

A METODOLOGIA BIM APLICADA NO PLANEJAMENTO ORÇAMENTÁRIO DE OBRAS RESIDENCIAIS UNIFAMILIARES

HÉRMANY NUNES MARTINS DE BARCELOS¹, VINÍCIUS CONCEIÇÃO DE ARAUJO², JOSÉ VICTOR MARCONI CUNHA³ e PAULO PINHEIRO CASTANHEIRA NETO⁴

¹Graduado em Engenharia Civil, UNESA, Niterói-RJ, hermanynunes@hotmail.com;

²Graduado em Engenharia Civil, UNESA, Niterói-RJ, viniciusc.dearaujo@gmail.com;

³Graduado em Engenharia Civil, UNESA, Niterói-RJ, jvmarconicunha@gmail.com;

⁴MSc. Prof. Titular, UNESA, Niterói-RJ, paulo.pinheiro@estacio.br

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
15 a 17 de setembro de 2021

RESUMO: Tendo em vista que a inclusão das ferramentas que compõem a metodologia BIM pode trazer praticidades para a construção civil no Brasil, pesquisa-se sobre a aplicação destas no planejamento orçamentário de obras residenciais unifamiliares, a fim de analisar a eficácia prática da aplicabilidade da metodologia BIM 3D, 4D e 5D como instrumento de modelagem, planejamento e orçamentação. Realiza-se, então, um estudo de caso, o qual resume-se na transição de projetos baseados em tecnologia CAD para tecnologia CAE, buscando profundo detalhamento. Isto impõe a constatação de que esta metodologia promove a otimização na gestão de obra e no orçamento executivo por tratar de redução de custos, de despesas, desperdícios, tempo e simultaneidade de tarefas.

PALAVRAS-CHAVE: Engenharia Civil. BIM. Planejamento Orçamentário. Otimização de Processos. Interoperabilidade.

THE BIM METHODOLOGY APPLIED IN THE BUDGET PLANNING OF SINGLE-FAMILY RESIDENTIAL CONSTRUCTION

ABSTRACT: Given the inclusion of the tools that make up the BIM methodology can bring practicalities to civil construction in Brazil, it is researched the application of these in the budget planning of single-family residential construction, to analyze the practical effectiveness of the BIM methodology 3D, 4D, and 5D's applicability as a tool for modeling, planning and budgeting. Then, a case study is carried out, which is summarized in the transition of projects based on CAD technology to CAE technology, seeking deep details. This imposes the realization that this methodology promotes the construction management optimization and the executive budget, because it deals with cost reduction, expenses, waste, time and simultaneous tasks.

KEYWORDS: Civil Engineering. BIM. Budget Planning. Process Optimization. Interoperability.

INTRODUÇÃO

Embora seja mostrada como um dos principais eixos da economia, a construção civil é a área da engenharia onde a inovação tecnológica acontece de maneira vagarosa, o que é analisado tanto nas técnicas de construção, processos e planejamento de projetos.

A tecnologia passa então a ser um processo indispensável para a elaboração de projetos na construção civil, tendo como principais funções definição de orçamentos, controle de materiais estocados e utilizados, mão-de-obra envolvida, equipamentos utilizados, dentre tantos outros fatores que influenciam o produto final do projeto.

O uso de tecnologia na construção civil é capaz de elevar a produtividade e competitividade do setor (FIA, 2020). Isso ocorre em todas as esferas, com seu uso, torna-se possível rastrear informações e quantitativos desde a fase de projeto, tal como na etapa de construção (Ibidem, 2020).

O autor e seus projetistas de renome, Eastman et al. (2014), relatam os problemas do setor da construção civil em relação a desarmonia entre disciplinas, escassez de informações e a resultante incompatibilidade entre projetos de uma mesma obra.

O *Building Information Modeling* (BIM – Modelagem da Informação da Construção), no contexto da engenharia civil, é aplicado dado sua incrível agilidade, eficiência e conformidade entre as disciplinas de uma construção. Usado na produção de um orçamento, o BIM pode ser utilizado em uma ampla área que a engenharia civil compreende, desde que o emprego dessa atividade necessite de um planejamento otimizado dos custos de uma obra ou serviço da construção civil.

