2020 ENTAC
XVIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído

Futuro da Tecnologia do Ambiente Construído e os Desafios Globais

Porto Alegre, 4 a 6 de novembro de 2020

COMPARAÇÃO DE DADOS OBTIDOS PELOS MÉTODOS DE QUANTIFICAÇÃO TRADICIONAL E BIM PARA UTILIZAÇÃO EM ESTIMATIVA ORÇAMENTÁRIA DO CUSTO DA CONSTRUÇÃO[1]

LATREILLE, Denise (1); SCHEER, Sergio (2)

(1) Universidade Federal do Paraná, deniselatreille@gmail.com
(2) Universidade Federal do Paraná, sergioscheer@gmail.com

RESUMO

A atividade de levantamento de quantitativos é a fase mais demorada no processo de orçamentação tradicional. A possibilidade de automatização da quantificação de atividades com o uso de Building Information Modeling (BIM) pode resultar em economia de tempo e facilidade de requantificação em caso de necessidade de revisão do projeto. O presente artigo tem como objetivo comparar quantitativos extraídos de um modelo BIM de arquitetura com quantitativos obtidos pelo processo tradicional. No estudo de caso apresentado, o projeto arquitetônico de um empreendimento foi quantificado de duas maneiras. Uma delas foi a quantificação manual, que envolve a interpretação de projetos 2D e registro dos dados coletados em planilhas. Já a outra forma de quantificação foi realizada com a modelagem BIM do projeto arquitetônico. Como resultado, dois conjuntos de quantitativos referentes às mesmas atividades foram utilizados na planilha de estimativa de custo para verificar a diferença no custo total da construção do empreendimento.

Palavras-chave: *BIM. Quantitativos. Orçamento. Estimativa.*

ABSTRACT

The quantity take-off activity is the most time-consuming phase in the traditional budgeting process. The possibility of automating the quantification of activities using Building Information Modeling (BIM) can result in timesavings and ease of requantification if there is a need to revise the project. This article aims to compare quantities extracted from a BIM model of architecture with quantities obtained by the traditional process. In the case study presented, the architectural design of an enterprise was quantified in two ways. One of them was manual quantification, which involves the interpretation of 2D projects and recording of data collected in spreadsheets. The other form of quantification was performed with BIM modeling of the architectural project. As a result, two sets of quantities referring to the same activities were used in the cost estimate spreadsheet to verify the difference in the total cost of construction of the project.

Keywords*: BIM. Quantity take-off. Budget. Cost estimation.*

---

[1] LATREILLE, Denise; SCHEER, Sergio. Comparação de dados obtidos pelos métodos de quantificação tradicional e BIM para utilização em estimativa orçamentária do custo da construção. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., 2020, Porto Alegre. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2020.

1 INTRODUÇÃO

O processo orçamentário tradicional envolve a interpretação de projetos em 2D elaborados através de CAD (*Computer-aided Design)*. A informação interpretada pelo orçamentista é transcrita em planilhas para fins de armazenamento e registro das informações, processo esse que é denominado "levantamento de quantitativos" ou "quantitativos", e que é essencial para a orçamentação, pois é a base de transferência de informações do projeto para a fase de construção (FENATO, 2016). A precisão e eficiência do orçamento e do cronograma estão diretamente relacionadas a esse processo (FIRAT et al., 2010).

No método tradicional de orçamentação, a leitura e interpretação dos desenhos 2D exige abstração, o que aumenta a chance tanto de erros de interpretação quanto de omissões (EASTMAN et al., 2011). Devido à grande quantidade de informação a ser vista pelo orçamentista, existe a necessidade de organização e lógica para armazenar os dados obtidos no processo orçamentário (MARCHIORI, 2009). O levantamento de quantitativos, quando feito de forma manual, é a etapa mais demorada do processo de orçamentação. De acordo com Sabol (2008), pode tomar de 50 a 80% do tempo de elaboração de um orçamento.

Diante disso, emerge a necessidade de melhoria no processo de orçamentação. Na procura por novas soluções para o desenvolvimento de projetos e gestão da construção, o mercado encontrou a Modelagem da Informação da Construção (Building Information Modeling – BIM), uma maneira inovadora de pensar o processo de projeto que pode levar a uma grande modificação nas atividades relacionadas ao setor. A implantação desta tecnologia pode levar à alteração na forma de interação entre os *stakeholders* durante o ciclo de vida de uma edificação (SAKAMORI, 2015).

