

ANÁLISE COMPARATIVA DO PROCESSO DE ORÇAMENTAÇÃO COM USO DA METODOLOGIA BIM 5D: ESTUDO DE CASO

Anderson Sena¹, Cristina T. Pérez²

¹ Avenida Orlando Gomes, Salvador/Bahia; andersonsena3@gmail.com

² Avenida Orlando Gomes, Salvador/Bahia;

Resumo: O processo de orçamentação na construção civil é umas das etapas fundamentais na criação e sucesso do empreendimento. A metodologia *Building Information Modeling* (BIM) vem mostrando vantagens devido as possibilidades de gerar orçamentos de forma mais sistêmica. Neste sentido, este artigo busca avaliar o uso desta metodologia no processo de orçamentação, utilizando como objeto de estudo um projeto de construção de uma escola e realizando uma análise comparativa dos resultados proveniente de três metodologias de cálculo diferentes de orçamento com uso de software Revit. A partir da análise dos resultados, foi possível constar que esta metodologia possui vantagens em relação ao método tradicional, gerando orçamentos mais precisos, rápidos e que demandam menos esforços.

Palavras chave: BIM; 5D BIM; orçamento; Revit; Arquimedes.

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE BUDGETING PROCESS WITH THE USE OF BIM 5D METHODOLOGY: CASE STUDY

Abstract: The budgeting process in construction is one of the fundamental steps in the creation and success of the project. The Building Information Modeling (BIM) methodology has been showing advantages due to the possibility of generating budgets in a more systemic way. In this sense, this paper aims to evaluate the use of this methodology in the budgeting process, using as a study object a school construction project and performing a comparative analysis of the results from three different budgeting methodologies using Revit software. From the analysis of the results, it was possible to verify that this methodology has advantages over the traditional method, generating more accurate budgets, faster and that require less efforts.

Keywords: BIM; 5D BIM; budget; Revit; Arquimedes

1. INTRODUÇÃO

Na construção civil, os orçamentos são fundamentais no processo de formação e desenvolvimento dos projetos. Orçamento é um plano financeiro do projeto ou serviço. Para a determinação deste plano, é necessário realizar levantamento dos custos diretos e indiretos, impostos e lucros. [1]. A elaboração de um orçamento é crucial para o sucesso de um projeto, mas que seu processo demanda tempo e está bastante suscetível a erros humanos durante a fase de levantamentos.

Decorrente as limitações da plataforma CAD durante as etapas da elaboração dos projetos, o setor da construção civil vem buscando alternativas que otimizem o processo de criação do orçamento, de maneira que sejam aprimoradas todas as fases do projeto: da concepção até o gerenciamento e a manutenção do empreendimento. Neste contexto, a metodologia *Building Information Modeling* (BIM)¹ é considerada como avanço da plataforma CAD, auxiliando assim no orçamento do projeto. Neste sentido, a metodologia do BIM 5D possibilita a extração de quantitativos de componentes, quantidades de material, área e volume dos espaços presentes nos projetos, assim como ferramentas para exportação de dados quantitativos em uma planilha ou uma base de dados externa.

Com o intuito de buscar práticas que auxiliem na orçamentação de projetos de construção e aumentar a produtividade e assertividade desta tarefa, este trabalho objetiva avaliar os resultados obtidos com três metodologias de cálculo de orçamentação diferentes a partir do modelo BIM de um projeto de construção. Para tal, foi estudado o empreendimento de construção de uma escola.

2. METODOLOGIA

O trabalho adotou como método de pesquisa o Estudo de Caso [2]. O presente estudo compreendeu as seguintes etapas: (1) escolha do projeto a ser estudado (Etapa 1); (2) modelagem do projeto através do *software* Revit (Etapa 2); (3) orçamentação do projeto a partir de três diferentes métodos (Etapa 3); e (4) análise dos resultados obtidos com os diferentes *software* (Etapa 4).