De acordo com Eastman et al. (2014), o modelo gerado pelos *softwares* BIM disponibiliza de forma automática informações gráficas (modelagem 3D) e informações não gráficas (especificações, quantitativos, cronogramas e outros dados), sendo que a parametrização desses fatores possibilitará um gerenciamento de informações otimizado – elementos parametrizados, *Building Information Model* (Modelo de informação da construção) – que auxiliará na realização de um projeto da construção civil.

Os modelos gerados em BIM apoiam-se no conceito de interoperabilidade, sendo este um dos principais alicerces dos *softwares* BIM e da própria metodologia em si. Desta maneira, a metodologia BIM é possibilitada pelo *Industry Foundation Classes* (IFC), como forma de padronizar as informações compartilhadas e compatibilizar a geometria em um ambiente comum, além de exportá-las para verificação em outros programas.

A metodologia BIM também subsidia fatores de otimização, como a compatibilização dos projetos. Nesta linha, Farias (2020) define como um dos itens essenciais que compõem a verificação de compatibilidade de projetos em *softwares* BIM, a condição de detecção de conflitos (*Clash Detection*). Callegari (2007) sugere que a conscientização e consequente implementação da compatibilização por softwares BIM na fase de execução de projetos é justificável intrinsecamente pelo aumento da eficiência da construção civil.

Segundo Eastman et al. (2014, p. 222) a metodologia de trabalho em quatro dimensões (4D) se trata de uma inclusão do fator tempo ao modelo 3D, ou seja, permite aos projetistas e executores do projeto um controle sobre as etapas, delimitando metas e prazos.

Segundo Mattos (2014), o planejamento é um dos principais processos dentro do contexto de gerenciamento de obras que envolvem outras atividades como orçamentação, gestão de mão de obra, controle de serviços e insumos e a comunicação entre contratante e contratado. Diante disso, Marchiori (2009) denota simplificada que os principais componentes do orçamento de uma obra, são: preço unitário de materiais, quantidades de serviços e da mão de obra e consumo de materiais para cada função.

O levantamento dos custos de obra é realizado a partir de estudos dos quantitativos manuais em projetos 2D, que exigem elevado tempo de trabalho e são mais suscetíveis a erros. Para uma análise de quantitativos mais célere e assertiva, destaca-se o uso dos modelos em três dimensões (3D) projetados em BIM, que integram os quantitativos fornecidos pelos *softwares* e o banco de dados SINAPI, resultando no orçamento de forma mais precisa e rápida.

O ato de projetar em BIM, portanto, gera inúmeros benefícios em relação a processos tradicionais, pois facilita o processo de levantamento de quantitativos e reduz as incertezas sobre a quantidade de materiais.

Ademais, o modelo 5D torna os estudos de custos da obra e o método de orçamentação automatizados por conta das inserções de códigos e parâmetros, integrando os custos do projeto no modelo 3D, antecipando e administrando os gastos em toda a extensão do cronograma da construção.

O objetivo desse artigo é analisar a eficácia prática da aplicabilidade da metodologia BIM 3D, 4D e 5D como instrumento de modelagem, planejamento e orçamentação de obras residenciais unifamiliares, utilizando-se dos softwares Revit, Project, Excel e Navisworks com foco na extração dos quantitativos do projeto para o planejamento orçamentário, sendo uma das características de *softwares* interoperáveis, a trabalhabilidade em códigos abertos (EASTMAN et al., 2014).

A integração das dimensões supracitadas é o norte deste artigo, ou seja, a modelagem na terceira dimensão do BIM (BIM 3D), será integrada ao processo de planejamento (BIM 4D) e à modelagem na quinta dimensão do BIM (BIM 5D), que trata do processo de orçamentação.

