

COMPARAÇÃO QUANTITATIVA E DE CUSTOS SOBRE PROJETO DE RESIDÊNCIA DE DOIS PAVIMENTOS NAS PLATAFORMAS BIM E TRADICIONAL.

José Bruno de Gois Rebouças, Lázaro Luis de Lima Sousa.

Resumo: A elaboração de um orçamento é um desenvolvimento complexo na construção civil, por ser demorado e dependente de diversas informações. A realização do levantamento de quantitativo de insumos e custos de um projeto é considerada uma das etapas mais desgastante da elaboração orçamentária, já que é um desenvolvimento trabalhoso e capaz de apresentar muitos erros que podem impactar diretamente no custo total da obra. Neste contexto, com a finalidade de entender as propriedades e características da tecnologia BIM, direcionada para a composição de custos e orçamentos, o presente trabalho baseia-se no emprego da metodologia BIM e busca demonstrar a sua funcionalidade no levantamento de custos utilizando o conjunto de informações da referida metodologia, assim como demonstrar as ferramentas possíveis de utilizar para realizar essa abordagem, como o software Revit que domina o mercado no uso da tecnologia devido a sua conjuntura. O trabalho desenvolvido dedica-se a um estudo exploratório, sendo a metodologia BIM associada a orçamentos e custos de um estudo de caso de um projeto no qual foi possível realizar a análise comparativa com a metodologia tradicional. Com o estudo e análises realizadas será possível demonstrar que o uso do Revit para o desempenho do levantamento das quantidades e custos de um projeto para composição de um orçamento, apresenta mais vantagens, rapidez e exatidão nas informações.

Palavras-chave: BIM, quantitativo, orçamentos, Revit.

1. INTRODUÇÃO

É de conhecimento geral, que o setor da construção civil apresenta projetos e obras superfaturadas. Esse fator demonstra uma instabilidade que ocorre normalmente com os levantamentos e orçamentos dos custos realizados, devido a esse e entre outros fatores relacionados à variação dos custos, o presente trabalho apresentará uma forma sólida para levantamento do quantitativo e dos custos, ajudando desse modo na composição de orçamentos referentes aos projetos.

Para tal realização, a tecnologia BIM será utilizada, por ser capaz de associar projeto e materiais influenciando diretamente na composição de custos da construção civil. De acordo com Franco[1], os projetos modelados em BIM podem incluir os produtos e materiais reais que serão utilizados para construção, incorporando sua geometria, suas características, suas especificações e as informações para adquiri-las se forem aprovados.

Conforme Mayr [2], a sobrevivência do projeto depende inicialmente da consistência das suas informações e imediatamente, da conformidade da obra. Tanto a inconsistência das informações, ou falhas de projeto, quanto o distanciamento da obra em relação ao projeto, ou erros de execução, leva a estados de não conformidade.

Sendo assim, são essenciais as informações para realização e execução de obras, evitando a ocorrência de patologias e retrabalhos, e ainda otimizando os recursos, tempo e custo na construção de uma obra. Nesse contexto que as ferramentas BIM demonstram a sua eficiência.

O interesse pela realização desta análise, no presente trabalho, deu-se devido à precariedade existente e conhecida na construção civil, na realização e desenvolvimento de orçamentos e composições de custos, visto que é um processo trabalhoso e podem ocorrer problemas nessa etapa de desenvolvimento, prejudicando diretamente o empreendedor e investidor da obra.

Baseado no contexto apresentado, o problema visado é sobre como é possível obtenção dos custos de um empreendimento e como pode ser demonstrada, através do desenvolvimento do levantamento de custos de projetos utilizando a metodologia do BIM e a metodologia tradicional.

Portanto, o presente trabalho tem o propósito de demonstrar por meio da comparação do levantamento dos custos e suas composições, mediante um estudo de caso utilizando os softwares Revit e Autocad. Mais especificamente, o atual trabalho irá demonstrar, a conceituação da modelagem através, do BIM, do seu funcionamento e sua relação com a composição de custos, para então realizar a comparação referente ao levantamento dos custos de um projeto em um empreendimento.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Visando a evolução dos métodos construtivos e a grande demanda de construções cada vez mais ágeis, surge a necessidade do profissional se planejar com mais rapidez e executar os empreendimentos em tempos recordes. Tendo em vista essas necessidades se torna crescente o número de tecnologias que permitem aprimoramentos e rapidez para desenvolvimentos dos projetos a serem executados, entregando resultados eficientes e duradouros.

2.1. Orçamento na Construção Civil

A orçamentação é a relação das despesas com o quantitativo para finalizar um empreendimento, de acordo com um planejamento passado. Alguns objetivos devem ser atendidos pelo plano financeiro, por exemplo [3]: Caracterizar o custo de cada ação ou etapa da obra; Ser um arquivo juridicamente vinculativo para preencher como motivo para a cobrança da organização; Ser referência para adquirir recursos utilizados no desenvolvimento da tarefa; Para ser um instrumento de controle, contendo dados para utilização de valores técnicos especializados e confiáveis.

De acordo com Gonzalez [4], um orçamento é uma previsão do custo ou preço do trabalho. O custo total do trabalho é igual à soma de todos os custos necessários para implementação. O preço (P) é o custo (C) mais a taxa de lucro (L), sendo assim, $P = C + L$.

O orçamento de uma obra pode ser o resultado de uma quantidade de serviços pré-determinados e planejados, necessários para concluir o projeto e varia de acordo com o tipo de serviço. O orçamento inclui o custo do trabalho antes de sua implementação.

Existem diferentes tipos de orçamentos e o tipo escolhido depende do objetivo da avaliação e da disponibilidade dos dados. Se houver interesse em obter uma estimativa rápida com base no projeto original ou no projeto preliminar, o tipo de parâmetro é fornecido com mais frequência. Para inclusão em um condomínio, a lei exige o registro de informações em cartório, de acordo com o procedimento padrão, referente à norma NBR 12721. O orçamento analítico ou discriminado é mais preciso, mas requer muito mais informações. Desta forma, diversos métodos e ferramentas podem ser utilizadas e combinadas na engenharia de custos para criação e elaboração de um orçamento mais adequado e correto, evitando custos futuros desnecessários.

2.1.1. Método Paramétrico

Esse é um orçamento aproximado, adequado para revisões iniciais, como estudos de viabilidade ou solicitações rápidas de clientes. Se não houver projetos disponíveis, o custo do trabalho pode ser determinado pela área ou volume de construção. Unidades de medida são obtidas de trabalhos anteriores ou de organizações que calculam indicadores. Por exemplo, o custo unitário base (CUB), determinado pela NBR 12721, calculado pela soma da indústria da construção de cada país, é um indicador do custo de construção por unidade [5]. Outros exemplos são o SINAPI (CAIXA), dados da Fundação Getúlio Vargas e o custo médio publicado pela PINI. O método paramétrico de orçamento serve como estimativa inicial do custo total do projeto.

O CUB/m² é calculado perante variados modelos de projetos determinados pelas diretrizes da norma NBR 12721, com a consideração dos materiais e insumos utilizados para a construção destas edificações modelos com os seus respectivos pesos na referida norma [5]. O procedimento de cálculo é simplificado e consegue permitir a determinação de indicadores importantes, a determinação dos custos de insumos, despesas administrativas, equipamentos é levantada de forma mensal com finalidade que o CUB esteja sempre correto [6].

2.1.2. Método Analítico

Orçamento analítico baseia-se em uma lista de serviços, sua quantidade e preço que devem ser satisfeitos. A discriminação do orçamento ajuda você a criar uma lista de pontos a serem considerados. As quantidades de exportação são medidas conformes critérios específicos. O preço por unidade de produção é determinado na publicação ou calculado em software usando fórmula proprietária (composição do preço do serviço). Na estrutura de custos, os materiais e instalações necessários, bem como os custos da mão de obra, já são levados em considerações a um preço que considera transporte, aluguel, legislação social e outras questões adicionais. A soma dos produtos de cada quantidade tendo por base no preço correspondente por unidade fornece a soma dos custos diretos da obra que consiste basicamente em custos de construção [4].

