seja aumentado, devido ao aumento de tempo dos serviços fixos, como por exemplo, água, telefone, energia e custos imprevistos. Porém, pode-se também ocorrer recuperação de tempo na obra, com a aplicação de planos de ação, visando à conclusão do empreendimento no tempo determinado. O autor também mostra a importância de um planejamento e controle de obras para que seja feita de forma satisfatória o controle de custos de um empreendimento.

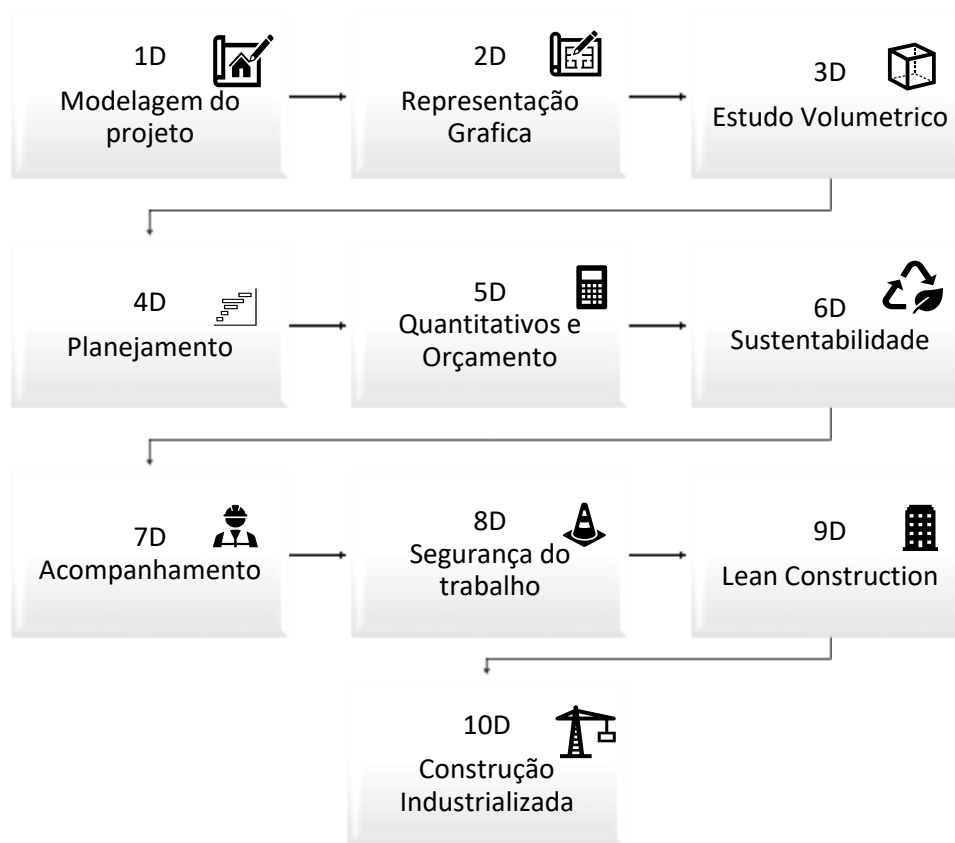
É evidente que com o passar dos anos o avanço tecnológico foi um fator importante para a transição de projetos de papel feitos a mão para os desenhos assistidos por computador (CAD) até chegar à metodologia BIM. Visto que, a chegada da tecnologia trouxe agilidade na execução dos projetos permitindo uma padronização. Sabendo disso, o BIM é um método mais desenvolvido aplicado aos desenhos assistidos por computador e pode apresentar ganhos, pois nele contém uma metodologia que permite a interação de diversas outras ferramentas que vão além do 2D (DA COSTA *et al*, 2015).

Ao comparar o CAD com o BIM, temos uma diferença na representação do 3D, pois o CAD trabalha apenas na representação bidimensional de projeto, já em *softwares* que tem como metodologia o BIM o modelamento arquitetônico, como por exemplo, o Revit, permite a visualização como se fosse à construção real em 3D. Atentando-se que a representação de cortes, vistas e perspectiva devem ser feitas manualmente, já no Revit, por exemplo, é feito de forma automática, sendo necessário apenas dizer de onde você quer que o programa gere esses detalhes (DA COSTA *et al*, 2015).

A metodologia BIM permite o trabalho em diversas dimensões, como exemplo a 4D e a 5D são citadas respectivamente para dimensões de tempo e custo. O BIM possibilita análise de compatibilidade, planejamento otimizado e quantitativo mais preciso para o orçamento, portanto percebe-se que a partir dos *softwares* podemos antecipar e evitar possíveis erros, e assim reduzir ou evitar acréscimos de custo nos empreendimentos (DA COSTA *et al*, 2015). A figura 3 mostra as dimensões que o BIM consegue atuar em projetos.



**Figura 3:** Dimensões de trabalho da metodologia BIM



**Fonte:** Autor, baseado em CANTÓ CARPETANO

Vale atentar-se que será abordada no trabalho apenas até a quinta dimensão, referente à parte de quantitativos e orçamento de obra, portanto o referencial teórico será restrito até quinta dimensão 5D.

Para De Paula Silva (2019), o BIM trás inteligência para o projeto e por meio dele, permite a interação entre informações interdisciplinares. O autor afirma que aplicando a metodologia, ocorre uma redução significativa no tempo de projeto, em decorrência do aumento da fase de planejamento de obras. Portanto, a fase de planejamento é estendida com o intuito permitir troca de informações e estudo conceitual entre todos os profissionais responsáveis pelas disciplinas do projeto, com a finalidade de tornar menos trabalhoso a fase de desenho e otimizando o detalhamento do empreendimento. Contudo é mostrado que no começo das obras o rendimento é perdido de forma significativa, mas no decorrer ele é revertido em ganhos com produção de documentos e projetos. Também é citado como vantagem aplicar o BIM para a redução de custos, prazos, erros de documentação e ganho de qualidade dos produtos imobiliários.

O BIM é considerado uma tecnologia nova no Brasil, devido a isso apresenta dificuldades na implantação, como por exemplo, a escassez de pessoas capacitadas no mercado. Por isso surgem barreiras de implantação da metodologia, que necessita de um elevado grau de investimento das empresas, devido ao elevado custo para capacitação e treinamento dos profissionais, isso torna alto o valor no curto prazo, porém pode ser recuperado no médio/longo prazo, o que não é levado em consideração na análise de implantação das empresas (DE PAULA SILVA *et al*, 2019).

### 3.1. Dimensões do BIM

As dimensões da metodologia BIM são referentes a aplicação dos dados que são incorporados na fase de projetos dentro dos *softwares*. Sabendo disso, quanto maior o número de informação inseridas nos *softwares*, maior o número de dimensões trabalhadas no projeto (CAMPESTRINI *et al*, 2015).

Uma das dimensões do BIM é a terceira dimensão (3D), ela vai além do convencional usado pelo CAD, ou seja, segunda dimensão (2D). Ao acrescentar a dimensão de volume em projetos 2D começa-se o trabalho no 3D, possibilitando o trabalho espacial em projetos como por exemplo os elementos de projeto, sendo eles vigas, pilares, portas, janelas, instalações etc. Logo, após a execução dessa dimensão é possível realizar a compatibilização espacial de projetos, e permitir a extração de informações, como por exemplo incluir a especificação de materiais, serviços, extrair quantitativos etc. (CAMPESTRINI *et al*, 2015). A figura 4 é um exemplo demonstrativo de um desenho desenvolvido em 3D no *software* Revit, que utiliza a metodologia BIM.

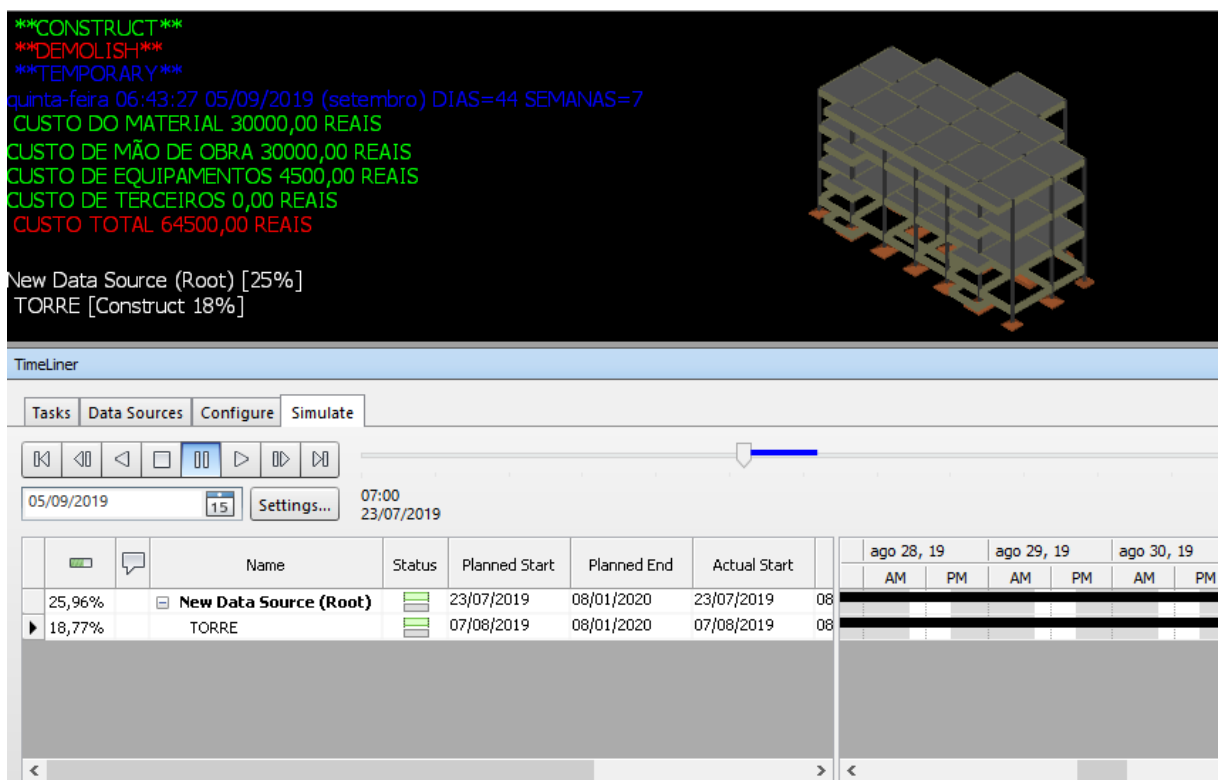
**Figura 4:** Representação 3D no Revit



**Fonte:** Trupl, 2019

A quarta dimensão (4D) do BIM inicia-se ao adicionar dados de planejamento ao projeto. Portanto, ao incluir informações de planejamento – prazo, produtividade, número de equipes e sequência de construção – a um projeto possibilita a retirada de informações do cronograma de obra, além de simular e melhorar o planejamento e a tomada de decisões das obras (CAMPESTRINI *et al*, 2015). A figura 5 representa uma simulação de planejamento 4D no *software Navisworks*, atentando-se que os valores incluídos no *software* são meramente ilustrativos.