O uso da metodologia BIM favorece a ampliação do resultado positivo da obra, pois abrange diversos processos e etapas da construção e garante a compatibilidade interdisciplinar, podendo ser executada em *softwares* variados.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado com base nos projetos 2D contidos nos “Cadernos Caixa: Projeto padrão de casas populares” de responsabilidade da GIDUR/VT (2007). Estes dispõem de 41,87 m² de área construída e 36,93 m² de área útil e foram originalmente realizados com base em tecnologia *Computer Aided Design* (CAD – Desenho Auxiliado por Computador) e posteriormente transpostos para a metodologia BIM pelos autores, com base em Revit para o 3D (modelagem) e Navisworks para o 4D (cronograma) e 5D (orçamento). Estes procedimentos foram realizados vislumbrando o potencial de otimização da metodologia BIM como ferramenta de planejamento de obras e extrator de quantitativos de projetos, proporcionado por sua interoperabilidade.

Visando as execuções futuras de um cronograma de obras com etapas assertivas e um orçamento financeiro com quantitativos acurados, optou-se pela modelagem 3D em LOD 400. Esse nível de desenvolvimento é considerado o mais alto na escala LOD para projetos executivos, visto que o LOD 500 que é utilizado para representação de *As Built*.

Com base no conceito de inclusão do tempo como dimensão de um projeto, o trabalho apresentado seguiu algumas premissas para o alcance do objetivo de integrar o 3D ao 4D, elaborando um cronograma de obras e posteriormente integrar o 4D ao 5D.

A partir do projeto 3D realizado no Revit, as etapas de campo a serem realizadas foram listadas e subdivididas em atividades menores e controláveis através de uma Estrutura Analítica de Projeto (EAP). Posteriormente, baseando-se nas fórmulas do cálculo de Produtividade e de Homem-Hora, a partir dos coeficientes disponibilizados na SINAPI, foram obtidas as equipes básicas e tempo de produção para cada uma das respectivas atividades. Utilizando-se das ferramentas disponibilizadas pelos programas Revit, Project e Navisworks e evidenciando a ferramenta *Time Liner* para o último programa, foram realizados um cronograma de obra e um diagrama de Gantt para o projeto em questão, resultando no modelo 4D.

Cabe ressaltar que um dos objetivos desta pesquisa, visa efetuar a extração dos quantitativos através dos *softwares* Revit e Navisworks para realização de uma integração e desenvolvimento mais assertivos quando comparadas aos métodos tradicionais de orçamentação. A extração de quantitativos é realizada a partir do modelo parametrizado em Revit gerando tabelas para posterior organização da planilha em Excel, sendo esta a metodologia 5D.

Cumprir lembrar que apenas foram orçados os custos referentes às composições (insumo + mão de obra) disponibilizados no sistema da SINAPI, alinhados aos materiais parametrizados, visando fornecer coeficientes de produção e custos unitários, convergindo no custo final da composição. Para tanto, não foram levados em consideração demais fatores, como maquinário ou outros itens presentes em um canteiro de obras.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A compatibilização de projetos em BIM evidencia erros de projetos de forma otimizada se comparada a tecnologia CAD, ainda mais utilizada no mercado brasileiro. Desta forma, o estudo buscou elucidar os entraves obtidos nos projetos de arquitetura, estrutural e complementares, por meio da ferramenta *Clash Detection* do Navisworks, que também subsidiou a extração dos quantitativos de projeto posteriormente à análise de conflitos, conforme Tabela 1.

Tabela 1. Interferências entre projetos

Análise de interferência entre projetos modelados em BIM											
Estrutural e Hidrossanitário		Arquitetura e Estrutural		Arquitetura e Hidrossanitário		Estrutural e Elétrico		Arquitetura e Elétrico		Elétrico e Hidrossanitário	
Erros	%	Erros	%	Erros	%	Erros	%	Erros	%	Erros	%
7	10,61	46	69,70	9	13,64	3	4,55	1	1,52	0	0