De acordo com Dias [7], a composição analítica calcula o preço unitário do serviço excluindo o preço desses recursos, itens de custo, ou seja, mão de obra, materiais, equipamentos, subcontratados, transporte e BDI (despesas gerais e lucro esperado) apenas.

Além dos contextos apresentados, de acordo com Xavier [8], a elaboração de um orçamento pelo método analítico requer do profissional o conhecimento prático dos processos construtivos a serem utilizados na execução da obra, e quanto maior o conhecimento do profissional com relação a este, melhor o resultado final do orçamento. Desta forma, ainda segundo o mesmo autor, é necessário conhecer os seguintes itens:

-
- a) Interpretação e entendimento do projeto: Nesta etapa é onde os especialistas detalham os documentos contendo plantas baixas, cortes, fachadas, detalhes estruturais, explicações, especificações e todas os outros detalhes, com objetivo de identificar os métodos construtivos e elementos utilizados do memorial descritivo verificando os materiais necessários para atender as especificações. Requer atenção para encontrar custos e empregar trabalhadores qualificados em face da complexidade.
 - b) Avaliação quantitativa de todos os serviços: É a etapa de coleta e avaliação quantitativa de todos os elementos necessários para concluir o trabalho do início ao fim, disponível no documento sobre volume, área e muitas outras unidades de medida disponíveis
 - c) Calcular o preço por unidade: Depois de coletar a quantidade, é necessário determinar o custo unitário dos itens listados que estão sendo vinculados à contribuição de materiais, equipamentos, mão de obra e previdência social. Idealmente, esses valores devem ser obtidos através de pesquisas de mercado, considerando a comparação de empresas em termos de preço, qualidade, prazo de entrega, prazos de pagamento e credibilidade. É possível continuar a usar o banco de dados de referência da empresa ou empresa especializada, mas mesmo se usá-los, não é possível garantir a mesma precisão com o valor do orçamento final.

2.2. Building Information Modeling (BIM)

Originado através das pesquisas desenvolvidas por Chuck Eastman, o conceito de Building Information Modeling (BIM) é definido por Eastman [9] como uma tecnologia de modelagem associada a um conjunto de processos para produzir, comunicar e analisar modelos da construção.

O BIM é um método que, de acordo com Suchocki [10], permite a realização de todas as fases do projeto envolvendo criação de modelos 3D parametrizados. Os modelos inteligentes facilitam a compreensão do projeto pelas partes interessadas e permitem o melhoramento contínuo do sistema. Como resultado, diferente dos recursos tradicionais em 2D, tem-se a confecção de banco de dados e a visualização do trabalho por inteiro, o que leva a melhores resultados de obra e à facilidade de manutenção do espaço construído.

Os sistemas baseados na tecnologia citada permitem o gerenciamento da informação ao longo do ciclo de vida completo de uma edificação, por meio de um banco de dados inerentes a um projeto, integrado à modelagem em três dimensões [11].

Nesse sentido, Kassem e Amorim [12] explicam que uso do BIM traz consigo novos processos de comunicação entre os projetistas e demais agentes envolvidos no ciclo de vida da edificação, levando à reorganização de fases, agentes e produtos no projeto. Consequentemente, os profissionais envolvidos projetistas e gestores devem se adaptar e reformular suas técnicas e conhecimentos no desenvolvimento e na gestão de projetos.

2.2.1. Modelagem Paramétrica

Segundo Eastman [13] a modelagem é a construção de representações de fenômenos ou sistema, com o objetivo de melhor compreender a sua natureza e prever o seu comportamento. Porém no Bim o modelo não é composto apenas por figuras geométricas 3D, mas estas são complementadas por informações, que o transformam em um modelo nD, como peso, resistência, preço, fabricante, entre outros. Sendo assim o modelo de um edifício representa as características físicas e funcionais dos componentes da edificação, em um ambiente multidimensional de modo que elas possam ser testadas e aprimoradas antes da construção.

Para Eastman [13], a compreensão da definição de objetos paramétricos é primordial para o entendimento do BIM e sua diferenciação dos objetos 2D tradicionais. O autor define os objetos paramétricos como:

- a) Definições geométricas de dados e regras associadas.
- b) Geometria integrada de maneira não redundante sem inconsistências. Uma planta e uma elevação de um dado objeto devem sempre ser consistentes. As dimensões não podem ser manipuladas (falsas).
- c) Regras paramétricas para objetos que modificam automaticamente as geometrias associadas quando inseridas em um modelo de construção ou quando modificações são feitas em objetos associados. Por exemplo, uma porta se ajusta automaticamente a uma parede, um interruptor se localizará automaticamente próximo ao lado certo da porta, uma parede automaticamente se redirecionará para se juntar a um teto ou telhado, etc.
- d) Objeto que podem ser definidos em diferentes níveis de agregação, então pode definir uma parede, assim como seus respectivos componentes. Os objetos podem ser definidos e gerenciados em qualquer número de níveis hierárquicos. Por exemplo, se o peso de um subcomponente de uma parede muda, o peso de toda a parede também deve mudar.
- e) Regras dos objetos podem identificar quando determinada modificação viola a viabilidade do objeto no que diz respeito a tamanho, construtibilidade, etc.
- f) Conjuntos de atributos vinculados, recebidos, divulgados e/ou exportados, por exemplo, materiais estruturais, dados acústicos, dados de energia, dentre outros, para outras aplicações e modelos.

Segundo Eastman [13] o conceito de BIM não está relacionado a um tipo software. Um único software que possuísse aplicativos para atender toda fase de vida de uma edificação seriam complexos e rígidos demais.

A formação de modelos BIM ocorre em um sistema formado por vários tipos de aplicações, com diferentes finalidades [12].

A interação de dados e informações entre os aplicativos utilizados no desenvolvimento de projeto e a capacidade de identificação, é denominado como interoperabilidade (EASTMAN, 2008). Esta permite aos profissionais de todas as disciplinas envolvidas terem acesso e alterar os dados do protótipo de acordo com o projeto específico de cada um de maneira colaborativa e ágil. Para identificação e troca de informações são utilizados arquivos de dados de produtos para a construção civil com protocolos específicos, como o Industry Foundation Classes (IFC)[14].

Interoperabilidade é a capacidade de trocar dados entre aplicações, que suaviza os fluxos de trabalho e, por vezes facilita a sua automatização. Cada aplicativo possui linguagem própria, porém é essencial que a troca de dados do produto seja livre, independente de fabricantes. A interoperabilidade elimina a necessidade de copiar os dados já gerados manualmente em outra aplicação [13].

De acordo com Eastman [13] desde o início do uso do computador na construção civil pensa-se na integração dos dados de diferentes aplicativos.

Segundo Andrade e Ruschel [15] a modelagem paramétrica e a interoperabilidade permitem que sejam gerenciadas as informações do projeto em todo seu ciclo de vida. Com isso, podem ser realizadas avaliações e análises do empreendimento considerando seu ciclo de vida. O projeto buscaria um protótipo virtual do empreendimento considerando aspectos e dimensões físicas, de custo, de desempenho e de tempo, entre outras.

3. METODOLOGIA

Todo o trabalho de pesquisa precisa ser fundamentado a partir da percepção de fatos que instigam a curiosidade do autor.

A metodologia apresentada baseia-se na revisão bibliográfica seguida de estudo de caso, tem por finalidade analisar e comparar dois casos de levantamentos de quantitativos, o primeiro utilizando-se o método tradicional através da concepção do projeto em 2D e o segundo fazendo o uso da metodologia BIM utilizando o software Revit, por fim diante dos resultados obtidos apresentará uma análise comparativa dos custos previstos e realizados entre os métodos, mostrando qual o mais eficaz.

3.1. Coleta de Dados

O propósito de realizar a análise comparativa de custos através de dois orçamentos, sendo um realizado através das ferramentas BIM e o outro elaborado por um orçamento desenvolvido pelo método tradicional, dessa forma, a coleta de dados obteve duas fontes de informações diferentes.