Segundo a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), BIM é um conjunto de políticas, processos e tecnologias que, combinados, geram uma metodologia para gerenciar o processo de projetar uma edificação ou instalação (CATELANI, 2017). Dessa maneira, permite ensaiar seu desempenho, gerenciar as suas informações e dados, utilizando plataformas digitais (baseadas em objetos virtuais), através de todo seu ciclo de vida (CATELANI, 2017).

O modelo digital é uma representação 3D paramétrica das características do empreendimento. Através do modelo é possível compartilhar informações dentro de um único arquivo entre todos os envolvidos, constituindo-se, assim, como uma base de informações do projeto. Segundo Eastman *et al.* (2011), no BIM há interações automáticas entre o modelo 3D e a extração de quantitativos, o que resulta em redução de tempo na elaboração do orçamento. A modelagem BIM é uma forma de mitigação de riscos na elaboração de orçamentos, pois reduz incertezas associadas aos quantitativos.

O objetivo desta pesquisa é comparar os quantitativos extraídos de um modelo BIM de arquitetura com os quantitativos obtidos pelo processo tradicional. Dessa maneira, buscar-se-á verificar o impacto do uso dos quantitativos BIM na planilha orçamentária de um empreendimento de construção civil.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Segundo Hartmann *et al*. (2012), os orçamentistas geralmente cumprem os seguintes passos: dividem o projeto em centros de custo, colocam preço com base no histórico

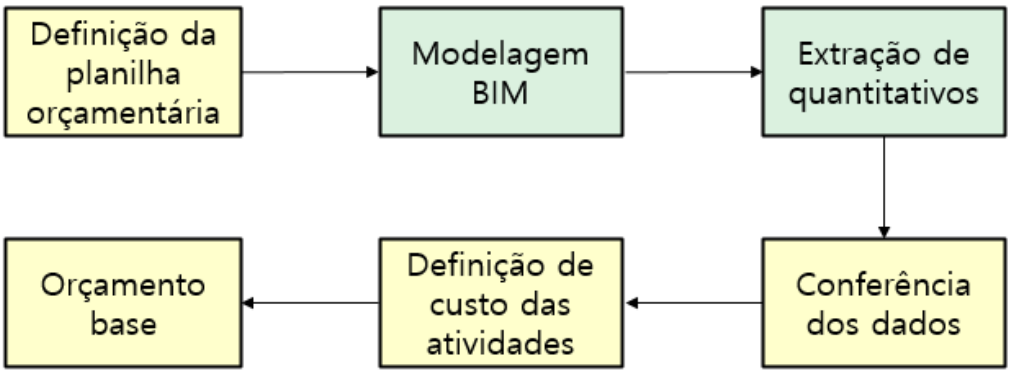
da empresa ou cotações, calculam o preço total, adicionam lucro, despesas gerais e verbas de contingência. A principal vantagem do uso de BIM na orçamentação é para a quantificação. Monteiro e Martins (2013) afirmam que a extração de quantitativos em BIM é uma ferramenta para especialistas, e que alguns quantitativos não podem ser extraídos diretamente do modelo. Muitas vezes, é mais conveniente criar modelos específicos para a extração de quantitativos, pois a adaptação do modelo para atender à extração de quantitativos pode interferir em outras ferramentas como a obtenção de esquemas e detecção de conflitos.

Um dos maiores obstáculos para realizar o orçamento automático é a aquisição de informação dos processos executivos, que é necessária para o orçamentista, mas geralmente não está inclusa no desenho. Algumas pesquisas estabelecem uma abordagem para identificar e adquirir informação da construção de modo sistemático, para facilitar a orçamentação baseada em BIM (MA; LIU, 2014).

O processo de estimativa de custo incorpora uma grande parte de subjetividade, além de que o especialista geralmente usa uma planilha básica ou um sistema difícil de entender. Uma estimativa é a visão de um especialista de um custo futuro esperado, cujos valores alcançados geralmente são estimados por especialistas no campo através do uso de analogias e comparações (XU *et al*., 2016)

Para Lee, Kim e Yu (2014), o modelo BIM deve permitir extrair quantidades precisas de acordo com a divisão criada na estrutura da orçamentação. Cada atividade deve ter seu devido quantitativo. A intervenção humana, contudo, ainda é necessária para manipular – por exemplo, filtrar e agrupar – esses dados tabulares de modo a obter a quantidade compatível com a estrutura orçamentária do projeto (LIU; LU; AL-HUSSEIN, 2016). A Figura 1 a seguir descreve o processo de orçamentação com uso de quantidades extraídas de um modelo BIM.