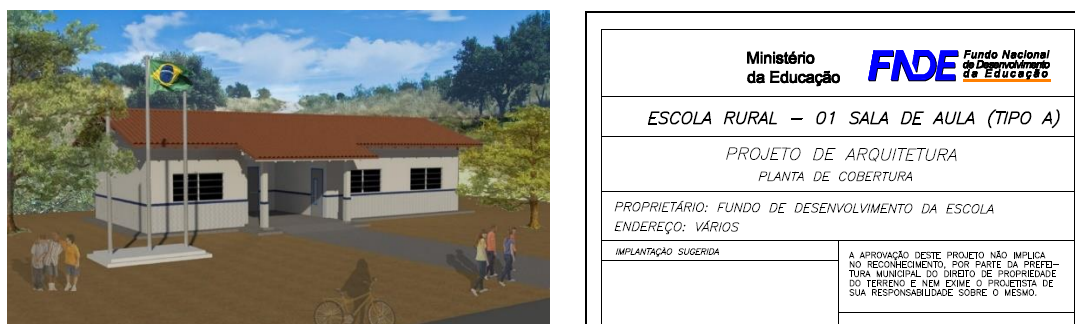
2.1. Etapa 1: Escolha do projeto a ser estudado

O Estudo de Caso utilizou como objeto de estudo o projeto de um empreendimento educacional padrão do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) do projeto Plano de Ações Articuladas (PAR) (Figura 1). A escolha por este projeto se deveu a facilidade de acesso à informação, a relevância social do projeto e por se tratar de uma obra pública. São

¹ Modelagem da Informação na Construção.

disponibilizados pelo FNDE todos os projetos executivos necessários para implantação, incluindo planilha orçamentária com quantitativo e memorial descritivo, utilizados para licitação por diversos entes federativos brasileiros

Figura 1. Projeto da Escola objeto de estudo deste trabalho



Fonte: FNDE

O empreendimento escolhido possui um pavimento, idealmente realizado para ser implantada em assentamentos ou pequenas comunidades rurais nas diversas regiões do Brasil. A escola tem capacidade de atendimento de até 60 alunos, em dois turnos (matutino e vespertino), e até 30 alunos em período integral. O projeto foi projetado para um terreno mínimo de 35x25m. As alvenarias deste projeto são de blocos cerâmicos 9x19x39cm em $\frac{1}{2}$ vez, revestidos por chapisco, massa única, pintura ou cerâmica. O sistema de cobertura é composto por ripas, caibros e terças de madeira, além de pontaletes e da tesoura. O revestimento do piso interno é composto de peças cerâmicas. Estas características são resumidas na Tabela 1.

Tabela 1. Características do Projeto estudado

Características do Projeto de Construção		Características do sistema Construtivo	
Local	Qualquer região do Brasil	Alvenaria	Vedação em blocos
Implantação	Um terreno > 35x25m	Revestimento de parede	Argamassa
Área total construída	101,44m ²	Revestimento de piso	Peças cerâmicas
Atendimento	Até 60 alunos		
Altura	1 pavimento		

Fonte: Os autores

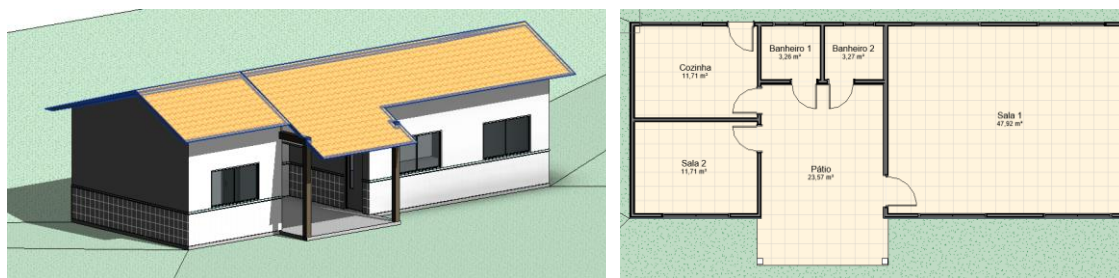
2.2. Etapa 2: Modelagem do projeto

A partir do projeto disponibilizado pelo FNDE através da plataforma CAD e memorial descritivo, foi desenvolvida a modelagem utilizando o *software* Revit da Autodesk versão 2018. Primeiramente foi iniciado as configurações dos elementos a serem representados, como por exemplo, espessura e camadas da alvenaria e dimensões dos revestimentos cerâmicos. Após esta etapa, foram