O BIM realiza a elaboração e construção do modelo do projeto agregando todas as suas informações e as relacionando no seu próprio desenvolvimento e criação, dessa forma tendo o modelo do empreendimento desenvolvido, os dados podem ser obtidos através da exportação das informações fazendo uso do software BIM que realize essa manipulação.

Para tal manipulação, será feita a utilização do Revit da Autodesk, o mesmo consegue disponibilizar todas as informações necessárias referente ao modelo, apresentando o quantitativo de acordo com o que foi projetado, determinando apenas como parâmetro o objeto a ser analisado, sendo de escolha do projetista como janelas, portas, alvenaria, cobertura e etc.

Na sequência é apresentado o processo utilizado para levantar o quantitativo de materiais a partir do Revit.

A primeira etapa a ser feita para obtenção dessas tabelas, é acessar ao menu de ferramentas, aba vistas, em Tabela/Quantidades seleciona-se nova tabela/quantidades onde será direcionado para uma lista de filtros. Como pode ser observado na Figura 1.



Figura 1– Passo a passo da extração das tabelas no REVIT (autoria própria).

A lista de filtros, como mostra a Figura 2, fornece etapas de serviço como, por exemplo, arquitetura, estruturas, dentre outras. Em cada filtro existem diversas categorias, as quais serão quantificadas. Ao escolher uma delas, como exemplificado abaixo, ao lado existe a opção de editar o nome que será o título da tabela e que pode ser modificado a qualquer momento posteriormente.

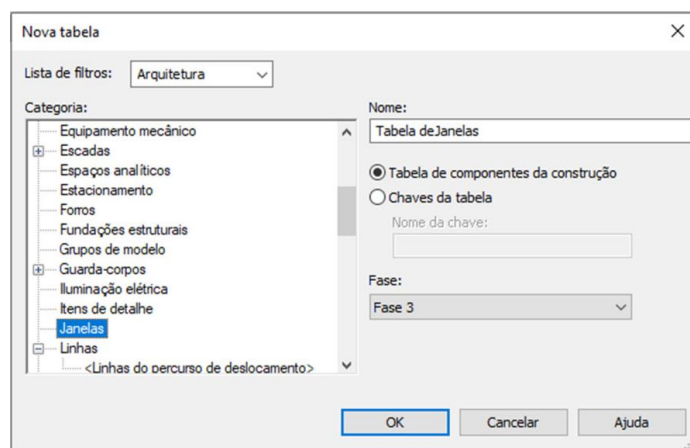


Figura 2 – Janela Nova tabela (autoria própria).

Após a escolha da categoria, na janela de propriedades da tabela, o programa mostra uma série de campos disponíveis onde define quais parâmetros que se deseja obter acerca do material e ordená-los conforme desejado, como aponta a Figura 3. Nas abas é possível formatar as informações e a aparência das tabelas.

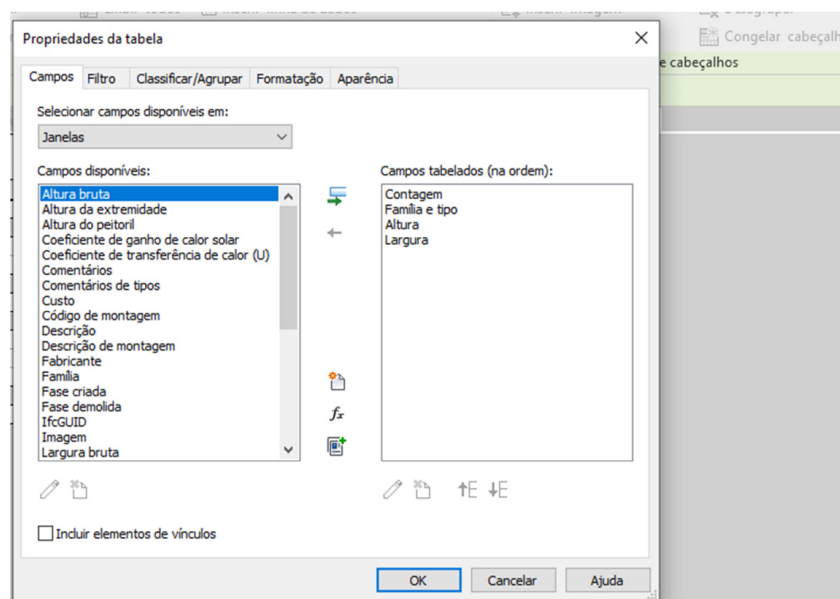


Figura 3 – Janela de propriedades e formatação das tabelas (autoria própria).

O programa apresenta vários tipos de tabelas, nas quais se podem extrair os devidos quantitativos, uma delas é de quantidade e a outra de levantamento de material. Enquanto na de quantidade não é feita a especificação dos materiais e apenas os contabiliza, a de levantamento fornece informações de todas as camadas que compõem o item, dialogando com o ciclo de vida de cada elemento construído. As tabelas são completas e podem ser ajustadas conformes as necessidades, facilitando sua análise individual. Abaixo é possível observar, através da figura 4, a tabela final, realizada apenas para o serviço de Janelas, com todas as informações úteis que serão lançadas em uma planilha para adquirir o orçamento.

<Tabela de Janelas>			
A	B	C	D
Contagem	Família e tipo	Altura	Largura
1	Janela de correr 2 folhas: 200 x 110 cm vidro fixo	1	2
1	Janela de correr 2 folhas: 200 x 110 cm vidro fixo	1	2
2			
1	Janela em Fita Horizontal: 200 x 50 cm	5	2
1			
1	Janela pivotante 1 folha: 60 x 60 cm	1	1
1	Janela pivotante 1 folha: 60 x 60 cm	1	1
1	Janela pivotante 1 folha: 60 x 60 cm	1	1
3			
1	Janela pivotante 1 folha: 100 x 60 cm	1	1
1			
7			

Figura 4 – Tabelas de Janelas criada pelo Revit (Autoria própria).

Assim como no levantamento do AutoCAD, as quantidades alcançadas nas tabelas do Revit são anexadas em uma planilha, juntamente, com seu custo unitário, extraído da tabela do SINAPI para geração do custo total, ou seja, seu orçamento final.

Tendo por base a elaboração de um orçamento de forma regular e tradicional, a coleta de dados desse método será de forma analítica, através dos dados e informações do projeto será realizado estudo, análise e avaliação para o levantamento quantitativo, e de insumos utilizados no empreendimento verificando o projeto, onde por meio das medições, será possível compor todos os dados necessários para desenvolver e construir o orçamento.

Nesta primeira etapa para levantar as informações essenciais para o orçamento foi feito o estudo do projeto, cálculos das áreas e dos volumes, para identificar o máximo de informação possível sobre a edificação e assim determinar o quantitativo dos materiais, elementos e processos que serão utilizados no empreendimento.

A composição dos custos unitários e a montagem de cada serviço a ser realizada por uma unidade é essencial para se conseguir realizar o orçamento do custo total de uma obra com assertividade, para isso considerou-se os índices de produtividade de mão de obra para os serviços realizando a sua adequação necessária para cada atividade realizada.

Após a extração de todos os dados necessários para realizar a análise das quantidades exigidas pelo projeto, o levantamento dos custos foi realizado utilizando a base de dados do SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil) e a sua TCPO (Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos), e dessa forma realizado o orçamento, que são informações atualizadas, relevantes e podem ser aplicadas na composição de orçamentos para a construção civil.

3.2. Análise dos Dados

A finalidade do estudo é realizar a avaliação das ferramentas, para verificar se as mesmas atendem o propósito de desenvolvimento, o orçamento de um projeto de construção civil.

Com os dados adquiridos, a primeira análise realizada será referente à composição do orçamento para cada método utilizado, tendo como parâmetro o detalhamento entre os projetos, dessa forma é possível determinar qual forma de elaboração e construção de orçamento será mais viável levando em conta a sua facilidade, com fundamento nos métodos de levantamentos de dados apresentados.