**Figura 5:** Simulação do planejamento 4D no *software Navisworks*

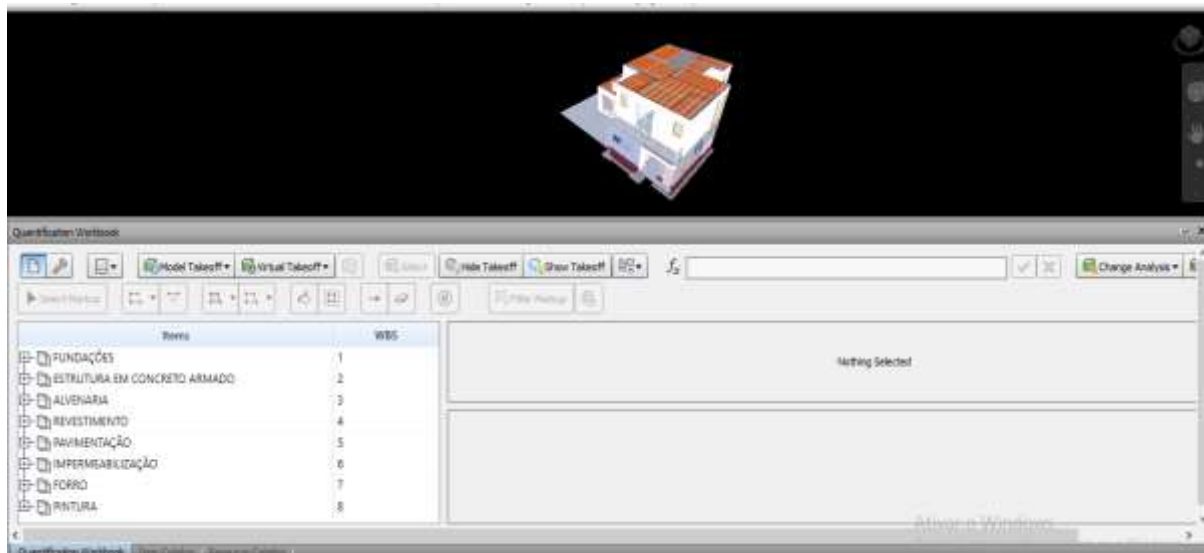


**Fonte:** Autor

A quinta dimensão (5D) da metodologia BIM é referente a levantamento de quantitativos e a implementação de custos unitários de um projeto. O BIM 5D é responsável por receber ou extrair todas as informações de quantitativo e custos da obra, seja a realização de serviços ou de despesas diretas e indiretas permitindo um maior controle financeiro dos empreendimentos. Sabendo disso, o orçamento executado no 5D, além de permitir uma extração de quantitativos ou de custos no *software*, permite também a extração de informações de custo de serviços e curva ABC das obras. Ressalva-se que as extrações são executadas de maneira automática dentro dos *softwares*, facilitando as alterações feitas no projeto ao longo de sua execução (CAMPESTRINI *et al*, 2015). A figura 6 mostra um

exemplo de como é a interface do programa navisworks, que utiliza a metodologia BIM para a extração de quantitativos no 5D.

**Figura 6:** BIM 5D no *software Navisworks*



**Fonte:** Autor

### 3.2. Benefícios da implantação do BIM

De acordo com Campestrini *et al* (2015), utilizar o BIM na construção civil permite maior controle sobre a informação e qualidade do empreendimento, assim aumentando a segurança, pois trabalha-se com informações completas, maior precisão e evita erros de gestão, como por exemplo a falta de materiais possibilitando trabalho contínuo das equipes, aumentando a produção.

Ao implantar o BIM, mesmo que no curto prazo, é possível analisar quanto o sistema trás de benefícios dentro de um empreendimento, inclusive por facilitar a tomada de decisões da equipe técnica e reduzindo prazos e imprevistos ao longo de todas as etapas de uma obra (CAMPESTRINI *et al*, 2015).

A metodologia BIM pode trazer diversos ganhos para um empreendimento, sendo eles compatibilização de projetos, levantamento de quantitativos, informações dos desenhos, movimentação de terra e terraplanagem e produções não identificadas em análise de serviços convencionais (CAMPESTRINI *et al*, 2015).

A compatibilização no BIM, evita problemas de incompatibilidade em projetos, pois a metodologia usa o trabalho interdisciplinar para a elaboração do empreendimento,

permitindo a junção de vários projetos de *softwares* diferentes em apenas um. Isso colabora com a facilidade de identificar as incompatibilidades dentro do *software*, que executa automaticamente essa detecção, ganhando precisão e permitindo melhoria na tomada de decisões dos projetistas que estão responsáveis pelo projeto (CAMPESTRINI *et al*, 2015).

O levantamento do quantitativo tradicional é realizado manualmente, já com a metodologia BIM, o projetista modela no *software* todos os elementos do projeto, e com isso realiza a extração automática dos quantitativos. Essa extração é rápida, precisa e traz maior credibilidade ao valor final do empreendimento, com isso o valor calculado é próximo do valor real e reduz o risco de erro no custo de propostas enviadas pelas empresas (CAMPESTRINI *et al*, 2015).

Comumente após o planejamento inicia-se a fase de receber projetos, e como esperado os imprevistos sempre acontecem em obras e surge a necessidade de alteração dos projetos, ocorrendo diversas vezes ao longo do ciclo de vida da construção. Portanto, no CAD é muito comum que essas mudanças gerem muitas incompatibilidades nas obras, além de conter um custo elevado. Essas alterações costumam acontecer em projetos, e junto disso novos detalhamentos devem ser executados, surgindo assim a necessidade de revisões de pranchas e detalhes presentes, para implantação das novas mudanças do projeto (CAMPESTRINI *et al*, 2015).

A mudança dos projetos no BIM é elaborada com maior praticidade e oferece inúmeras possibilidades de demonstração dos detalhes, além de permitir que qualquer mudança executada já execute a reformulação do detalhe no *software*. Sendo assim as informações que os canteiros recebem são soluções mais direcionadas e geradas em um curto prazo de tempo, facilitando a extração de informações do *software* caso a obra ainda passe por problemas. Assim o BIM gera ganho de execução e impede algum possível desperdício, pois facilita a identificação antecipada de possíveis problemas, refletindo em tomadas de decisões apropriadas ao longo do período do empreendimento (CAMPESTRINI *et al*, 2015).

Para a execução da terraplenagem, normalmente os cálculos são realizados por meio de programas bidimensionais/tridimensionais. Para esses cálculos, devem-se enviar os projetos junto com a alocação da edificação para a empresa responsável pelo serviço. Ao receber todos os dados do projeto a empresa faz os cálculos por meio de uma aproximação para obtenção do volume de terra a ser movimentado (CAMPESTRINI *et al*, 2015).

Já o BIM permite a realização de diversas simulações, em diferentes alocações da edificação, gerando, assim, diversos modelos diferentes. Para cada modelo gerado é possível que seja retirado de forma rápida e precisa o volume da movimentação de terra. Além disso, o

programa facilita a visualização do impacto no terreno, permitindo, por exemplo, a identificação da necessidade de taludes, muros de arrimo ou contenção etc. Deixando a tomada de decisão da equipe técnica mais eficaz (CAMPESTRINI *et al*, 2015).

Para o desenvolvimento de um projeto é necessário conhecimento por parte dos responsáveis, sobre todas as etapas que serão executadas no decorrer da obra e com isso conseguir discriminar os serviços que serão trabalhados no projeto. Portanto, o BIM permite a identificação de serviços auxiliares que não são representados no desenho, como por exemplo, escoramento e balancim. Não identificar esses serviços dificulta o levantamento de custo das atividades e o planejamento de obra, pois as atribuições ficam muito a critério da equipe responsável exigindo maior experiência ao designar as atividades presentes no projeto, necessitando de profissionais qualificados (CAMPESTRINI *et al*, 2015).

Ao utilizar *softwares* que apresentem a metodologia do BIM 4D, possibilita a simulação da obra, e assim, facilita a identificação de serviços auxiliares. Portanto, elimina a dependência da imaginação ou experiência da equipe responsável na identificação dos serviços auxiliares específicos, evitando o possível esquecimento. Isto torna o projeto muito mais preciso evita impactos de execução e impede que atividades não sejam previstas (CAMPESTRINI *et al*, 2015).

A intenção deste tópico é apresentar os ganhos da metodologia BIM, mostrando que é possível aplicá-la em diversas áreas de diferentes tipos de empreendimentos, não se restringindo a construção civil. Percebe-se que esses ganhos podem ir além do desenvolvimento de projetos arquitetônicos, estruturais e de instalações, podendo facilitar a compatibilização, a identificação de problemas e os serviços que poderiam não ser identificados facilmente.

### **3.3. Barreiras na implantação do BIM**

O mercado da construção civil apresenta uma resistência na implementação da metodologia BIM, pois as empresas colocam muitas dificuldades, principalmente ao falar de mudança, isso ocorre por ser um setor de cultura muito tradicional. As empresas não estão dispostas a desembolsar dinheiro e tempo para treinamento, capacitação e compra de *softwares* diferentes. Porém, a concorrência do mercado está cada vez mais evidente e empresas que buscam novas tecnologias tendem a se destacar mais em relação as demais (LAUDIEN *et al*, 2020).

Em CBIC (2016), mostra que as barreiras que existem para a implantação do BIM, vêm desde a resistência do mercado em aderir novas tecnologias, a dificuldade em entender e aprender novas tecnologias, a cultura brasileira, que por muitas vezes cria também barreiras e por saberem que essa transição tradicional para o BIM vai exigir um investimento financeiro considerável e de desejo dos profissionais de sair do que está acostumado para aprender uma tecnologia nova.

De acordo com Eastman (2014), ao utilizar a metodologia BIM, o projeto é aprimorado com a implementação de todas as fases da construção, reduzindo, assim, o número de problemas encontrados. Porém, o uso da inteligência do BIM pode gerar alguns desafios para empresas que queiram implantar, a colaboração de equipes, mudanças legais na propriedade e produção das documentações, mudança no uso de informações e a própria implantação da metodologia são algumas delas.

A colaboração de equipes, é o desafio que exige a definição de métodos que permitam a divisão adequada do modelo de informação composto pelos membros da equipe de uma obra. O formato de elaboração do projeto, pode indicar o modelo utilizado na obra, para auxiliar no planejar, estimar, coordenar etc. Caso a elaboração deste modelo seja feita após conclusão do projeto, resulta em desvantagens, por exemplo, acréscimo de custo e atraso no tempo de entrega do empreendimento. Entretanto, executar o modelo após a conclusão, resulta em vantagens, por exemplo, o planejamento e projeto detalhado para equipamentos mecânicos, instalações hidráulicas, materiais, serviços, mudanças no projeto etc. (EASTMAN, 2014).