modelados as paredes e o sistema de cobertura, respeitando as indicações do memorial. As janelas foram locadas com as dimensões de projeto, assim como o sistema de piso.

Como a modelagem do projeto foi realizada objetivando o orçamento, o nível de detalhamento dos objetos e configurações carregadas foram apenas as necessárias para esta etapa, de forma que possa ser gerada o levantamento de quantitativos preciso. Dessa forma o *Level of Development* (LOD) deste modelo foi LOD 100 (Figura 2).

Figura 2. Escola modelada em Revit



Fonte: Os autores

2.3. Etapa 3: Orçamentação

Após o processo de modelagem, foram selecionados os principais serviços que seriam estudados neste trabalho, sendo estes: (1) alvenaria de vedação com blocos cerâmicos 9x19x39cm em ½ vez; assentamento com argamassa traço 1:2:8 (cimento, cal e areia); (2) revestimento com chapisco em parede com argamassa traço 1:3 (cimento e areia); (3) revestimento cerâmico para piso com placas de dimensões 40x40cm antiderrapante; e (4) trama de madeira composta por ripas, caibros e terças, para telhados de até 2 águas.

Durante a etapa orçamentação, para a obtenção dos preços unitários foram utilizados os índices fornecidos pelo Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI). Na primeira metodologia, denominado neste estudo de Metodologia A, os quantitativos foram obtidos a partir da planilha disponibilizada pelo FNDE, assim como os preços unitários baseados pelo SINAPI, que foram atualizados e preenchidos de maneira manual utilizando o *software* Microsoft Excel. Para a segunda metodologia (Metodologia B) obteve-se os quantitativos com uso do Revit e a introdução dos preços foram realizados de maneira manual. Por último, na Metodologia C, os quantitativos e preços unitários foram obtidos a partir do *software* de orçamento 5D, denominado Arquimedes, da empresa CYPE (Tabela 2).

Tabela 2. Ferramentas utilizadas nas Metodologias de orçamentação

Metodologias de orçamentação	Extração de Quantitativos	Preços unitarios
Metodologia A	Excel	SINAPI
Metodologia B	Autodesk Revit	SINAPI
Metodologia C	Autodesk Revit + Arquimedes	SINPAI

Fonte: Os autores

3.3. Etapa 4: Análise dos resultados

A análise dos dados foi realizada através da natureza comparativa e quantitativa, no qual são comparados os processos de elaboração do orçamento a partir da modelagem do projeto e posteriormente, a análise quantitativa dos resultados obtidos provenientes dos métodos orçamentários.

3. RESULTADOS

3.1. Processo de orçamentação utilizando o Microsoft Excel

Para este processo foi utilizado os dados dos levantamentos fornecidos pelo FNDE. Após o preenchimento no *software* Microsoft Excel, os custos unitários foram pesquisados na base de preços do SINAPI, conforme o código do serviço. O resultado final do orçamento foi proveniente do produto entre o quantitativo e o custo unitário.

3.2. Processo de orçamentação utilizando o Revit

O *software* Revit permite, após a modelagem do projeto, a quantificação automática dos materiais com base nos elementos e configurações criadas pelo projetista, através da opção tabela/quantidades é possível ter acesso as estas informações.