A segunda análise realizada leva em conta a comparação dos insumos e os seus respectivos quantitativos, tendo em conta dois orçamentos constituídos por diferentes procedimentos, tendo em vista essa realização irá ocorrer variações nos insumos apresentados e a sua quantificação, sendo assim, analisando esses dois fatores será possível verificar qual orçamento apresenta a maior quantidade e considerar assim aquele que será mais dispendioso para execução do empreendimento analisado.

A análise final do trabalho levará em conta o custo total final dos dois orçamentos, através dessa informação é possível realizar a comparação e verificar qual o método de orçamento que é mais viável economicamente para a realização e execução do empreendimento.

Com todos esses estudos realizados, é possível confirmar e considerar o método orçamentário, que se apresenta sendo melhor aplicável ao estudo de caso ilustrado e demonstra um resultado mais verídico e menos dispendioso na realização e elaboração de um orçamento de um projeto.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A concepção de uma edificação compõe-se por varias etapas, as quais tem de ser minuciosamente executadas, onde os detalhes por menores que sejam, devem ser levado em considerações, buscando ao final do processo disponibilizar as informações mais precisas e de grande confiabilidade.

Com os levantamentos realizados, foi feita a análise das divergências entre as metodologias apresentadas neste artigo, diante de aspectos quantitativos e de custos correspondentes. Logo se obteve uma comparação entre todos os valores obtidos na análise com uma variação percentual para cada etapa, estipulados a partir de custos fornecidos.

4.1. Descrição do Projeto

O projeto adotado para estudo da presente pesquisa foi idealizado com base em um projeto arquitetônico e foi realizado a sua adaptação para a plataforma BIM, a edificação é uma residência que possui dois (2) pavimentos, tendo a área do térreo com 52,40 m² e o piso superior uma área de 50,37 e área de 55,95 m² de cobertura. Sendo assim, é possível apresentar e ilustrar a planta baixa do projeto em 2D desenvolvido no AutoCad ilustradas pelas Figuras 5.

A escolha do projeto apresentado, como pode ser observada pelas figuras, teve como parâmetros o bom nível de detalhamentos do projeto, dessa forma, é possível realizar uma comparação com maiores profundidades nas descrições orçamentárias e assim, é possível verificar comparações detalhadas entre quantitativos em diferentes perspectivas do projeto.

Na sequência a partir da definição do projeto foi feita a sua adaptação para o Revit e foi realizado o seu desenvolvimento no programa, a partir do Revit foi possível determinar e atribuir diversos parâmetros que não é possível definir de forma clara em um projeto 2D, sendo os materiais utilizados e aplicados em cada elemento da construção, o tipo de revestimento da alvenaria e as características dos revestimentos do piso e forro, esses parâmetros são fundamentais para a elaboração do orçamento de um projeto demonstrando que o software BIM possui vantagem nesse aspecto por aplicar essas características. A figura 6 na sequência ilustra o modelo do projeto adaptado no Revit.

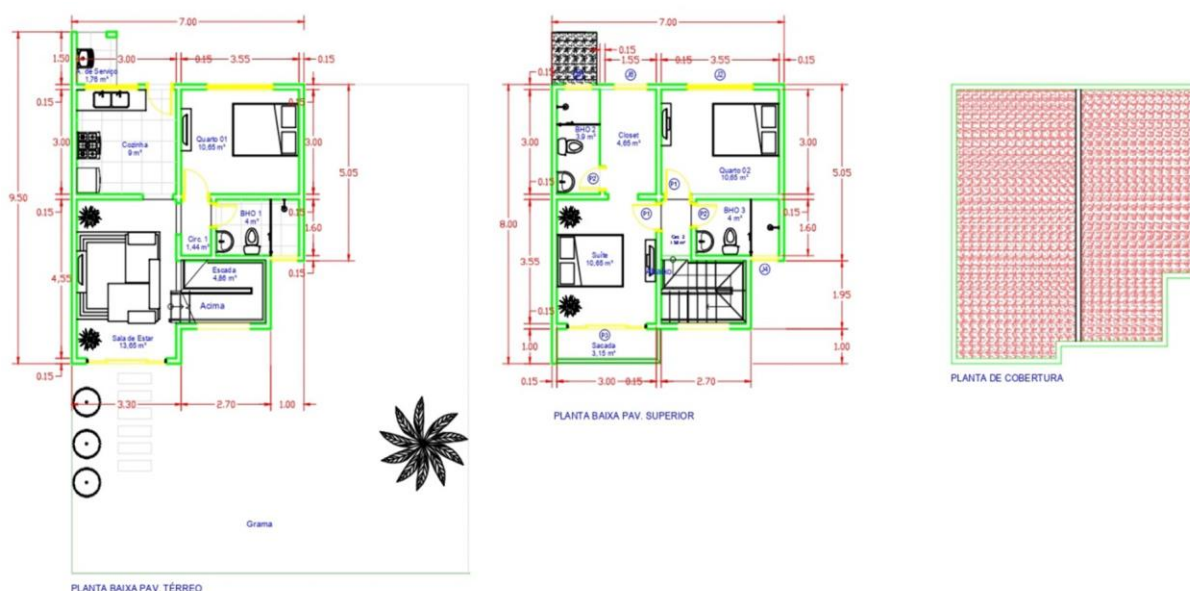


Figura 5- Planta baixa do pavimento térreo, pavimento superior e planta de cobertura. (Autoria própria).



Figura 6- Planta baixa do pavimento térreo, pavimento superior e planta de cobertura. (Autoria própria).

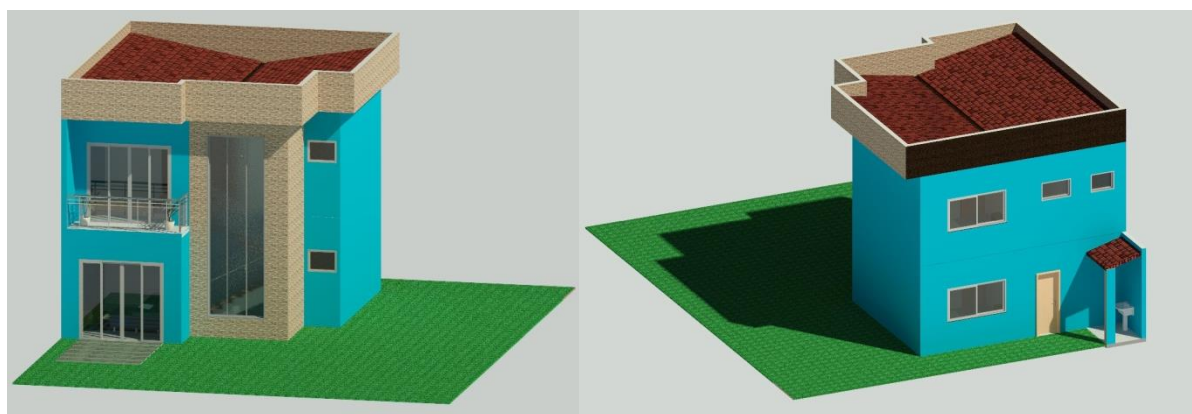


Figura 7- Perspectiva isométrica frontal e Posterior do projeto. (Autoria própria)

Com base nas Figuras 6, já é visível o nível de detalhamento que um software com recursos BIM demonstra, por conseguir detalhar as características arquitetônicas de um projeto, o que não fica nítido, quando o projeto é elaborado e desenvolvido em um software 2D, causando muitas vezes falha na análise e interpretação para execução de um projeto. Na Figura 7, podemos ver as perspectivas da edificação.

4.2. Levantamento dos Quantitativos

O primeiro processo na realização e elaboração de um orçamento é levantar os elementos construtivos a serem realizados e a quantidade determinada de cada insumo, dessa forma esse foi o procedimento adotado após a adaptação do projeto, sendo um dos fatores fundamentais e cruciais, pois pode resultar em diferenças orçamentárias no projeto.