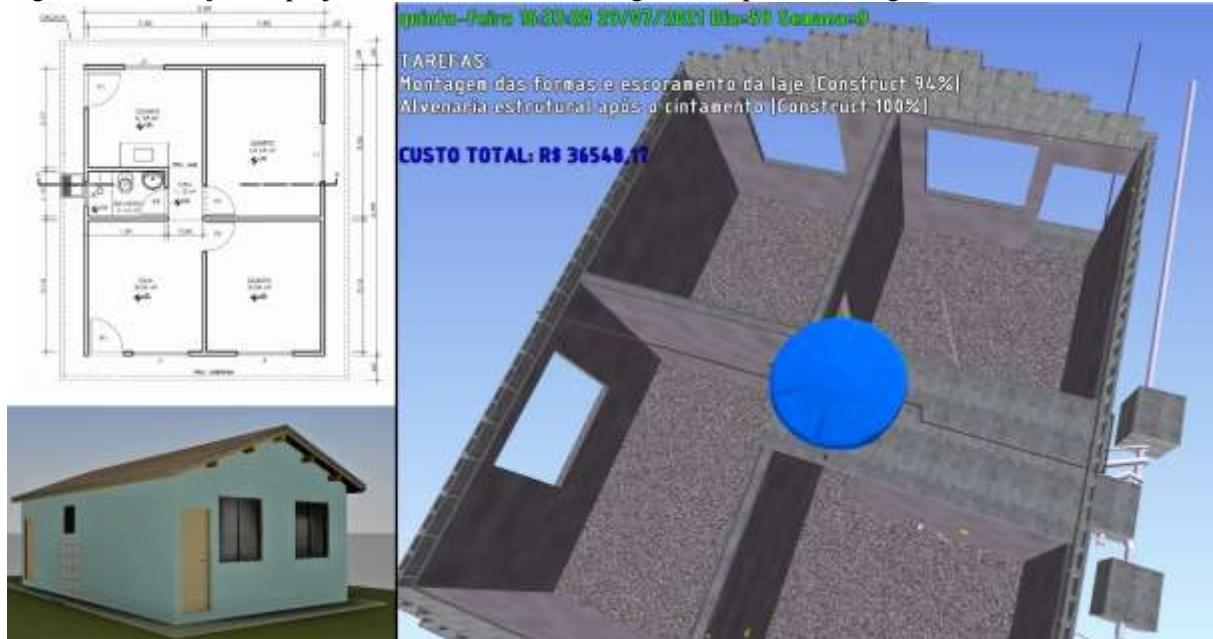
Os erros verificados nesta análise foram corrigidos e os projetos foram compatibilizados para comprovação das vantagens da metodologia BIM em gerar quantitativos de obras mais assertivos e por consequência, cronogramas e orçamentos de obra condizentes com a realidade do setor de Arquitetura, Engenharia e Construção Civil (AEC).

Efetivados os procedimentos no Navisworks, o produto obtido das etapas realizadas neste programa, foram levadas ao Project para sofrerem algumas alterações visuais, possibilitando então a integração entre o 4D e o 5D.

Os dados obtidos com a utilização do Navisworks no planejamento de execução da edificação, aprovacionaram o cronograma de obra, produto da integração entre as dimensões BIM 3D e BIM 4D, conforme Figura 1.

A utilização dos *softwares* Navisworks, Project e Excel aconteceram de forma integrada e simultânea. Com base nas ferramentas do Navisworks *Time Liner* e *Simulate*, obteve-se, respectivamente, o diagrama de Gantt e a visualização 4D das etapas de obra com base na vinculação da geometria 3D, gerando assim o cronograma de obra.

Figura 1. Transição de projetos baseados em tecnologia CAD para tecnologia CAE.



O resultado das integrações BIM 3D, BIM 4D e BIM 5D, foi obtido através de uma planilha quantitativa de itens e materiais de maneira a facilitar a visualização das etapas de execução. Por fim, realizou-se o cálculo dos custos envolvidos, conforme Figura 2, gerando um montante de R\$63.541,43 para realização do projeto. A fim de cumprir o proposto, a integração do BIM 5D com as dimensões anteriores, se deu a partir do momento em que foi possível visualizar o orçamento dos custos diretos incorporados em uma planilha única.