O uso de ferramentas diferentes de modelagem pelas equipes, pode resultar em incompatibilidades e erros no projeto, por isso, deve-se ter cuidado ao combinar ou exportar projetos de um *software* para o outro. Devendo ter atenção com os modelos utilizados, é aconselhado o uso de *softwares* que apresentem o mesmo servidor de modelo padrão para evitar tais erros (EASTMAN, 2014).

A alteração na prática e uso das informações ocorre devido ao favorecimento fornecido pelo BIM em permitir a integração do conhecimento de construção antes de elaborar um projeto. Essa alteração é uma barreira, devido à dificuldade das empresas em conseguir controlar todas as fases do projeto desde o começo. Logo, empresas que conseguem implantar a prática e o uso das informações, tendem a apresentar ganhos, principalmente em modelos de construção compartilhada, no qual, é executado o processo de trabalho e colaboração. Essa transformação exige tempo e prática com novas tecnologias e processos de trabalho (EASTMAN *et al*, 2014).

A implantação do BIM vai além de treinar os profissionais das empresas, trocar *softwares* utilizados e atualizar o *hardware*. A implantação exige que seja feita toda uma mudança na estrutura organizacional da empresa, ou seja, necessita do conhecimento na metodologia e elaboração de planos de implementação antes que a migração para o BIM se inicie (EASTMAN *et al*, 2014).

Para Eastman (2014), alguns passos devem ser considerados, como gerais para quaisquer áreas de atuação:

- Alta gerência deve desenvolver um plano que abranja todos os negócios da empresa e impactos que podem ser gerados internamente ou com terceiros ao aplicar tais mudanças.
- Criar equipe responsável por implementar o plano com acompanhamento do andamento.
- Usar o BIM *a priori* em projetos de menor porte, com o intuito de gerar documentos baseados no modelo de construção.
- Incentivar a adoção contínua do método, e aplicar treinamento adicional dos colaboradores.
- Ampliar o uso do BIM em novos empreendimentos e incentivar o envolvimento com pessoas de fora da empresa, gerando uma partilha de conhecimento.
- Replanejar constantemente a implementação do BIM para análise de vantagens e desvantagens, facilitando o estabelecimento de novas metas

O tópico de barreira de operações, tem como finalidade apresentar algumas das dificuldades que empresas tem ao implantar o sistema BIM aqui no Brasil. A partir dessas dificuldades são mostradas que não é necessário apenas a obtenção de *softwares* e com isso implantar, pois, a metodologia exige uma mudança em diversos setores de execução de projeto, desde a parte de colaboração de equipes, documentação, uso de informações e a elaboração do projeto. Sabendo disso, podemos citar como principais barreiras a característica conservadora de mercado e o alto custo de implantação, mesmo que com um retorno positivo a médio prazo.



#### **4. METODOLOGIA**

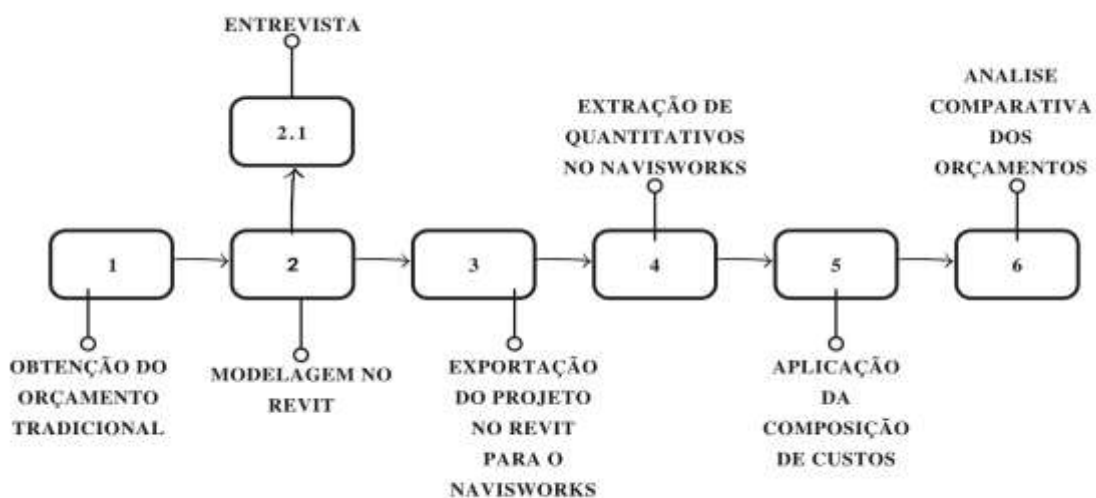
A presente pesquisa é um estudo de caso, no qual possui uma abordagem qualitativa, de natureza aplicada, com objetivos exploratórios e procedimentos experimentais. Qualitativa, pois o trabalho tem como objetivo realizar uma comparação entre duas

metodologias de orçamentação e a partir disso comparar os resultados e descrever onde cada um dos métodos tem destaque e qual apresenta mais ganhos, por isso qualitativo. De natureza aplicada, porque os resultados serão adquiridos por meio de métodos e tecnologias utilizados no orçamento. Exploratória pois iremos explorar uma metodologia pouco usada no Brasil, que é o BIM, com o intuito de obter resultados para comparar com o método tradicional de orçamento. Por fim, de procedimentos experimentais, pois iremos através de orçamentos levantados por métodos distintos, comparar as variáveis e verificar as diferenças entre os tipos de orçamentos estudados (DA FONSECA, 2002; GERHARDT; SILVEIRA, 2009; GIL, 2008).

#### 4.1. Etapas da pesquisa

A pesquisa é executada conforme o fluxograma, seguindo as etapas na respectiva ordem citada, como se pode ver na figura 7.

**Figura 7:** Fluxograma de etapas da pesquisa



**Fonte:** Autor

##### 4.1.1. Obtenção do Orçamento Tradicional

A seguinte pesquisa é dividida em 6 etapas, sendo a primeira etapa a obtenção do orçamento tradicional. O orçamento foi obtido através do contato com o engenheiro Victor

que disponibilizou as informações de uma das obras em que trabalhou. O orçamento está demonstrado na figura 8.

**Figura 8:** Orçamento Analítico da obra estudada

Item	Discriminação	Unid.	Quant.	Prç.Unit	Subtotal	Total
1,0	Serviços Preliminares / Despesas Indiretas					34.702,27
2,0	Fundações e contenções					4.071,09
3,0	Estrutura em concreto armado - Fck = 25MPa					48.082,21
4,0	Alvenarias					17.619,47
5,0	Revestimentos					38.720,89
6,0	Pavimentação					28.709,92
7,0	Impermeabilização					2.268,52
8,0	Coberta					41.197,01
9,0	Instalações Elétricas, telefônicas e lógicas, TV					11.860,00
10,0	Instalações hidro-sanitárias e águas pluviais					20.876,57
11,0	Instalações de ar-condicionado					3.400,00
12,0	Forro de gesso					6.983,04
13,0	Pintura					23.124,08
14,0	Esquadrias em madeira com vidro incolor					35.600,36
15,0	Bancadas em granito					8.290,45
	* Exclusões					
	- Fornecimento de luminárias					
	- Acoplamento e máquinas de ar-condicionado					
	* Despesas Gerais					
	- Castelo d'água com cisterna					80.000,00
	- Entrada elétrica, centro de medição e alimentação das unidades					40.000,00
	- ETE					40.000,00
	- Casa do morador					80.000,00
	- Deck / piscina					150.000,00
	- Jardim / paisagismo					50.000,00
	- Bloquete / Pavimentação					40.000,00
	Poço profundo					20.000,00
	Para-raio					15.000,00
	Terraplanagem					50.000,00
	Guarita					15.000,00
	<b>Total</b>					<b>580.000,00</b>
	<b>Custo total para 14 casas</b>					<b>4.557.082,32</b>

**Fonte:** Empresa estudada

Esse orçamento, utilizado no comparativo e para extração da composição de custo, assim possibilitando a aplicação da mesma composição no orçamento feito pela metodologia BIM, aumentando a credibilidade dos resultados.

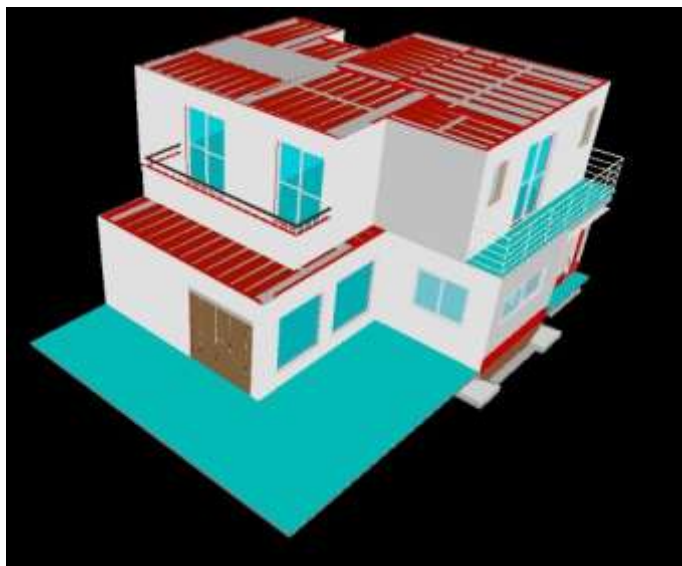
A obra é um empreendimento de condomínio de casas, localizado em Flecheiras - CE e nele contém a construção de 14 casas. Cada casa tem sala de estar, sala de jantar, quarto de hóspedes, quarto de serviço com banheiro, área de serviço, cozinha, um lavabo, dois banheiros, dois quartos, uma suíte, três varandas e um depositam.

#### 4.1.2. Modelagem no Revit

A segunda etapa trata-se da modelagem do projeto no Revit, referente a superestrutura e arquitetura da obra citada na primeira etapa. Essa modelagem tem a finalidade de possibilitar a extração dos quantitativos por meio do *software* Navisworks.

Os serviços levantados foram: fundações, estruturas de concreto armado, alvenarias, revestimento interno e externo, pavimentação, impermeabilização, forro de gesso e pintura. Esses serviços foram escolhidos devido o fator de restrição do tempo de trabalho, que é algo em torno de 1 ano, portanto, o tempo impede a elaboração de um orçamento detalhado, usando os softwares mais indicados para cada setor, arquitetônico, estrutural e complementar, da metodologia BIM. A modelagem foi executada no Revit e teve como resultado a figura 9.