Dessa forma, com o propósito de comparação entre os dois métodos diferentes de orçamento, foi elaborado duas planilhas quantitativas do projeto, uma foi obtida através da utilização e auxílio do AutoCad que é o software tradicional de projetos em 2D, onde foi possível chegar nos elementos construtivos e suas quantidades, a segunda planilha quantitativa foi extraída a partir do software Revit Architecture, que consegue relacionar os itens a serem extraídos e categorizar e apontar os elementos requisitados e suas respectivas quantidades.

Para efeito de análise comparativa entre os dois métodos serão apresentados os quantitativos obtidos que ilustraram diferenças no levantamento, tendo em vista que o projeto apresenta grande quantidade de elementos construtivos, realizando assim um detalhamento das principais diferenças obtidas entre os dois métodos.

4.2.1. Quantitativo Tradicional

A partir da realização do levantamento do quantitativo aplicado sobre o AutoCad, seguiu todos os critérios e determinações de medição do SINAPI, somente a alvenaria que se realizou o desconto dos vãos de esquadrias e portas, justamente pelo Revit realizar essa função. Os resultados obtidos no quantitativo do projeto em 2D é amostrado na Tabela 1.

Tabela 1. Quantitativos obtidos pela medição do projeto em 2D. (Autoria própria)

QUANTITATIVOS OBTIDOS PELA MEDIÇÃO DO PROJETO EM 2D					
CODIGO SINAPI	DESCRIÇÃO DA COMPOSIÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	CUSTO/UN	CUSTO TOTAL
89168	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA HORIZONTAL DE 9X19 X19CM (ESPESSURA 9CM) DE PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MENOR QUE 6M² SEM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO MANUAL. AF_06/2014	m²	289,95	68,14	R\$ 19.757,19
87878	CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIAS E ESTRUTURAS DE CONCRETO INTERNAS, COM COLHER DE PEDREIRO. ARGAMASSA TRAÇO 1:3 COM PREPARO MANUAL. AF_06/2014	m²	579,83	3,41	R\$ 1.977,22
87532	EMBOÇO, PARA RECEBIMENTO DE CERÂMICA, EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MANUAL, APLICADO MANUALMENTE EM FACES INTERNAS DE PAREDES, PARA AMBIENTE COM ÁREA ENTRE 5M2 E 10M2, ESPESSURA DE 20MM, COM EXECUÇÃO DE TALISCAS. AF_06/2014	m²	579,83	26,83	R\$ 15.556,84
88489	APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA LÁTEX ACRÍLICA EM PAREDES, DUASDEMÃOS. AF_06/2014	m²	579,83	11,27	R\$ 6.534,68
94201	TELHAMENTO COM TELHA CERÂMICA CAPA-CANAL, TIPO COLONIAL, COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	m²	57,95	35,82	R\$ 2.075,77
92541	TRAMA DE MADEIRA COMPOSTA POR RIPAS, CAIBROS E TERÇAS PARA TELHADOS DE ATÉ 2 ÁGUAS PARA TELHA CERÂMICA CAPA-CANAL, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	m²	57,95	58,54	R\$ 3.392,39
87256	REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PISO COM PLACAS TIPO ESMALTADA EXTRA DE DIMENSÕES 60X60 CM APLICADA EM AMBIENTES DE ÁREA ENTRE 5 M2 E 10 M2. AF_06/2014	m²	85,00	78,9	R\$ 6.706,50
95241	LASTRO DE CONCRETO MAGRO, APLICADO EM PISOS, LAJES SOBRE SOLO OU RADIE, ESPESSURA DE 5 CM. AF_07/2016	m²	53,00	23,63	R\$ 1.252,39
94998	EXECUÇÃO DE PASSEIO (CALÇADA) OU PISO DE CONCRETO COM CONCRETO MOLDADO IN LOCO, FEITO EM OBRA, ACABAMENTO CONVENCIONAL, ESPESSURA 12 CM, ARMADO. AF_07/2016	m²	104,56	127,82	R\$ 13.364,86
87415	APLICAÇÃO MANUAL DE GESSO DESEMPENADO (SEM TALISCAS) EM TETO DE AMBIENTES DE ÁREA ENTRE 5M² E 10M², ESPESSURA DE 1,0CM. AF_06/2014	m²	85,00	20,45	R\$ 1.738,25
98504	PLANTIO DE GRAMA EM PLACAS. AF_05/2018	m²	133,00	9,52	R\$ 1.266,16
TOTAL ISUMOS/MÃO DE OBRA					R\$ 73.622,26

4.2.2. Quantitativo do Revit

Foi feita a extração das informações dos quantitativos a partir do Revit, onde da mesma forma se seguiu todas as determinações de medição do SINAPI, os resultados obtidos são mostrados na Tabela 2.

Tabela 2. Quantitativo obtido a partir do software Revit. (Autoria Própria)

QUANTITATIVOS OBTIDOS A PARTIR DO REVIT					
CODIGO SINAPI	DESCRIÇÃO DA COMPOSIÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	CUSTO/UN	CUSTO TOTAL
89168	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA HORIZONTAL DE 9X19 X19CM (ESPESSURA 9CM) DE PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MENOR QUE 6M² SEM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO MANUAL. AF_06/2014	m²	269,90	68,14	R\$ 18.390,99
87878	CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIAS E ESTRUTURAS DE CONCRETO INTERNAS, COM COLHER DE PEDREIRO. ARGAMASSA TRAÇO 1:3 COM PREPARO MANUAL. AF_06/2014	m²	539,74	3,41	R\$ 1.840,51
87532	EMBOÇO, PARA RECEBIMENTO DE CERÂMICA, EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MANUAL, APLICADO MANUALMENTE EM FACES INTERNAS DE PAREDES, PARA AMBIENTE COM ÁREA ENTRE 5M2 E 10M2, ESPESSURA DE 20MM. AF_06/2014	m²	539,74	26,83	R\$ 14.481,22
88489	APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA LÁTEX ACRÍLICA EM PAREDES, DUASDEMÃOS. AF_06/2014	m²	539,74	11,27	R\$ 6.082,87
94201	TELHAMENTO COM TELHA CERÂMICA CAPA-CANAL, TIPO COLONIAL, COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	m²	53,16	35,82	R\$ 1.904,19
92541	TRAMA DE MADEIRA COMPOSTA POR RIPAS, CAIBROS E TERÇAS PARA TELHADOS DE ATÉ 2 ÁGUAS PARA TELHA CERÂMICA CAPA-CANAL, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	m²	53,16	58,54	R\$ 3.111,99
87256	REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PISO COM PLACAS TIPO ESMALTADA EXTRA DE DIMENSÕES 60X60 CM APLICADA EM AMBIENTES DE ÁREA ENTRE 5 M2 E 10 M2. AF_06/2014	m²	89,50	78,9	R\$ 7.061,55
95241	LASTRO DE CONCRETO MAGRO, APLICADO EM PISOS, LAJES SOBRE SOLO OU RADIE, ESPESSURA DE 5 CM. AF_07/2016	m²	52,36	23,63	R\$ 1.237,27
94998	EXECUÇÃO DE PASSEIO (CALÇADA) OU PISO DE CONCRETO COM CONCRETO MOLDADO IN LOCO, FEITO EM OBRA, ACABAMENTO CONVENCIONAL, ESPESSURA 12 CM, ARMADO. AF_07/2016	m²	101,04	127,82	R\$ 12.914,93
87415	APLICAÇÃO MANUAL DE GESSO DESEMPENADO (SEM TALISCAS) EM TETO DE AMBIENTES DE ÁREA ENTRE 5M² E 10M², ESPESSURA DE 1,0CM. AF_06/2014	m²	95,50	20,45	R\$ 1.952,98
98504	PLANTIO DE GRAMA EM PLACAS. AF_05/2018	m²	133,64	9,52	R\$ 1.272,25
TOTAL ISUMOS/MÃO DE OBRA					R\$ 70.250,75

4.3. Orçamento do Projeto

O orçamento foi feito, utilizando os dados de preços atualizados do SINAPI-RN, que possui a determinação dos critérios de materiais, mão de obra para cada serviço especificado a partir dos elementos construtivos levantados na construção, para melhor análise e comparação das informações será realizada a sintetização do orçamento, tendo em vista que a enorme quantidade de dados que o SINAPI traz para a elaboração dos orçamentos de serviços da construção civil.