Após buscar custo unitário dos serviços na base de preços e inseri-lo no REVIT, o programa automaticamente retorna o valor final do orçamento. Da mesma maneira do primeiro procedimento, o orçamentista precisa realizar esta tarefa manualmente, para que seja possível a elaboração da planilha. Vale ressaltar ainda, que não é possível obter a memória de cálculo dos serviços apresentados, não estando em conforme com a LEI 8.666/93 no qual exige-se, em caso licitações públicas, a produção de uma memória de cálculo das quantidades elencadas na planilha orçamentária.

Além disso, o programa utiliza métodos computacionais para o levantamento de materiais, ou seja, não é possível configurar os critérios de medições. Por exemplo, no levantamento de quantitativos de alvenaria ou revestimentos de parede, não é possível adotar o critério da área bruta com desconto apenas de vãos com áreas superiores a 2 m².

3.3. Processo de orçamentação utilizando o *software* Arquimedes

Para este processo, é necessário que o projeto BIM seja importado para o programa de orçamento. Para tanto, os quantitativos foram extraídos a partir da interação entre o Revit e Arquimedes. Esta integração permite que o orçamentista tenha acesso a informações pertinentes ao projeto, como por exemplo, quantitativo de materiais e serviços, quadro de áreas, características físicas e dimensões dos objetos e elementos que compõem o projeto. Após a vinculação do projeto no programa Arquimedes, o orçamentista pode escolher o banco de preços a ser utilizado, e criar orçamento vazio ou a um orçamento com as composições de serviços já inseridas.

Para a vinculação automática das composições com os quantitativos presentes no orçamento, foi criado durante a etapa de elaboração de projetos, materiais com as mesmas características do memorial descritivo e utilizado o código SINAPI no campo *Keynote* para que haja a integração automática com o software de orçamento. Isto permitiu que, após a exportação, o programa gere automaticamente o orçamento com os preços unitários (conforme a base SINAPI escolhida) e os quantitativos.

Ainda que o SINAPI utilize como critério de medição a área líquida (com descontos) para serviços como alvenaria e revestimentos, há também a opção configurar e utilizar-se de outros critérios, caso seja necessário, ficando a cargo do orçamentista a aplicação destas regras de forma a melhor atender as composições.

Além disso, o programa retorna à memória de cálculo dos valores obtidos individualmente separando por locais e pavimentos. Assim como na Metodologia B, qualquer alteração arquitetônica no projeto irá, de maneira automática, refletir nos quantitativos presentes no software, e conseqüentemente no orçamento. Isso permite que seja explorada alterações no projeto sem sobrecarregar o orçamentista.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS

Na Tabela 3 são apresentados os resultados obtidos a partir das três metodologias de orçamentação.

Tabela 3. Comparativo dos valores obtidos nos diferentes métodos de orçamentação

SINAPI	Serviço	Custo Unitário	Quantitativo		
			Met. A	Met. B	Met. C
87477	Alvenaria de vedação com blocos cerâmicos 9x19x39cm em ½ vez; assentamento com argamassa traço 1:2:8 (cimento, cal e areia)	33,80	184,45	183,88	183,54
87905	Chapisco em parede com argamassa traço 1:3 (cimento e areia)	6,42	393,68	366,61	366,4

97251	Revestimento cerâmico para piso com placas de dimensões 40x40cm antiderrapante	28,65	101,55	111,42	111,42
92539	Trama de madeira composta por ripas, caibros e terças, para telhados de até 2 águas	55,15	159,35	151,92	151,92
TOTAL(R\$)			20.459,40	20.139,35	20.126,51

Fonte: Os autores

Observa-se na Tabela 3 que as Metodologias B e C apresentaram valores semelhantes, tendo em visto que ambos foram obtidos através da metodologia BIM. Há, no entanto, valores divergentes comparados à Metodologia A.