**Figura 9:** Arquitetônico e Estrutural modelado no Revit



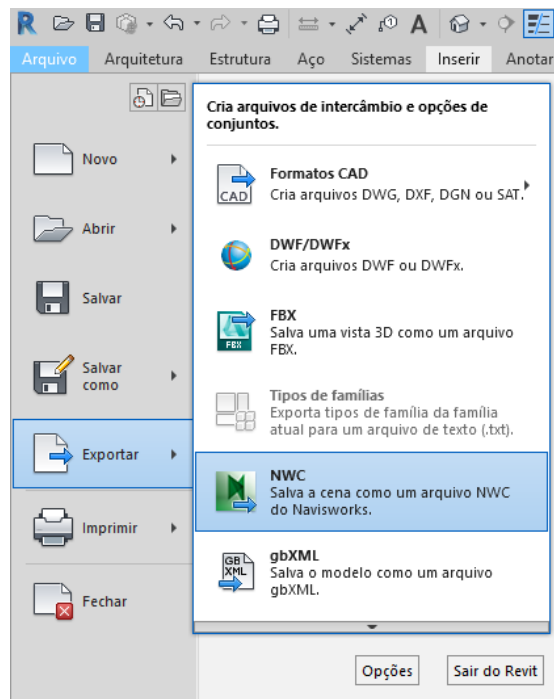
**Fonte:** Autor

#### 4.1.3. Exportação do projeto no Revit para o Navisworks

A terceira etapa é a exportação do projeto compatibilizado no Revit para outro *software*, o *Navisworks*. Essa exportação é para permitir o levantamento de quantitativos na

próxima etapa da pesquisa. Para a exportação é necessário que o arquivo seja convertido para o no modelo NWC, no próprio revit, assim permitindo a execução do projeto no *software*. O passo a passo da exportação é Arquivo > Exportar > NWC > Salvar em algum local do computador, como mostra a figura 10.

**Figura 10:** Exportação do Revit para o Navisworks

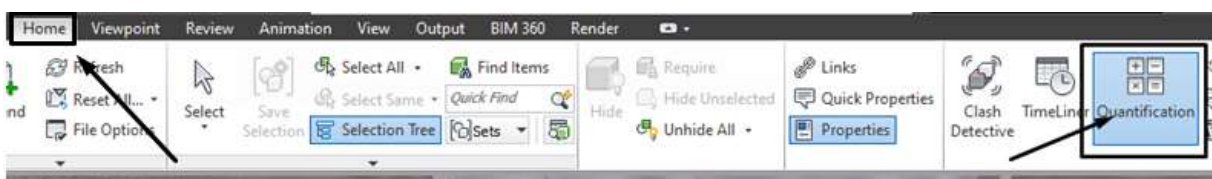


**Fonte:** Autor

#### 4.1.4. Extração de quantitativos no Navisworks

A quarta etapa é o levantamento de quantitativos através do Navisworks. Para executar a extração de quantitativos, primeiramente clica-se no *quantification*. Os passos para começar, home > *quantification*, como mostrado na figura 11.

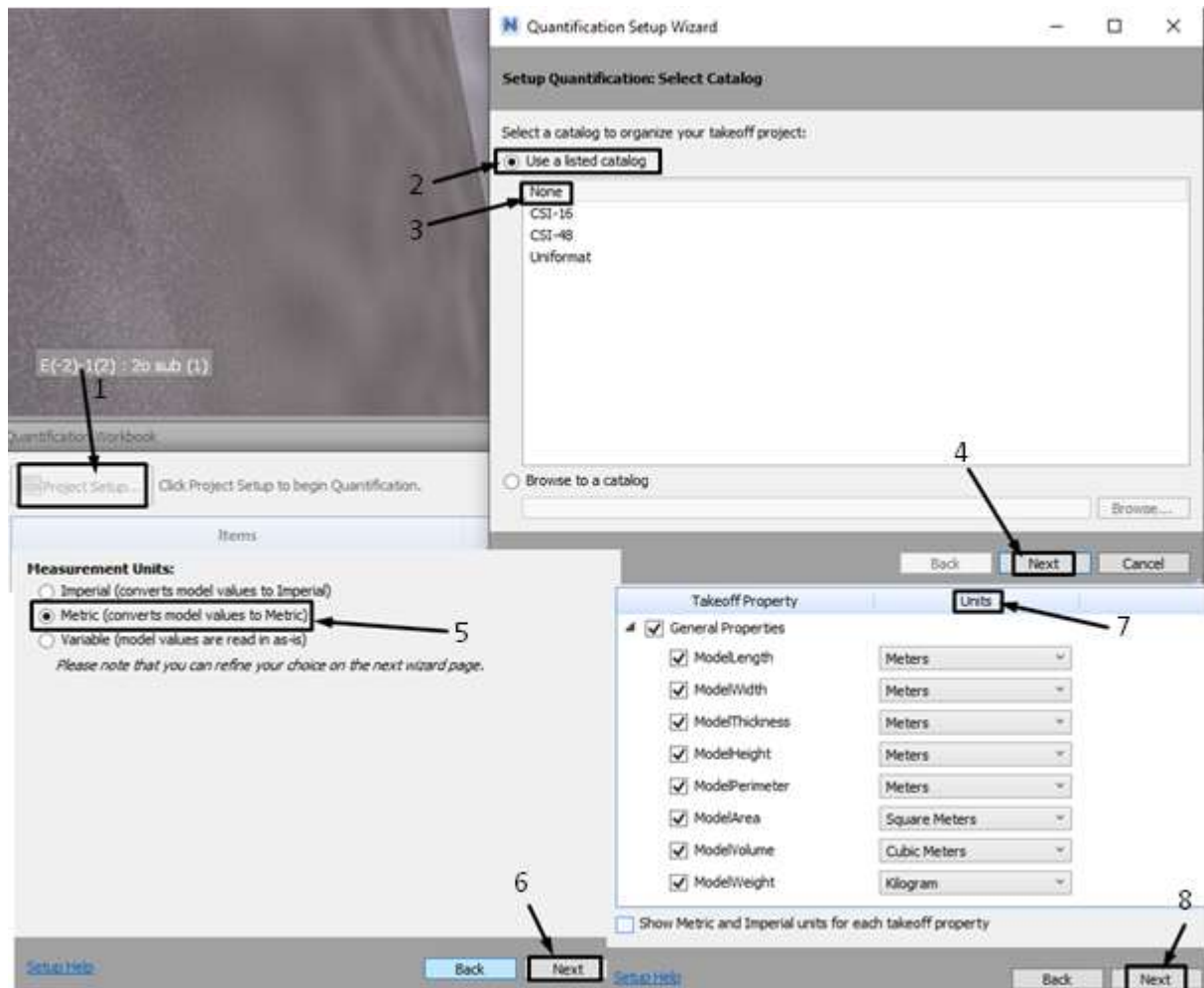
**Figura 11:** Opção *quantification* no Navisworks



**Fonte:** Autor

Após isso clica-se em 1. *Project setup* > 2. Seleciona *used a listed* > 3. seleciona *none* > 4. *Next* > 5. Seleciona *Metric* > 6. *Next* > 7. seleciona todos os itens e põem as unidades em *meters* ou *kilogram* > 8. *Next* > *Finish*. Esta sequência inicia a criação de um novo catálogo de serviços da obra, mostrado na figura 12.

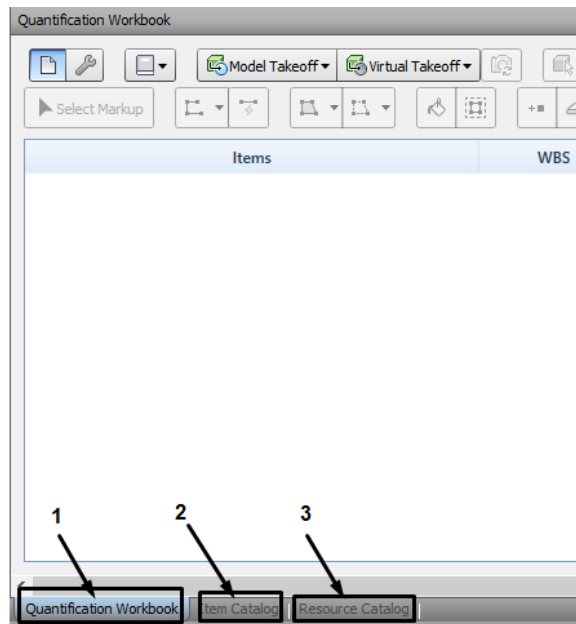
**Figura 12:** Iniciando criação do catálogo de serviços



**Fonte:** Autor

Agora, terá 3 abas, a primeira *quantification workbook*, responsável pela quantificação dos elementos, a segunda *item catalog* que conterà todos os serviços da obra e por último a terceira aba *resource catalog*, que contempla todos os recursos de composição da obra, ou seja, mão de obra e insumos. Essas abas estão representadas na figura 13, seguindo a ordem citada, 1, 2 e 3 respectivamente.

**Figura 13:** Abas da opção *quantification*



**Fonte:** Autor

Localizando essas abas, é preenchido a segunda, *item catalog*, com todos os pacotes de serviços que serão quantificados para o orçamento, mostrado na figura 14.

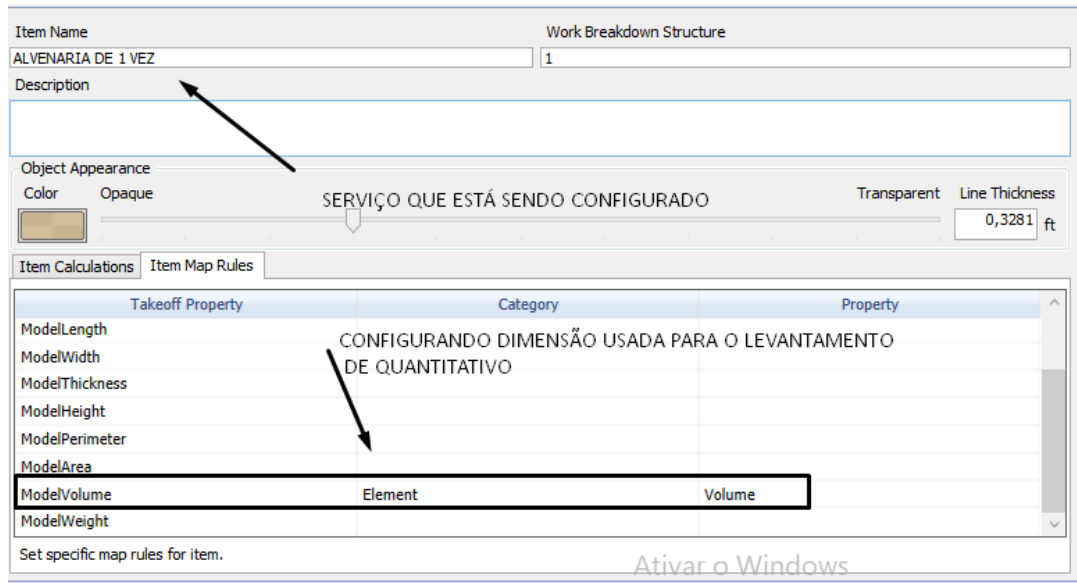
**Figura 14:** Pacotes de serviços levantados no navisworks

+ ALVENARIA	1
+ ALVENARIA	2
+ ALVENARIA	3
+ REVESTIMENTO	4
+ PAVIMENTAÇÃO	5
+ IMPERMEABILIZAÇÃO	6
+ FORRO	7
+ PINTURA	8

**Fonte:** Autor

Em seguida na segunda aba é configurada as dimensões em que cada serviço precisará ser extraído para quantificar e orçar, a fim de, permitir a leitura do *software* na execução do levantamento automático, como mostrado na figura 16.