4.3.1. Orçamento do Projeto em 2D

Tendo em vista as informações quantificadas a partir do AutoCad, foi realizado o levantamento dos custos por meio do SINAPI, e se obteve o orçamento dos elementos construtivos como apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Detalhe do orçamento do projeto 2D. (Autoria Própria)

DETALHE DO ORÇAMENTO DO PROJETO EM 2D					
CODIGO SINAPI	DESCRIÇÃO DA COMPOSIÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	CUSTO MATERIAL	CUSTO MÃO DE OBRA
89168	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA HORIZONTAL DE 9X19 X19CM (ESPESSURA 9CM) DE PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MENOR QUE 6M² SEM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO MANUAL. AF_06/2014	m²	289,95	11998,54	7758,65
87878	CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIAS E ESTRUTURAS DE CONCRETO INTERNAS, COM COLHER DE PEDREIRO. ARGAMASSA TRAÇO 1:3 COM PREPARO MANUAL. AF_06/2014	m²	579,83	1153,90	823,32
87532	EMBOÇO, PARA RECEBIMENTO DE CERÂMICA, EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MANUAL, APLICADO MANUALMENTE EM FACES INTERNAS DE PAREDES, PARA AMBIENTE COM ÁREA ENTRE 5M² E 10M², ESPESSURA DE 20MM, COM EXECUÇÃO DE TALISCAS. AF_06/2014	m²	579,83	9450,78	6106,06
88489	APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA LÁTEX ACRÍLICA EM PAREDES, DUAS DEMÃOS. AF_06/2014	m²	579,83	3687,52	2847,17
94201	TELHAMENTO COM TELHA CERÂMICA CAPA-CANAL, TIPO COLONIAL, COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	m²	57,95	1449,90	625,86
92541	TRAMA DE MADEIRA COMPOSTA POR RIPAS, CAIBROS E TERÇAS PARA TELHADOS DE ATÉ 2 ÁGUAS PARA TELHA CERÂMICA CAPA-CANAL, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	m²	57,95	2476,78	915,61
87256	REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PISO COM PLACAS TIPO ESMALTADA EXTRA DE DIMENSÕES 60X60 CM APLICADA EM AMBIENTES DE ÁREA ENTRE 5 M² E 10 M². AF_06/2014	m²	85,00	5270,01	1436,50
95241	LASTRO DE CONCRETO MAGRO, APLICADO EM PISOS, LAJES SOBRE SOLO OU RADIE, ESPESSURA DE 5 CM. AF_07/2016	m²	53,00	921,14	331,25
94998	EXECUÇÃO DE PASSEIO (CALÇADA) OU PISO DE CONCRETO COM CONCRETO MOLDADO IN LOCO, FEITO EM OBRA, ACABAMENTO CONVENCIONAL, ESPESSURA 12 CM, ARMADO. AF_07/2016	m²	104,56	11021,67	2343,19
87415	APLICAÇÃO MANUAL DE GESSO DESEMPENADO (SEM TALISCAS) EM TETO DE AMBIENTES DE ÁREA ENTRE 5M² E 10M², ESPESSURA DE 1,0CM. AF_06/2014	m²	85,00	625,60	1112,65
98504	PLANTIO DE GRAMA EM PLACAS. AF_05/2018	m²	133,00	853,91	412,25
				R\$ 48.909,75	R\$ 24.712,51
PORCENTAGEM (%)				66,43%	33,57%
CUSTO TOTAL					R\$ 73.622,26

Dessa forma, então o custo total dos quantitativos de obra tendo em vista o projeto convencional em 2D, tem o valor total de R\$ 73.622,26, com o custo da mão de obra sendo R\$ 24.712,51 e o custo do material sendo, R\$ 48.909,75.

4.3.2. Orçamento pelo Revit

A partir dos dados extraídos do software Revit foi possível chegar ao quantitativo do projeto, onde a partir da determinação dos custos estabelecidos se estabeleceu o orçamento do projeto no BIM, onde os resultados são ilustrados na Tabela 4.

Tabela 4. Detalhe do orçamento do projeto do Revit. (Autoria Própria)

DETALHE DO ORÇAMENTO DO PROJETO DO REVIT					
CODIGO SINAPI	DESCRIÇÃO DA COMPOSIÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	CUSTO MATERIAL	CUSTO MÃO DE OBRA
89168	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA HORIZONTAL DE 9X19 X19CM (ESPESSURA 9CM) DE PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MENOR QUE 6M² SEM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO MANUAL. AF_06/2014	m²	289,95	11169,74	7221,24
87878	CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIAS E ESTRUTURAS DE CONCRETO INTERNAS, COM COLHER DE PEDREIRO. ARGAMASSA TRAÇO 1:3 COM PREPARO MANUAL. AF_06/2014	m²	579,83	1074,08	766,42
87532	EMBOÇO, PARA RECEBIMENTO DE CERÂMICA, EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MANUAL, APLICADO MANUALMENTE EM FACES INTERNAS DE PAREDES, PARA AMBIENTE COM ÁREA ENTRE 5M² E 10M², ESPESSURA DE 20MM, COM EXECUÇÃO DE TALISCAS. AF_06/2014	m²	579,83	8797,75	5683,46
88489	APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA LÁTEX ACRÍLICA EM PAREDES, DUAS DEMÃOS. AF_06/2014	m²	579,83	3432,74	2650,12
94201	TELHAMENTO COM TELHA CERÂMICA CAPA-CANAL, TIPO COLONIAL, COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSIVE TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	m²	57,95	1330,16	574,19
92541	TRAMA DE MADEIRA COMPOSTA POR RIPAS, CAIBROS E TERÇAS PARA TELHADOS DE ATÉ 2 ÁGUAS PARA TELHA CERÂMICA CAPA-CANAL, INCLUSIVE TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	m²	57,95	2272,06	839,92
87256	REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PISO COM PLACAS TIPO ESMALTADA EXTRA DE DIMENSÕES 60X60 CM APLICADA EM AMBIENTES DE ÁREA ENTRE 5 M² E 10 M². AF_06/2014	m²	85,00	5549,00	1512,55
95241	LASTRO DE CONCRETO MAGRO, APLICADO EM PISOS, LAJES SOBRE SOLO OU RADIE, ESPESSURA DE 5 CM. AF_07/2016	m²	53,00	910,02	327,25
94998	EXECUÇÃO DE PASSEIO (CALÇADA) OU PISO DE CONCRETO COM CONCRETO MOLDADO IN LOCO, FEITO EM OBRA, ACABAMENTO CONVENCIONAL, ESPESSURA 12 CM, ARMADO. AF_07/2016	m²	104,56	10650,62	2264,30
87415	APLICAÇÃO MANUAL DE GESSO DESEMPENADO (SEM TALISCAS) EM TETO DE AMBIENTES DE ÁREA ENTRE 5M² E 10M², ESPESSURA DE 1,0CM. AF_06/2014	m²	85,00	702,88	1250,01
98504	PLANTIO DE GRAMA EM PLACAS. AF_05/2018	m²	133,00	857,96	414,28
				R\$ 46.747,01	R\$ 23.503,74
PORCENTAGEM (%)				68,88%	32,12%
CUSTO TOTAL					R\$ 70.250,75

Dessa forma, então o custo total da obra tendo em vista o projeto adaptado pelo Revit, tem o valor total de R\$ 70.250,75, com o custo da mão de obra sendo R\$ 23.503,74 e o custo do material sendo, R\$ 46.747,01.