Figura 2. Orçamento Analítico Reduzido – Integração das Dimensões BIM 3D, BIM 4D e BIM 5D

ORÇAMENTO SINTÉTICO - INTEGRAÇÃO DAS DIMENSÕES BIM 3D, BIM 4D E BIM 5D							
DATA BASE DOS CUSTOS	11/21	Serviços contaram mão de obra		CUSTO DE OBRA:	R\$	63.541,43	
				R\$/m²:	R\$	1.523,04	
ITEM	MACROCLASSE	CÓD. SINAPI	DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	INCID. SERVIÇO	CUSTO TOTAL
2	FUNDAÇÕES					13,645%	R\$ 8.670,09
2.1	01.MDVT.FSUP.008/01	98527	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALA PARA VIGA BALDRAME, COM PREVISÃO DE FORMA	M3	4,40	0,843%	R\$ 535,65

Através desta planilha, foi possível mais uma vez identificar os custos totais no decorrer de toda a construção, bem como identificar os custos em determinados pontos da execução do projeto. Esta integração resultou, portanto, em um orçamento analítico ao qual pôde-se obter os custos diretos gerados, sendo definidos pelas etapas de execução unindo-se a parametrização do BIM 3D, associado ao cronograma gerado pelo BIM 4D, finalizando com a orçamentação BIM 5D.

Vale ressaltar ainda que para uma integração em sua excelência a fim de reduzir retrabalhos posteriores, ao se integrar o BIM 3D com o BIM 5D, bem como o BIM 4D com o BIM 5D é válida a comunicação entre o projetista (3D) e o planejador (4D) com o orçamentista (5D), a fim de esclarecer

as informações de todos os passos para correta inserção dos códigos SINAPI, reduzindo significativamente o tempo empenhado nesta atividade.

A aplicação dos procedimentos propostos neste artigo para a metodologia BIM otimiza a compatibilização dos projetos com o cronograma e orçamento, garantindo o controle integral desta interface.

CONCLUSÃO

A pesquisa confirmou a hipótese do emprego do BIM como um facilitador das etapas de planejamento, monitoramento/controle e execução através da amarração do cronograma e orçamento com a visualização em modelo 3D de todas as etapas da obra definidas na EAP.

A integração das dimensões do BIM 3D, 4D e 5D proposta neste trabalho, foi atingida com sucesso.

AGRADECIMENTOS

Á Deus, a nossas famílias e amigos e ao professor Paulo por acreditar em nós.

REFERÊNCIAS

- CALLEGARI, S. Análise da Compatibilização de Projetos em Três Edifícios Residenciais Multifamiliares. Dissertação – Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2007.
- EASTMAN, C. M.; Liston, K.; Sacks, R.; Teicholz, P. Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores. Tradução de C. G. Ayres Filho al.; Revisão Técnica de E. T. Santos. Porto Alegre: Bookman, 2014.
- FARIAS, Júlio C. SPBIM. O que é o clash detection (detecção de colisão) no BIM? 2020. Disponível em: <https://spbim.com.br/o-que-e-o-clash-detection/>. Acesso em: 15 de novembro de 2020.
- FIA. Tecnologia na Construção Civil: o que é, importância e exemplos. 2020. Disponível em: <https://fia.com.br/blog/tecnologia-na-construcao-civil/>. Acesso em: 08 de outubro de 2020.
- GIDUR/VT. Gerência de Desenvolvimento Urbano de Vitória. Cadernos CAIXA Projeto padrão – casas populares | 42m². Vitória. ES. Janeiro de 2007.
- MARCHIORI, Fernanda Fernandes. Desenvolvimento de um método para elaboração de redes de composição de custos para orçamentação de obras de edificações. Tese (Doutorado em Engenharia), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2009.
- MATTOS, A. D. Como preparar orçamentos de obras: dicas para orçamentistas, estudo de caso, exemplos. 2. ed. São Paulo: PINI, 2014.