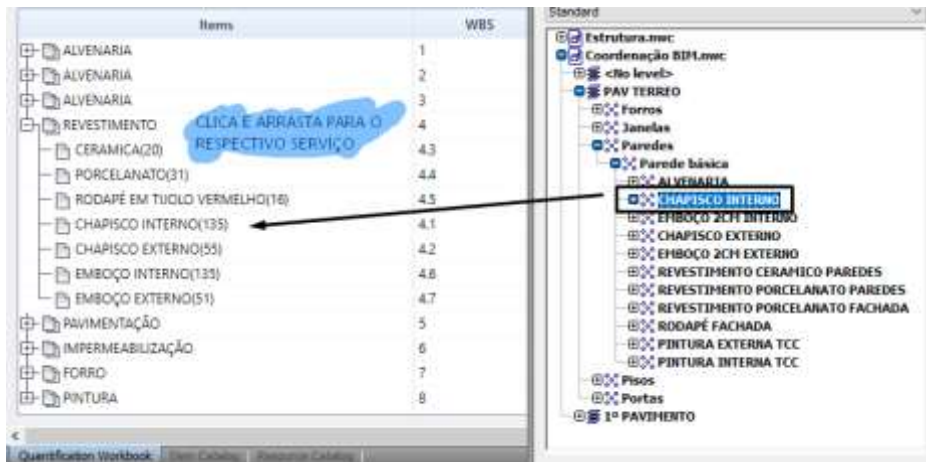
**Figura 15:** Configurando serviços



**Fonte:** Autor

Após a execução do passo anterior, retornamos à primeira aba, *quantification workbook*, onde será arrastada a sessão referente as atividades do projeto, para suas respectivas pastas dos serviços, conforme a figura 17.

**Figura 16:** Atribuindo atividades aos serviços



**Fonte:** Autor

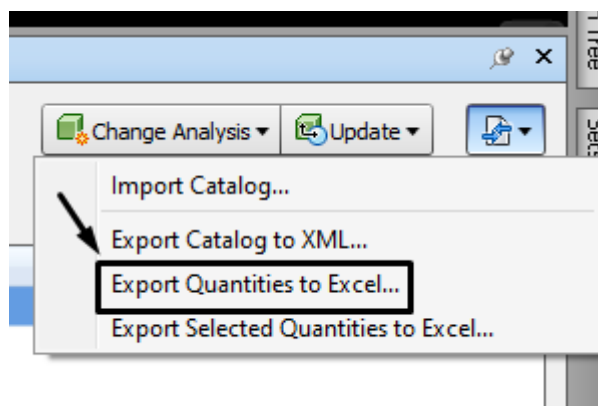
#### 4.1.5. Aplicação da composição de custos

A quinta etapa diz respeito a elaboração do orçamento executado através da metodologia BIM, para isso, implementa-se a composição de custo utilizada no orçamento tradicional. A elaboração do orçamento é feita através do Excel, com a exportação da planilha de quantitativos do Navisworks. Para exportar, deve ter sido executada a etapa 3.1.4. citada



anteriormente, e dentro da opção quantification deve-se procurar a opção chamada *export quantities to excel*, permitindo salvar os quantitativos em modelo de excel, como está mostrado na figura 17.

**Figura 17:** Função de exportar quantitativos para o excel



**Fonte:** Autor

Após isto é aplicada a composição de custos na planilha e o orçamento pelo BIM é finalizado.

#### 4.1.6. Análise comparativa dos orçamentos

Na sexta etapa é executada a comparação dos dois quantitativos, e a partir disso foi feito um levantamento de valores no projeto original, a fim de validar qual dos dois orçamentos está mais próximo da realidade.

Além disso, buscou-se informar o tempo de elaboração do orçamento no BIM, cronometrando este tempo, com intuito também de comparar a diferença entre os dois métodos de elaboração de orçamentos. Em vista disso, pôde-se levantar uma informação de ganho ou atraso na elaboração de um orçamento, ressaltando que o autor não tem uma experiência ampla no setor de orçamentação BIM.

É esperado que após a aplicação de todas as etapas mencionadas acima, os objetivos principais e específicos do presente trabalho sejam alcançados, com isso a apresentação dos resultados seja satisfatória e coerente para a questão de pesquisa levantada pelo trabalho.

## **4.2. Entrevista**

A entrevista é do tipo semiestruturada, que tem como intuito a elaboração de um roteiro para entrevista, mas permite que o entrevistado, às vezes, fale livremente acerca do assunto conforme for decorrendo a entrevista (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

Sabendo disso, a entrevista tem como objetivo descobrir informações sobre o projeto estudado, para tornar a modelagem o mais parecida com a executada possível. Nela pergunta-se dados, como por exemplo, pé direito executado, altura da impermeabilização de paredes, espessuras de reboco, chapisco, piso morto, regularização de piso etc.

O principal objetivo da entrevista foi detalhar com o engenheiro da obra como executado cada item do orçamento de maneira a esclarecer a maneira correta, para tentar alinhar ao máximo a modelagem de acordo com a edificação. Esse detalhamento de como foi executado teve como objetivo tornar o mais fiel possível a modelagem para que a quantificação represente de maneira real o empreendimento.

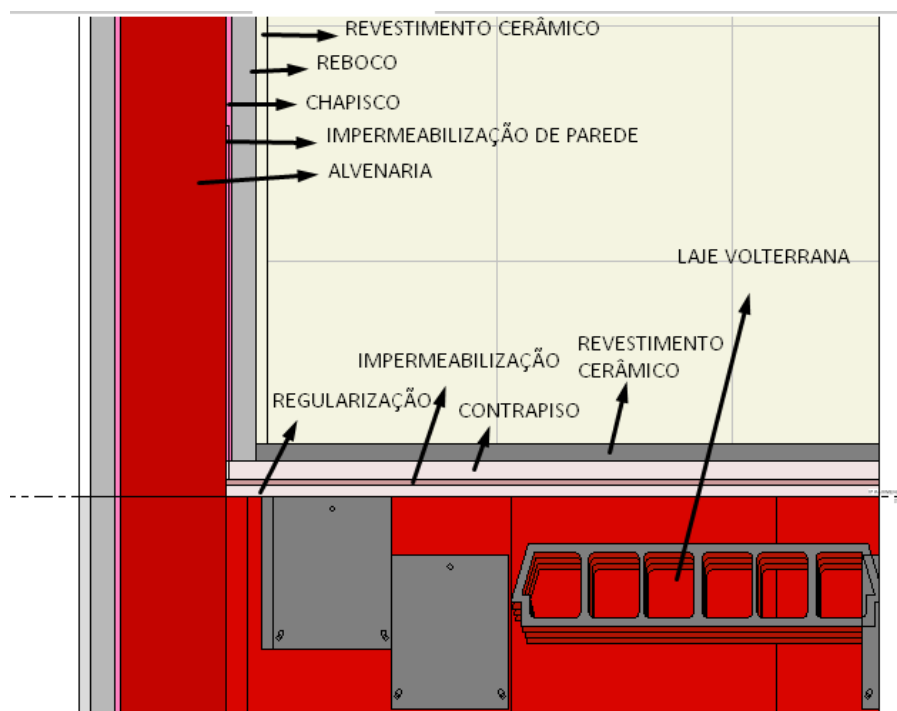
Além disso, foram perguntados também pontos específicos, como por exemplo, espessuras de parede, chapisco, reboco, piso morto, regularização, altura do forro e dúvidas sobre a leitura de alguns pontos dos projetos.

## **5. ANÁLISE E RESULTADOS**

O projeto em estudo foi modelado no Revit, de maneira detalhada, com o intuito de permitir uma extração de alguns serviços. Essa modelagem foi realizada a partir dos projetos disponibilizados pelo construtor no *AutoCAD* e teve como intuito permitir a execução

da extração dos quantitativos de maneira automática, a partir de outro *software*, o Navisworks. A partir da extração de quantitativos e da composição de custos usada no orçamento tradicional, foi executado o orçamento de alguns dos serviços utilizados para a construção do empreendimento. A figura 18 a seguir demonstra a modelagem detalhada citada anteriormente.

**Figura 18:** Exemplo de detalhes modelados no Revit



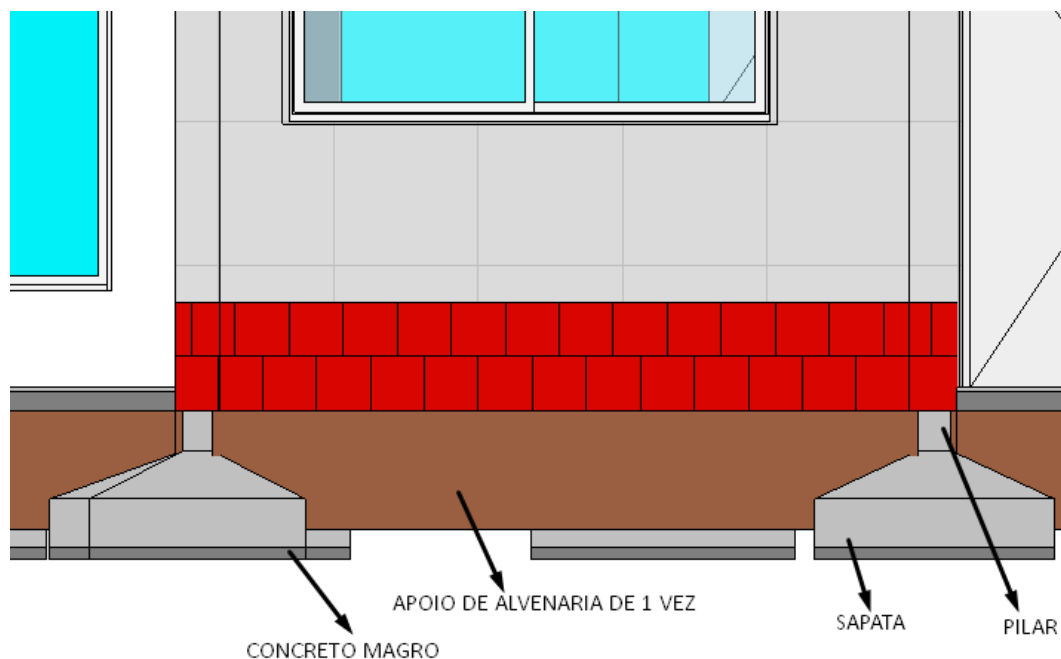
**Fonte:** Autor

Vale lembrar que para apresentar os resultados aqui presentes foram selecionados alguns serviços a fim de serem quantificados, porém, nem todas as atividades ou itens dos serviços foram levantados. Esses serviços levantados foram: fundações, estruturas de concreto armado, alvenarias, revestimento interno e externo, pavimentação, impermeabilização, forro de gesso e pintura.

Ao longo da modelagem do empreendimento aparecem algumas dificuldades, como, por exemplo, laje treliçada, que apresentou um valor de área totalmente fora da realidade, representação de armaduras, modelagem da cobertura e falta de detalhamento do projeto. A maior dificuldade apresentada foi à extração de quantitativo da laje volterrana, no qual, não apresentou um resultado satisfatório e condizente com o real.