4.4. Análise Comparativa

A primeira análise a ser realizada tem como base a comparação dos projetos, que fica visível no nível de detalhes dos projetos, como se pode ver na Figura 5 do projeto em 2D e a Figura 6, como ilustrado um projeto bem elaborado e desenvolvido mesmo em 2D, não consegue chegar ao nível de detalhamento que o BIM consegue realizar, esse fator está associado a uma característica da modelagem da informação de uma construção que é associar todos os elementos construtivos de um projeto ao mesmo modelo, dessa forma em um projeto desenvolvido e elaborado em uma ferramenta BIM como no caso o Revit Architecture, o resultado é se obter um projeto que ilustra a percepção final da edificação a ser construída.

Analisando o quantitativo obtido entre cada método utilizado é possível ver diferença tomando como base as Tabelas 1 e 2, a Tabela 5 traz um comparativo percentual com cada método e demonstra os itens que ilustram diferença no levantamento quantitativo.

Tabela 5. Comparação entre os quantitativos dos métodos de projetos. (Autoria Própria)

DIFERENÇA ENTRE OS QUANTITATIVOS OBTIDOS ENTRE OS MÉTODOS					
CODIGO SINAPI	DESCRIÇÃO DA COMPOSIÇÃO	PROJETO CONVENCIONAL	PROJETO BIM	DIFERENÇA	VARIAÇÃO (%)
89168	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA HORIZONTAL DE 9X19 X19CM (ESPESSURA 9CM) DE PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MENOR QUE 6M² SEM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO MANUAL. AF_06/2014	289,95	269,90	20,05	6,91
87878	CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIAS E ESTRUTURAS DE CONCRETO INTERNAS, COM COLHER DE PEDREIRO. ARGAMASSA TRAÇO 1:3 COM PREPARO MANUAL. AF_06/2014	579,83	539,74	40,09	6,91
87532	EMBOÇO, PARA RECEBIMENTO DE CERÂMICA, EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MANUAL, APLICADO MANUALMENTE EM FACES INTERNAS DE PAREDES, PARA AMBIENTE COM ÁREA ENTRE 5M2 E 10M2, ESPESSURA DE 20MM, COM EXECUÇÃO DE TALISCAS. AF_06/2014	579,83	539,74	40,09	6,91
88489	APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA LÁTEX ACRÍLICA EM PAREDES, DUASDEMÃOS. AF_06/2014	579,83	539,74	40,09	6,91
94201	TELHAMENTO COM TELHA CERÂMICA CAPA-CANAL, TIPO COLONIAL, COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	57,95	53,16	4,79	8,27
92541	TRAMA DE MADEIRA COMPOSTA POR RIPAS, CAIBROS E TERÇAS PARA TELHADOS DE ATÉ 2 ÁGUAS PARA TELHA CERÂMICA CAPA-CANAL, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	57,95	53,16	4,79	8,27
87256	REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PISO COM PLACAS TIPO ESMALTADA EXTRA DE DIMENSÕES 60X60 CM APLICADA EM AMBIENTES DE ÁREA ENTRE 5 M2 E 10 M2. AF_06/2014	85,00	89,50	-4,50	-5,29
95241	LASTRO DE CONCRETO MAGRO, APLICADO EM PISOS, LAJES SOBRE SOLO OU RADIE, ESPESSURA DE 5 CM. AF_07/2016	53,00	52,36	-0,64	1,21
94998	EXECUÇÃO DE PASSEIO (CALÇADA) OU PISO DE CONCRETO COM CONCRETO MOLDADO IN LOCO, FEITO EM OBRA, ACABAMENTO CONVENCIONAL, ESPESSURA 12 CM, ARMADO. AF_07/2016	104,56	101,04	3,52	3,37
87415	APLICAÇÃO MANUAL DE GESSO DESEMPENADO (SEM TALISCAS) EM TETO DE AMBIENTES DE ÁREA ENTRE 5M² E 10M², ESPESSURA DE 1,0CM. AF_06/2014	85,00	95,50	-10,50	-12,35
98504	PLANTIO DE GRAMA EM PLACAS. AF_05/2018	133,00	133,64	-0,64	-0,48

Podemos analisar dentre os dados apresentados que os elementos construtivos que tem grande influência no orçamento de uma obra, como se verifica as variações realizadas pela Tabela 5, comparando os projetos do Revit e o método convencional 2D.

Dentre os itens analisados o quantitativo que demonstraram maior diferença no levantamento das quantidades, têm-se o chapisco 1:3 e o Emboço Paulista 1:2:6, junto com a pintura acrílica com duas demãos que demonstram diferença de 40,09 m², é possível considerar essa área como uma grande quantidade tendo em vista que o revestimento de uma edificação tem impacto expressivo sobre o seu custo.

Outro item considerado na análise com grande diferença foi a alvenaria de vedação de blocos cerâmicos, que demonstrou uma diferença de 20,05 m², essa diferença é algo que impacta muito o orçamento de uma obra, a alvenaria de blocos cerâmicos estão diretamente associados aos insumos de argamassa o que demanda outros custos direto na planilha orçamentária, outro item verificado foi a execução do lajeamento de concreto com uma variação de 3,37%, apesar de em números a diferença ser relativamente pequena, a construção de lajes demanda de muitos insumos o que contribuem diretamente no custo final da obra, outro ponto a observar é a construção do telhado, composto pelo telhamento e a trama de madeira com variação de 8,27%.

Além desses também é possível citar variações negativas onde a ferramenta BIM apresentou quantitativos maiores que o método convencional, como o revestimento cerâmico de piso que demonstrou variação com 5,29%, essa variação é algo que impacta muito o orçamento de uma obra, os revestimentos cerâmicos estão diretamente associados aos insumos de argamassa e rejuntas o que demanda outros custos diretos na planilha orçamentária, além de que revestimentos cerâmicos como os apresentados possuem custos superiores de revestimentos tradicionais e a sua variação pode trazer ao orçamento custos adicionais desnecessários ao projeto. O forro de gesso também apresentou variações negativas com 12,35%, quando analisado de forma metódica os valores, se verifica medidas consideráveis de variação, realizando um impacto não tão considerado nos custos finais da obra.

Portanto, na realização do levantamento quantitativo sobre o projeto tradicional em 2D, foi verificado que ocorre a ausência de vários detalhes construtivos o que resulta diretamente na obtenção dos dados orçamentários, pois devido à ausência de detalhamento, especificação e até mesmo falhas do projeto, determina o erro na obtenção das quantidades registradas. Já no projeto do BIM, um fator determinante no levantamento do quantitativo, é que o software possibilita a extração direta dos dados, podendo ser realizada até mesmo a sua filtragem e classificação de acordo com elementos construtivos, materiais, etc., o que apresenta grande facilidade no processo orçamentário de um projeto.

É possível visualizar que devido a variação no quantitativo houve resultados contrastantes de orçamentos como apresentados pelas Tabelas 3 e 4, realizando a comparação direta entre os orçamentos, é possível verificar as diferenças de custos para cada item apresentado como os resultados são demonstrados na Tabela 6.

Tabela 6. Comparação entre os orçamentos dos métodos de projetos. (Autoria Própria)

COMPARATIVO DOS ORÇAMENTOS			
DESCRIÇÃO	CUSTO TOTAL MÃO DE OBRA	CUSTO TOTAL MATERIAL	CUSTO TOTAL DA OBRA M.O + M.T
Projeto Convencional	R\$ 24.712,51	R\$ 48.909,75	R\$ 73.622,26
Projeto BIM	R\$ 23.503,74	R\$ 46.747,01	R\$ 70.250,75
Variação Custo	R\$ 1.208,77	R\$ 2.162,74	R\$ 3.371,51
Variação Percentual	4.89%	4.42%	4.58%

A partir dos dados apresentados na Tabela 6, é possível analisar que a maior variação entre os valores é referente ao custo obtido com a mão de obra, sendo de R\$ 1.208,77, resultando em 4,89% de variação que pode ser vista como não tão significativa por ser projeto de uma residência, mas caso fosse sobre empreendimentos de grande porte poderia apresentar grande impacto orçamentário.

Nos custos dos materiais utilizados no projeto a variação apresentada é de 4,42%, tendo um valor correspondente a R\$ 2.162,74.

E a variação referente ao custo total dos projetos comparando projeto convencional e o BIM, foi de 4,58% resultando em um valor de R\$ 3.371,51.