Esta diferença pode ser ocasionada devido a falhas humanas ou a precisão na metodologia de levantamentos utilizada pelo FNDE. Nota-se que o item chapisco foi o que apresentou a maior discrepância, com um desvio de aproximadamente 5% da média. Deve-se descartar dos quantitativos também, as majorações para compensar as perdas dos materiais, uma vez que, o SINAPI já adota estas majorações nas composições de preço unitária. Apesar da diferença do quantitativo apresentada, não houveram impactos significativos no valor final do orçamento. As maiores diferenças, no entanto, foram nas vantagens e desvantagens dos processos de orçamentação.

A principal dificuldade da Metodologia A foi a atualização e inserção dos preços unitários. Isso se deve ao fato de todo processo ser realizado de maneira manual – da busca pelo código à digitação dos custos unitários. Desta forma, qualquer alteração do projeto ou atualização da base de preço, irá requerer que o processo seja refeito. Já na Metodologia B, no entanto, possuiu vantagens na precisão e rapidez na extração dos quantitativos dos serviços. Porém, assim como no processo A toda etapa de inserção dos custos unitários tiveram que ser realizadas de maneira manual e qualquer atualização monetária nos custos, acarreta em um novo trabalho. Desta maneira, apesar da quantificação automática, o processo perde em facilidade de uso e automatização, se comparada a Metodologia C. Além disso, este procedimento não retornou nenhuma memória de cálculo para que, o cliente final do orçamento (ente público ou licitante), possa conferir os dados apresentados. Na Metodologia C tanto a quantificação quanto a precificação foram realizadas de maneiras automáticas. O grau de facilidade e precisão são maiores do que ambos os processos anteriores e, as possibilidades de explorar adequações nos projetos e obter os custos são feitas de maneiras automáticas. Sendo assim, este processo possui maiores vantagens na precisão, agilidade e automatização.

5. CONCLUSÃO

Este trabalho visou a utilização da metodologia BIM no processo de orçamentação a partir do estudo de um projeto de construção de uma pequena

escola pública. Foram utilizadas para isso três metodologias de cálculo do orçamento, nomeadas antes trabalho de Metodologia A, B e C.

A principal contribuição deste trabalho é a realização de uma análise comparativa do processo de orçamentação utilizando diversos procedimentos. A partir dos resultados obtidos durante a análise das três metodologias de cálculo utilizadas foi possível constatar que o uso da metodologia BIM voltada para a orçamentação de obras requer, para que seja bem-sucedido, o uso de ferramentas adequadas que envolvam todo o processo de desenvolvimento do projeto, não somente da modelagem. Não foi possível obter resultados satisfatórios através de um único *software*, sendo necessário por tanto, o uso de ferramentas específicas voltadas para esta metodologia. Por fim, foi possível utilizar a metodologia BIM para realizar a orçamentação dos serviços propostos. Foi constatado as principais vantagens comparadas ao método tradicional, sendo maior delas a agilidade, praticidade e precisão das ferramentas.

As principais dificuldades identificadas neste trabalho foram a modelagem do projeto a partir da plataforma CAD. Isso se deve ao fato de que para o correto uso da metodologia BIM, os projetistas necessitam desenvolver seus projetos com informações e detalhes nunca antes necessárias ao utilizar a plataforma CAD, exigindo deles o domínio dos *software*. Mas apesar de isto gerar mais esforço e consequentemente demandar mais tempo na elaboração do projeto arquitetônico, esta tarefa agrega mais precisão e menos erros nas etapas consequentes (orçamento, planejamento, execução, etc.), o que aumenta a qualidade final do projeto.

7. REFERÊNCIAS

¹HARANO JUNIOR, Marcos Massayuki. BIM 4D e 5D - **Planejamento e Orçamentação**. 2016. 131 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Instituto Superior de Engenharia do Porto, Portugal, 2016. Disponível em: <<http://recipp.ipp.pt/handle/10400.22/9915>>. Acesso em: 10 set. 2019.

²YIN, Roberto K. Estudo de caso: planejamento e métodos. 2^a Ed. Porto Alegre. Editora: Bookmam, 2001.