Além disso, a modelagem da cobertura e a representação dos aços nas estruturas não foram modeladas, portanto não será quantificado nem orçado no trabalho. Como pode ser visto na figura 19, é modelada apenas a estrutura e não as ferragens.

**Figura 19:** Exemplo das fundações e pilares



**Fonte:** Autor

O BDI, a mão de obra, os serviços não modelados para levantamento e equipamentos não foram quantificados, logo foi mantido os valores do orçamento original, a fim de permitir apresentar um orçamento final completo. Logo foram mantidos os valores que foram quantificados no orçamento original. Além disso, há uma diferença dos dados usados para quantificar insumos dos usados para quantificar atividades, e para isso seria necessário que a composição de custo apresentasse dados mais específicos em relação aos parâmetros utilizados para calcular a quantidade de insumos, da empresa responsável pela obra.

Todo o processo de modelagem está sendo cronometrado. Sabendo disso, o tempo utilizado para conclusão da modelagem da parte estrutural e arquitetônica da edificação foi aproximadamente 18 horas e 25 minutos.

Um ponto importante é que o BIM permite uma extração de quantitativos de maneira mais rápida, e apesar de apresentar valores aproximados, o ganho de tempo é muito maior, impactando em uma maior produtividade, visto que um orçamento completo demore em torno de 8 a 12h e um no BIM seja aproximadamente 4 a 5h.

Na modelagem estrutural está contemplado sapatas, vigas, pilares, baldrame e lajes, já na arquitetura temos a modelagem de alvenaria, chapisco, reboco, contrapiso, revestimento cerâmico horizontal e vertical, pintura externa e interna, rodapé de tijolo

vermelho na área externa, impermeabilização de áreas molhadas, regularização, piso morto e forro.

Para a execução do orçamento foi utilizado 1 hora e 27 minutos para a configuração do *software*, extração de quantitativos, alinhamento de alguns detalhes encontrados ao olhar para o orçamento tradicional, como por exemplo, a separação de chapisco e emboço para área externa e interna que havia sido extraído primeiramente todo junto, e aplicação do custo unitário dos serviços.

Para apresentar os resultados, será executada uma análise comparativa dos resultados, a fim de apresentar as diferenças de cada serviço modelado, apresentando em cada serviço as atividades que foram quantificadas. Nessa comparação será apresentada uma tabela de cada com quantitativo do modelo tradicional, quantitativo no BIM, diferença de quantitativos e a diferença percentual. E para validar os valores extraídos pelo BIM, será conferido no projeto original qual dos dois orçamentos chegou no valor mais próximo, pois ao analisar o tradicional percebeu-se que ele também apresentava algumas discordâncias com o levantado diretamente no projeto. A configuração dessa tabela pode ser vista na tabela 7:

**Tabela 7:** Tabela base para análise

Quantitativo - Serviço						
Discriminação	Und	Tradicional	Diferença	Projetado	BIM	Diferença
Atividade 1	Unid	A	A-B	B	C	C-B
Atividade 2	Unid	A	A-B	B	C	C-B

**Fonte:** Autor

Vale citar que valores positivos significam que o método comparado está com a quantificação acima do orçamento base, e negativo significa que o método está com a quantificação inferior ao do orçamento base.

O orçamento tradicional utilizado nesse trabalho apresenta desvios injustificados que devem ser levados em consideração. Portanto a eficácia do BIM levantada deve ser analisada como ressalvas. Como por exemplo, chapisco e emboço, que apresentam valores muito acima ao ser comparado com o orçamento projetado.

### **5.1. Análise comparativa dos resultados**

Na análise dos serviços, será mostrado o quantitativo do serviço feito pelo método tradicional e o feito através do BIM, além da diferença entre eles, atentando-se que para valores positivos da diferença significa que o tradicional está com o custo mais elevado e negativo o BIM.

## 1) FUNDAÇÕES

Nesse pacote de serviços, o valor extraído pelo BIM foi quase a metade do tradicional, porém, ao calcular o volume no projeto original, o valor encontrado foi 2,34, exatamente o valor extraído pelo navisworks através da metodologia BIM, portanto, o BIM se mostrou mais preciso que o tradicional. Os valores comparados podem ser encontrados na tabela 07.

**Tabela 8:** Quantitativo e preço do serviço de fundações

Quantitativo - Fundações						
Discriminação	Und	Tradicional	Diferença	Projetado	BIM	Diferença
Concreto fck = 25mpa	m <sup>3</sup>	4,0	1,66	2,34	2,34	0
Transporte e lançamento de concreto em fundações (sem elevação)	m <sup>3</sup>	4,0	1,66	2,34	2,34	0

**Fonte:** Autor

## 2) ESTRUTURA EM CONCRETO ARMADO

Já na concretagem e lançamento o erro de quantitativo foi identificado, pois ocorreu a falta da modelagem da camada de concreto lançado acima das volterranas e ausência da modelagem da estrutura da caixa d'água.

Em estrutura em concreto armado, percebemos uma diferença muito grande entre os quantitativos, inclusive na laje volterrana, chegando a valores maiores que o dobro do tradicional. Buscou-se identificar possíveis causas dentro do *software*, portanto, não houve êxito em encontrar quais parâmetros estavam sendo utilizados para cálculo da área da laje, mas suponho que o *software* está considerando a área da face superior e inferior da laje dobrando o valor, sendo a primeira suposição sobre esse possível erro.

Com isso, olhando para os valores, o tradicional nesse serviço teve um resultado melhor que o do BIM, mesmo identificando o que gerou o problema de quantitativo da concretagem e lançamento, pois durante a pesquisa não foi identificado à maneira correta de extrair os quantitativos da laje volterrana. Os valores citados podem ser analisados na tabela 9.

**Tabela 9:** Quantitativo e preço do serviço de estrutura em concreto armado

Quantitativo – Estrutura em Concreto Armado						
Discriminação	Und	Tradicional	Diferença	Projetado	BIM	Diferença
Concretagem e aplicação de concreto	M <sup>3</sup>	20,61	9,42	11,19	11,55	0,36
Concreto fck = 25mpa	M <sup>3</sup>	20,61	9,42	11,19	11,55	0,36
Laje volterrana para 1° piso	M <sup>2</sup>	70,53	1,32	69,21	171,51	102,30
Laje volterrana para forro	M <sup>2</sup>	70,53	17,17	53,36	129,30	75,94

**Fonte:** Autor

Em relação ao erro do quantitativo da laje volterrana, surgiram mais duas suposições que podem ter causado esse valor tão fora da realidade. O primeiro deu-se a uma possível modelagem de forma errada, no qual, resultou no levantamento errado do *software*, considerando parâmetros ou unidade de medidas erradas da laje.

A segunda é a hipótese que o *software* está calculando a área completa dos elementos modelados, já que a laje volterrana é modelada por meio de vigas, logo o *software* pode ter considerado o elemento completo no cálculo de área, por exemplo, área interna de cada furo do tijolo e externa, área completa da vigota. Como pode ser visto na figura 20.

**Figura 20:** Laje volterrana



**Fonte:** Autor

Após avaliar os possíveis erros, e não ter identificado de forma concreta o real motivo desse erro, trouxe uma solução para que o *software* extraísse de forma correta a área

da laje volterrana. A sugestão para quem sentir essa dificuldade é modelar a camada de concreto que vai acima da laje volterrana, já que a área será a mesma, com isso encontraremos o valor correto da laje volterrana.

### 3) ALVENARIAS

Em alvenarias constatamos valores bem equivalentes ao orçado tradicionalmente. E os serviços de baldrame em tijolo furado e alvenarias de pavimento térreo e pavimento 1, tiveram resultados satisfatórios dentro da metodologia. Já a fundação de pedra argamassada que apresentou uma maior diferença, ao ser levantado no projeto original, mostrando-se mais coerente no BIM do que no orçamento tradicional. Portanto o BIM nesse serviço apresentou uma precisão maior em relação ao orçamento tradicional. Os valores comparados estão representados na tabela 10.

**Tabela 10:** Quantitativo e preço do serviço de alvenarias

<b>Quantitativo – Alvenaria</b>						
<b>Discriminação</b>	<b>Und</b>	<b>Tradicional</b>	<b>Diferença</b>	<b>Projetado</b>	<b>BIM</b>	<b>Diferença</b>
‘Fundação de pedra argamassada	M <sup>3</sup>	14,59	10,53	4,06	4,88	0,82
Baldrame em tijolo furado	M <sup>2</sup>	7,29	0,28	7,01	7,69	0,68
Alvenaria de tijolo furado (e=10cm) – Pavimento térreo	M <sup>2</sup>	151,95	5,95	146,00	145,39	-0,61
Alvenaria de tijolo furado (e=10cm) – 1º Pavimento	M <sup>2</sup>	151,81	15,39	136,42	137,46	1,04

**Fonte:** Autor

### 4) REVESTIMENTO INTERNO

Ao analisarmos os quantitativos de revestimento interno percebemos que todos os números coletados foram satisfatórios, ressalvando que a diferença foi de forma bem mais expressiva a favor do BIM. Logo, o BIM foi melhor que o tradicional aqui. Os valores comparados podem ser encontrados na tabela 11.

**Tabela 11:** Quantitativo e preço do serviço de revestimento interno

<b>Quantitativo – Revestimento Interno</b>
--



<b>Discriminação</b>	<b>Und</b>	<b>Tradicional</b>	<b>Diferença</b>	<b>Projetado</b>	<b>BIM</b>	<b>Diferença</b>
Chapisco de paredes	M <sup>2</sup>	375,22	44,98	330,24	335,08	4,84
Reboco de paredes	M <sup>2</sup>	375,22	52,97	322,25	333,65	11,40
Cerâmica 45x45cm – Cozinha e banheiro (h = 2,40m) a definir	M <sup>2</sup>	113,90	18,94	94,96	93,69	-1,27

**Fonte:** Autor

## 5) REVESTIMENTO EXTERNO

Em revestimento externo, apesar de chapisco e reboco apresentarem um valor extraído muito inferior ao orçado pelo tradicional, ao conferir no projeto original, o BIM apresentou valores mais condizentes com o da edificação. Portanto, nesse pacote de serviços, o BIM foi melhor que o tradicional, já que ele se apresentou bem mais preciso. Os valores comparados podem ser encontrados na tabela 12.

**Tabela 12:** Quantitativo e preço do serviço de revestimento externo

<b>Quantitativo – Revestimento Externo</b>						
<b>Discriminação</b>	<b>Und</b>	<b>Tradicional</b>	<b>Diferença</b>	<b>Projetado</b>	<b>BIM</b>	<b>Diferença</b>
Chapisco Externo	M <sup>2</sup>	314,14	120,76	193,38	190,95	-2,43
Reboco externo	M <sup>2</sup>	314,14	120,76	193,38	197,03	3,66
Porcelanato cinzar a definir	M <sup>2</sup>	53,1	3,71	49,39	51,4	2,01
Rodapé em tijolo vermelho a definir	M <sup>2</sup>	12,6	1,12	11,48	11,86	0,38

**Fonte:** Autor

## 6) PAVIMENTAÇÃO

Na pavimentação, percebemos que o BIM se mostrou mais preciso que o tradicional, visto que os quantitativos levantados e comparados ficaram dentro da porcentagem considerada aceitável no trabalho. Ou seja, os quantitativos estão coerentes e não precisaram ser conferidos em projeto. Portanto o BIM se mostrou mais preciso que o tradicional para este serviço. A tabela 13 mostra os valores comparados.