Realizando a verificação na literatura, de acordo com Mattos (2010), a utilização da margem de lucro das empresas varia de 10% a 20%. E se comparado com os resultados apresentados, é possível ver que a variação dos custos levantados ficou abaixo do valor da literatura, dessa forma a elaboração de orçamentos e a sua estimativa depende das melhores e mais confiantes ferramentas, pois o quantitativo tem um peso grande no orçamento de uma empresa e pode impactar diretamente no lucro e resultados estimados.

5. CONCLUSÕES

O presente trabalho teve a finalidade de apresentar através do emprego da tecnologia BIM e do método tradicional, a realização do levantamento dos custos e suas composições, ilustrando mediante um estudo de caso a variação gerada por diferentes métodos e demonstrando o impacto direto no orçamento que diferentes procedimentos quantitativos podem resultar no custo total de uma edificação.

Foi apresentado um estudo de caso realizando o levantamento do quantitativo e elaboração do orçamento com relação ao quantitativo fazendo o uso das ferramentas BIM em comparação com o método tradicional por meio de um projeto em 2D. Conclui-se que o BIM demonstra vantagem, pois partir da modelagem do projeto e a determinação das informações e detalhes do projeto, o levantamento quantitativo pôde ser feito com mais rapidez, isso mostra a grande praticidade do uso das ferramentas nesta aplicação que é a rapidez e facilidade de acesso às informações necessárias, os dados foram então obtidos e exportados para a elaboração de orçamentos.

Conforme os registros obtidos foram examinados os quantitativos e custos do projeto para os dois métodos situados. Foi visível com base nos resultados expostos que houve grande variação com relação aos elementos construtivos de revestimento, onde o acabamento é um dos fatores que mais impacta o orçamento de uma edificação por ser a fase mais onerosa da realização de uma edificação, demonstrando dessa forma com base nos resultados a necessidade de se fazer uso de ferramentas que tragam mais veracidade no levantamento dos quantitativos e assim resultados mais confiáveis.

Os custos analisados ilustraram que a variação entre os métodos utilizados pode chegar até a 4,58% no total da obra e 4,89% no custo da mão de obra, esses resultados confirmam a variação do quantitativo e concluem a importância dos cuidados na elaboração de um orçamento tendo em vista o impacto negativo que pode se trazer ao cliente ou a própria empresa por fatores competitivos. O orçamento é uma ferramenta fundamental de negócios e a sua precisão deve ser a máxima possível para que se crie confiança no mercado e com relação aos futuros negócios a serem realizados. O emprego da tecnologia BIM e suas ferramentas para desenvolvimento e elaboração de orçamentos demonstram eficiência, rapidez e uma fonte de dados confiáveis visto que o projeto esteja modelado de forma correta, e apresenta assim uma confiabilidade melhor dos insumos e custos possíveis com o projeto a ser executado.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] FRANCO, J. T. O que é o BIM e por que ele é fundamental nos projetos arquitetônicos atualmente? 2018. Disponível em: < <https://www.archdaily.com.br/br/888814/o-que-e-o-bim-e-por-que-ele-e-fundamental-nos-projetos-arquiteticos-atualmente>>. Acesso em: 17 ago. 2021.
- [2] MAYR, L. R. Falhas de Projeto e Erros de Execução: Uma Questão de Comunicação. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

-
- [3] LIMMER, C. V. Planejamento, Orcamentação e Controle de Projetos e Obras. 1º edição. Rio de Janeiro, 2007.
- [4] GONZÁLEZ, M. A. S. Noções de Orçamento e Planejamento de 49 obras. São Leopoldo, 2008.
- [5] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12721: Avaliação de custos de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edilícios. Rio de Janeiro, 2006.
- [6] SINDUSCON. CUSTO UNITÁRIO BÁSICO (CUB/m²): PRINCIPAIS ASPECTOS. BELO HORIZONTE: Sinduscon 2007. Disponível em: <http://www.sindusconmg.org.br/site/arquivos/cub/cartilha_cub.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2021.
- [7] DIAS, P. R. V. Engenharia de Custos: Estimativa de Custo de Obras e Serviços de Engenharia. 1º Edição. Rio de Janeiro, 2004.
- [8] XAVIER, I. Orçamento, Planejamento e Custo de Obras. São Paulo: FUPAM - Fundação para Pesquisa Ambiental, 2008.
- [9] EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R; LISTON, K. BIM Handbook: a Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors. New Jersey: John Wiley & Sons, 2008.
- [10] SUCHOCKI, M. BIM para construção: A hora da verdade para a engenharia e construção. White Paper Autodesk, São Paulo, abr. 2016.
- [11] COELHO, S. S.; NOVAES, C. C. Modelagem de Informações para Construção (BIM) e ambientes colaborativos para gestão de projetos na construção civil. 2008.
- [12] KASSEM, M.; AMORIM, S. R. L. Building Information Modeling no Brasil e na União Européia. Ministério do desenvolvimento, indústria e comércio exterior (MDIC). Brasília, 2015.
- [13] EASTMAN, C. et al. Manual de BIM: um guia de modelagem da informação para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores. Bookman, Porto Alegre, 2014.
- [14] RUSCHEL, R. C.; ANDERY, P. R. P.; MOTTA, S. R. F.; VEIGA, A. C. N.R. Building Information Modeling para projetistas. In: FABRICIO, M.M.; ORNSTEIN, S.W. (org.). Qualidade no projeto de edifícios. São Carlos: Rima Editora, ANTAC, 2010.
- [15] ANDRADE, M. L. V. X; RUSCHEL, R. C. BIM: Conceitos, cenário das pesquisas publicadas no Brasil e tendências. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DE PROJETOS, São Carlos. E-Anais São Carlos: Rima Editora, 2009.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA
Centro de Ciências Exatas e Naturais – CCEN

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Às 19 horas do dia dezenove de novembro de dois mil e vinte um, no formato remoto, pelo GoogleMeet, reuniu-se a Banca Examinadora de defesa de trabalho de conclusão de curso de autoria do aluno **JOSE BRUNO DE GOIS REBOUCAS**, aluno do curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia desta universidade, N° de matrícula **2016020681**, com o título “**COMPARAÇÃO QUANTITATIVA E DE CUSTOS SOBRE PROJETO DE RESIDÊNCIA DE DOIS PAVIMENTOS NAS PLATAFORMAS BIM E TRADICIONAL**”. A Banca Examinadora ficou assim constituída por três membros: Prof. Dr. Lázaro Luis de Lima Sousa, presidente da banca e orientador do Trabalho de Conclusão de Curso; Profa. Luciana Angélica da Silva Nunes e Profa Dra. Jusciane da Costa e Silva, como membros. Concluída a defesa, procedeu-se o julgamento pelos membros da banca examinadora, em reunião fechada, tendo o aluno sido considerado **APROVADO**. E para constar, eu, Lázaro Luis de Lima Sousa, lavrei a presente ata que, após lida e aprovada pelos membros da banca examinadora, será assinada por todos.

Mossoró-RN, 19/11/2021.

Assinatura dos membros da Banca Examinadora.

LAZARO LUIS DE
LIMA

SOUSA:66761476372

Assinado de forma digital por
LAZARO LUIS DE LIMA
SOUSA:66761476372
Dados: 2021.11.20 09:42:27 -03'00'

Prof. Dr. Lázaro Luis de Lima Sousa – UFERSA
Presidente e orientador

LUCIANA ANGELICA DA
SILVA NUNES:83876820391

Assinado de forma digital por
LUCIANA ANGELICA DA SILVA
NUNES:83876820391
Dados: 2021.11.20 17:43:22 -03'00'

Profa. Dra. Luciana Angélica da Silva Nunes – UFERSA
Primeiro Membro

Jusciane da Costa e Silva

Assinado de forma digital por Jusciane da
Costa e Silva
Dados: 2021.11.20 10:56:16 -03'00'

Profa. Dra. Jusciane da Costa e Silva - UFERSA
Segundo Membro