**Tabela 13:** Quantitativo e preço do serviço de pavimentação

<b>Quantitativo - Pavimentação</b>						
<b>Discriminação</b>	<b>Und</b>	<b>Tradicional</b>	<b>Diferença</b>	<b>Projetado</b>	<b>BIM</b>	<b>Diferença</b>
Piso morto em concreto	M <sup>2</sup>	112,91	9,17	103,74	105,95	2,21
Contrapiso de regularização	M <sup>2</sup>	182,5	25,61	156,89	164,63	7,74
Porcelanato 60x60cm a definir	M <sup>2</sup>	167,09	29,08	138,01	141,58	3,57
Cerâmica 45x45cm – Banheiros a definir	M <sup>2</sup>	15,41	0,00	15,41	15,47	0,06

**Fonte:** Autor

## 7) IMPERMEABILIZAÇÃO

Na impermeabilização, apesar de uma diferença considerável, o BIM apresentou valores mais próximos ao ser comparado com o levantamento que foi executado no projeto original. Portanto, o BIM foi mais preciso nesse serviço. Os valores comparados podem ser encontrados na tabela 14.

**Tabela 14:** Quantitativo e preço do serviço de impermeabilização

<b>Quantitativo - Impermeabilização</b>						
<b>Discriminação</b>	<b>Und</b>	<b>Tradicional</b>	<b>Diferença</b>	<b>Projetado</b>	<b>BIM</b>	<b>Diferença</b>
Regularização para impermeabilização	M <sup>2</sup>	33,53	5,04	31,84	33,26	1,42
Impermeabilização com manta asfáltica	M <sup>2</sup>	36,88	5,04	31,84	33,26	1,42
Proteção mecânica	M <sup>2</sup>	33,53	5,04	31,84	33,26	1,42

**Fonte:** Autor

## 8) FORRO DE GESSO

Nesse pacote de serviços, apesar de apresentar um valor superior ao tradicional, o BIM foi melhor que o tradicional, pois o forro foi modelado em toda a edificação conforme o

projeto, e o *software* extraiu de maneira mais precisa os valores de forro, além de ao ir no projeto original, o valor se assemelha ao do BIM. Portanto, o BIM foi melhor nesse serviço. Os valores comparados podem ser encontrados na tabela 15.

**Tabela 15:** Quantitativo e preço do serviço forro de gesso

<b>Quantitativo – Forro de Gesso</b>						
<b>Discriminação</b>	<b>Und</b>	<b>Tradicional</b>	<b>Diferença</b>	<b>Projetado</b>	<b>BIM</b>	<b>Diferença</b>
Forro de gesso acartonado FGA - Plano	M <sup>2</sup>	115,3	-4,48	119,78	120,41	0,63

**Fonte:** Autor

## 9) PINTURA

No serviço de pintura, vemos uma diferença considerável em quase todos os serviços, porém foi levantado o quantitativo no projeto original e foi constatado que os valores do BIM foram mais próximos que o do tradicional. Portanto o BIM para esse serviço também apresentou valores mais satisfatórios. Os valores comparados podem ser encontrados na tabela 16.

**Tabela 16:** Quantitativo e preço do serviço de pintura

<b>Quantitativo - Pintura</b>						
<b>Discriminação</b>	<b>Und</b>	<b>Tradicional</b>	<b>Diferença</b>	<b>Projetado</b>	<b>BIM</b>	<b>Diferença</b>
Emassamento e pintura látex no forro de gesso	M <sup>2</sup>	115,3	-4,48	119,78	120,41	0,63
Emassamento e pintura acrílica em paredes	M <sup>2</sup>	261,32	34,03	227,29	239,96	12,67
Textura graffiato - fachada	M <sup>2</sup>	314,14	170,15	143,99	145,63	1,65

**Fonte:** Autor

## 5.2. Apresentação dos resultados

Após a extração dos quantitativos mostrados anteriormente, os valores dos serviços foram aplicados e executados 4 tipos de orçamento: o tradicional é o orçamento referente ao que foi recebido pelo construtor, o BIM o orçamento no qual utiliza os quantitativos extraídos pelo navisworks, o Projetado é o orçamento executado a partir de quantitativos levantados diretamente do projeto original no AutoCAD e por último a diferença entre o orçamento tradicional e o BIM. Nesse ultimo orçamento está contemplado os quantitativos que foram mais precisos entre o BIM e o tradicional. Como pode ser visto a representação dos valores dos 4 orçamentos no gráfico da figura 21.

**Figura 21:** Orçamentos



**Fonte:** Autor

Como se pode ver, o orçamento tradicional está bem acima do valor do que se tem projetado, com uma diferença de R\$ 574.926,8, já o orçamento todo executado no BIM também apresentou um valor bem acima do projetado, com uma diferença de R\$ 502.099,64, Ou seja, em relação ao projetado, o tradicional está acima aproximadamente 14,45%, já o BIM mesmo com um serviço totalmente fora de realidade está acima 12,61%.

Porém, como foi visto na apresentação dos resultados, o quantitativo extraído pelo BIM na parte de laje volterrana acabou deixando o valor muito acima do que realmente deveria ser, já que o custo da laje é um dos maiores em todo o projeto. Após isso foi apresentado o quarto orçamento, onde temos a junção dos serviços positivos do tradicional com os serviços positivos do BIM, com isso chegamos a um valor bem mais próximo que o projetado, apresentando uma diferença de R\$ 203.745,78, trazendo para percentual, uma diferença de 5,12% a mais no orçamento final.

Outra comparação interessante de se ver é que o BIM apesar de apresentar uma diferença consideravelmente grande na atividade de laje voltterrana, que apresenta um custo elevado dentro do orçamento, ainda sim foi mais econômico que o tradicional, apresentando uma economia de R\$72.827,16.

Ao olharmos para essa diferença entre projetado e o quarto orçamento, percebemos que o valor ainda está bem acima, porém, deve ser levado em conta que o BIM foi mais preciso o tradicional em quase todos os serviços, exceto na atividade de laje voltterrana e que a modelagem contempla alguns detalhes que talvez, ao levantar esses quantitativos manualmente, como foi feito no projetado e tradicional, o orçamentista esqueça, ou represente de maneira que não condizente com o real.

Portanto, a intenção deste trabalho não é apenas apresentar a economia financeira, e sim demonstrar qual o impacto que essa metodologia apresenta, em relação à precisão, custo e produtividade quando comparada ao orçamento tradicional. Contudo, essa economia que o BIM proporciona ocorre devido à metodologia permitir a extração de valores mais precisos que o levantado tradicionalmente, visto que leva em consideração detalhes como, por exemplo, abertura de esquadrias e portas. Essa abertura faz com que se reduza o quantitativo levantado, por exemplo, de alvenarias, chapisco, reboco, pintura, porcelanato e cerâmicas. Logo, podemos analisar que, a metodologia permite uma precisão maior que o tradicional em em relação a extração de quantitativos em projetos, principalmente, se for modelado com muitos detalhes.

Lembrando que em comparação ao que está orçado no tradicional, foi quantificado poucos itens, logo, provavelmente o BIM traria uma diferença bem mais expressiva caso fosse feito o quantitativo de todos os serviços para a execução do orçamento.

Além disso, devemos levar em conta também o tempo de execução de um orçamento, quem elabora da maneira convencional sabe que, mesmo com uma experiência na área, requer uma quantidade considerável de horas. Já no Navisworks, foi dispendido 1h e 27 min, para os serviços levantados. Porém, deve-se atentar que o tempo utilizado para extrair e executar o orçamento foi o citado acima, devido à configuração dos parâmetros necessários para a quantificação de cada serviço, mas considerando uma empresa especializada em BIM, que já trabalhem com o *software*, eles teriam apenas que importar o catálogo já existente e configurado, portanto utilizando menos tempo para executar um orçamento.

Portanto, não devemos analisar apenas para a diferença de custo entre os dois orçamentos, devemos também observar o ganho de tempo e produtividade que o *software* pode trazer para um empreendimento. A seguir será mostrada na tabela 16 quais pacotes de

serviços que o BIM foi mais vantajoso que o tradicional. Esse resumo tem como objetivo facilitar a identificação de em quais serviços o BIM se destacou ao longo das análises.

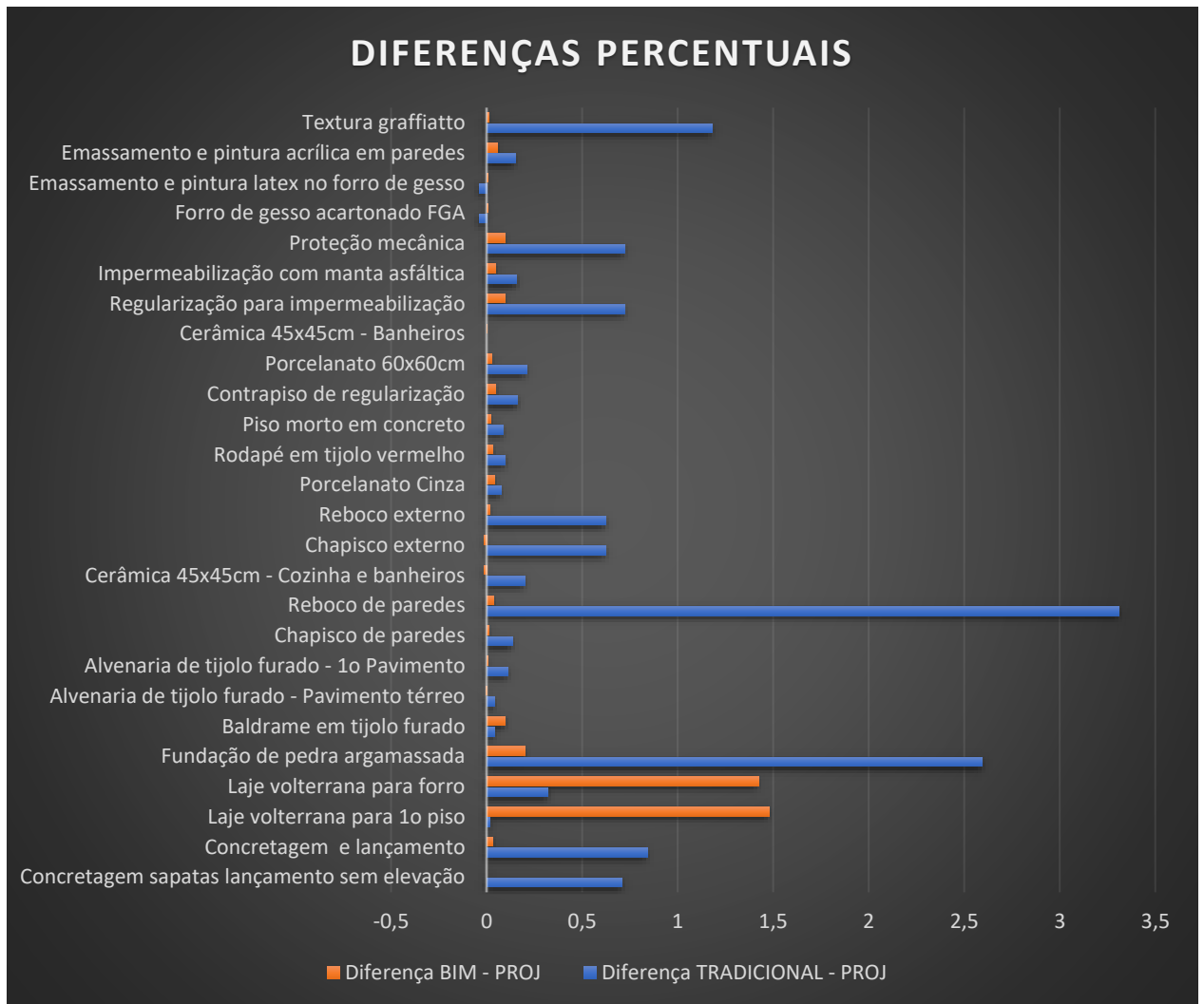
**Tabela 17:** Resultado do comparativo

<b>Pacote de Serviços</b>	<b>Maior Precisão</b>
Fundações	BIM
Estrutura em Concreto armado	Tradicional
Alvenarias	BIM
Revestimento Interno	BIM
Revestimento Externo	BIM
Pavimentação	BIM
Impermeabilização	BIM
Forro de Gesso	BIM
Pintura	BIM

**Fonte:** Autor

A figura 22 a seguir tem como intuito trazer um gráfico que represente os dados apresentados nas tabelas citadas acima, porém através da representação de dados a partir do percentual da diferença entre os orçamentos. Portanto os valores das diferenças foram divididos pelos valores dos quantitativos projetados, com isso obtemos o percentual da diferença de ambos, tradicional e BIM. Esse gráfico é um resumo do que foi mostrado nas tabelas acima.

**Figura 22:**Diferença percentual dos orçamentos



**Fonte:** Autor

## 6. CONCLUSÃO

Com o avanço tecnológico a utilização de novas tecnologias vem sendo cada vez mais crucial no mercado de trabalho, com o intuito de permitir ganho de precisão e

produtividade, assim reduzindo riscos e aumentando lucros dos empreendimentos. O BIM vem sendo essa alternativa de evolução no mercado da construção civil e o trabalho teve como objetivo analisar quais os impactos que essa metodologia poderia trazer para um empreendimento no âmbito de orçamentação.

A análise de dados permitiu observar onde os impactos do BIM foram maiores em relação ao tradicional, nos serviços de fundações, revestimento externo, revestimento interno e pintura o BIM apresentou um impacto maior, trazendo normalmente valores inferiores, porém mais precisos, que o orçado no tradicional.

Já as outras atividades também trouxeram valores bastante atrativos, em exceção a laje volterrana como foi citada. Mas para isso fica a sugestão de modelar a camada de concreto que vai acima da laje volterrana, permitir a extração correta e precisa da mesma.

Vale ressaltar que todos os objetivos do trabalho foram atingidos, permitindo a conclusão da pesquisa e obtenção de resultados que possibilitassem apresentar quais dos dois orçamentos seria mais vantajoso para uma obra.

Todos os objetivos do trabalho foram atingidos, pois a partir da análise de resultados e conclusão foi possível indicar quais os impactos positivos e negativos da metodologia BIM. Os objetivos específicos foram todos alcançados, visto que ao longo do trabalho foi modelado o projeto, recebido no *software* AutoCAD, no Revit, para ser exportado para outro software o navisworks, onde foram extraídos todos os quantitativos apresentados e aplicada à composição de custo para permitir a elaboração do orçamento BIM. Após a elaboração do orçamento BIM, percebe-se a necessidade de um terceiro orçamento o projetado, visto que os orçamentos apresentavam alguns valores significativamente diferentes. Ao ter os 3 orçamentos, tradicional, BIM e o projetado foi executada a análise dos orçamentos adquiridos.

A metodologia BIM no desenvolvimento do trabalho se mostrou vantajosa, já que, dos 9 pacotes de serviços quantificados apenas 1 não foi favorável pelo BIM. Observando os resultados apresentados, acredito que caso a modelagem tivesse conseguido abranger todos os pacotes de serviços, inclusive a correção da atividade de laje volterrana, e todas as atividades de todos os serviços o impacto gerado pelo BIM no orçamento teria sido superior ao apresentado, já que ao comparar o orçamento em que contempla todo o quantitativo do BIM exceto a laje volterrana, a economia em relação ao tradicional já é algo a ser visto de forma positiva. Além disso, sabemos que dos 9 pacotes de serviços quantificados, em nenhum deles foi levantado todas as atividades executadas no pacote, logo acredita-se que apresentaria, uma diferença maior.



A metodologia oferece precisão e ganho de produtividade quando comparado ao tradicional, principalmente caso a empresa já trabalhe e tenha executados outros orçamentos, tendo em seu banco de dados catálogos configurados. Esses catálogos já configurados permitem que no momento da extração o quantitativo o tempo seja reduzido consideravelmente, já que não será preciso configurar o *software* para cada atividade/serviço, precisando apenas indicar quais elementos estarão dentro da quantificação de cada atividade.

Contudo, não tem apenas vantagens, o BIM mostrou-se sim mais preciso e com uma produtividade melhor em relação ao método tradicional, porém, as dificuldades que apresentam exigem que o profissional que use os *softwares* tenha experiência e seja qualificado para saber como modelar e extrair de forma correta as informações, para que não haja um erro que custaria bem caro para uma obra, como por exemplo, a laje volterrana. Caso não fosse identificado em uma obra aquele erro da laje, devido a falta de experiência do orçamentista com a tecnologia, o possível prejuízo seria grande, já que era um serviço com o valor por m<sup>2</sup> caro, além de chegar a ser mais que o dobro da área da laje.

Além disso, percebeu-se também a importância de uma modelagem bastante cuidadosa, extremamente detalhada para que seja permitida a extração de quantitativos mais precisos, já que quando falamos do BIM 5D, quanto mais elementos forem modelados, mais preciso se torna a extração de quantitativos pela tecnologia.

Fica como sugestão de trabalho futuro a elaboração de um orçamento completo conseguindo abranger todas as atividades presentes em todos os serviços, porém, utilizando softwares diferentes, permitindo que tudo seja modelado na plataforma BIM que seja mais indicada para aquele serviço, com isso, permitindo a avaliação mais detalhada do orçamento. Essa utilização de vários softwares seria para ver o quão mais preciso de fato uma obra BIM pode ser em relação ao método tradicional quando utilizado todos os softwares mais indicados para cada dos projetos que compõem uma obra, ou seja, arquitetônico, hidrossanitário, elétrico e estrutural.

## REFERÊNCIAS

AL-MASHTA, S. *Integrated cost budgeting and cost estimation model for building projects*. 2010. Tese de Doutorado. Concordia *University*.

ANDRADE, L. S. **A contribuição dos sistemas BIM para o planejamento orçamentário das obras públicas: estudo de caso do auditório e da biblioteca de Planaltina**. 2012.

Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC). **Fundamentos BIM - Parte 1: Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras**/Câmara Brasileira da Indústria da Construção. - Brasília, 2016.

CAMPESTRINI, T. F. *et al.* **Entendendo BIM**. Curitiba, PR, 2015.

CANTÓ CARPETANO, L. *Propuesta de implantación BIM basada en la sinergia BIM-Lean Construction*. 2017.

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

COSTA, J. M. C; SERRA, S. M. B. **Comparação de processos de levantamento de quantitativos: tradicional e BIM**. XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ENTAC 2014), Maceió, 2014.

DA COSTA, G. C. L. R; FIGUEIREDO, S. H; RIBEIRO, S. E. C. **Estudo comparativo da tecnologia CAD com a tecnologia BIM**. Revista de Ensino de Engenharia, v. 34, n. 2, 2015.

DA FONSECA, J. J. S. **Apostila de metodologia da pesquisa científica**. João José Saraiva da Fonseca, 2002.

DE PAULA SILVA, A. S. *et al.* **A TECNOLOGIA BIM COMO FERRAMENTA DE MAXIMIZAÇÃO DE RESULTADOS**. Revista Interdisciplinar Pensamento Científico, v. 5, n. 4, 2019.

EASTMAN, C. *et al.* **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. Bookman Editora, 2014.

FREITAS, J. G. A. **Metodologia BIM: uma nova abordagem, uma nova esperança**. 2014. Tese de Doutorado.

GERHARDT, T. E; SILVEIRA, D T. **Métodos de pesquisa**. Plageder, 2009.

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

GOLDMAN, P. **Introdução ao planejamento e controle de custos na construção civil brasileira**. Pini, 1997.

GONZÁLEZ, M. A. S. **Noções de orçamento e planejamento de obras**. São Leopoldo: UNISINOS, 2008.

LAUDIEN, A. P. *et al.* **ESTUDO DA VIABILIDADE DO CONCEITO BIM (Building Information Modeling) NO GERENCIAMENTO DE OBRAS**. Revista Interdisciplinar Científica Aplicada, v. 14, n. 1, p. 73-97, 2020.

LIANG, P. *Key Points of Budget Control of Construction Cost Based on Information Technology and Its Grasp Analysis*. 2019.

- MATTOS, A. D. **Como preparar orçamentos de obras**. São Paulo: PINI, 2006.
- MUTTI, C. N. **Apostila Administração da construção ECV 5307**. Florianópolis, 2016
- SILVA, S. M. **Controle de custos de obras**. Monografia (Especialização em Construção Civil), Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2009.
- SINDICATO DA INDÚSTRIA E DA CONSTRUÇÃO NO ESTADO DO CEARÁ. **Custo Unitário Básico (CUB/m<sup>2</sup>): principais aspectos**. Fortaleza: SINDUSCON-CE, 2020.
- TASSARA, G. V; DOLABELLA, G. C. B. *The importance of integration for bim automation in modeling and budgeting steps/A importância da integração para a automação do bim nas etapas de modelagem e orçamentação*. Brazilian Journal of Development, v. 5, n. 10, p. 17869-17876, 2019.
- TAVES, G. G. **Engenharia de custos aplicada à construção civil**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2014.
- TISAKA, M. **Metodologia de cálculo da taxa do bdi e custos diretos para a elaboração do orçamento na construção civil**. Instituto de Engenharia. São Paulo: Instituto de engenharia, 2009.
- TRUPL, D. P. P. P. **Estudo de potencial econômico de compatibilização de projeto com plataforma BIM**. Centro Universitário Christus, 2019
- ZANELLA, L. C. H. **Metodologia de pesquisa**. 2. ed. rev. e atual. Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração, UFSC, 2011.