Figura 1 – Uso de BIM no processo orçamentário



Fonte: Adaptado de Abanda, Kamsu-Foguem e Tah (2017, p. 444).

À medida que o uso do BIM aumenta, ocorrerá uma mudança cultural em que o BIM será visto como o caminho do futuro e será amplamente utilizado pelos pesquisadores de quantidade no setor de construção. No entanto, é claro que será necessária uma colaboração interdisciplinar crescente em projetos habilitados para o BIM, em conjunto com o uso mais generalizado da entrega integrada de projetos, para alcançar o pleno potencial do BIM para orçamentação (HARRISON; THURNELL, 2015).

3 METODOLOGIA

3.1 Classificação da pesquisa

Esta pesquisa é do tipo exploratória, isto é, cujo objetivo é o aprimoramento de ideias. A estratégia de pesquisa utilizada para a elaboração deste artigo é um estudo de caso, que, de acordo com Gil (2007), tem o propósito de explorar situações da vida real cujos limites não estão claramente definidos, descrever a situação do contexto em que está sendo feita determinada investigação, e explicar as variáveis causais de determinado fenômeno em situações complexas em que não é possível a utilização de estratégias como o levantamento e os experimentos.

3.2 Estudo de caso

O estudo de caso foi desenvolvido com base em um projeto a ser executado na cidade de Curitiba, Paraná. Com uma área construída de 8.621,90 m², o empreendimento é composto por uma torre residencial contendo dois subsolos, oito pavimentos e ático, totalizando 25 apartamentos. A perspectiva renderizada do empreendimento pode ser observada na Figura 2 abaixo. A incorporadora e construtora deste empreendimento será identificada nesta pesquisa como Empresa 1.

Figura 2 – Perspectiva renderizada do empreendimento

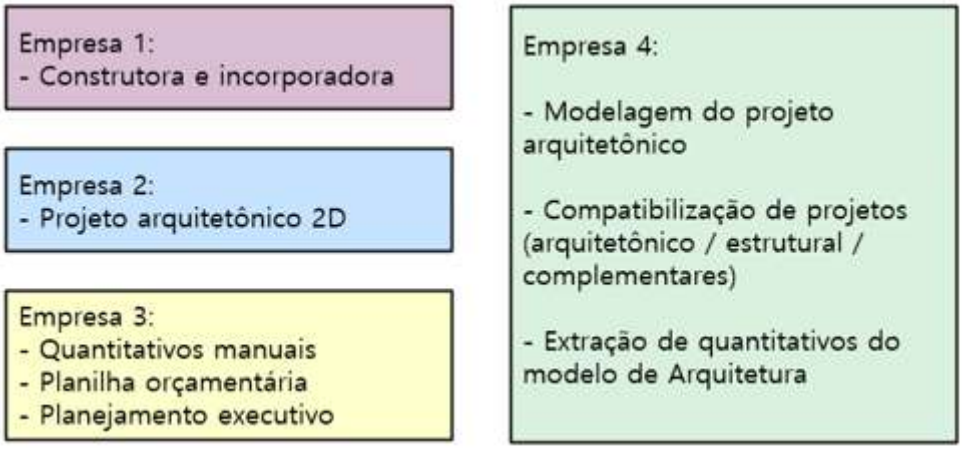


Fonte: Imagem cedida pela Empresa 1 (2020).

O estudo de caso compara os quantitativos extraídos do modelo BIM de arquitetura do empreendimento com os quantitativos obtidos pelo processo tradicional de orçamentação, que não envolve o uso de tecnologia BIM para obtenção dos dados. A Figura 3 a seguir caracteriza as quatro empresas envolvidas no processo de concepção e planejamento do empreendimento estudado. A idealização e concepção do projeto arquitetônico em 2D foi realizada pelas Empresas 1 e 2. O desenho 2D em CAD do projeto, por sua vez, foi desenvolvido pela Empresa 2. Já a quantificação do projeto arquitetônico em pelo método tradicional foi realizada pela

Empresa 3. A modelagem BIM do projeto arquitetônico, a compatibilização de todos os modelos BIM (arquitetônico, estrutural, complementares) e a extração de quantitativos do modelo BIM foi realizada pela Empresa 4, que é especializada no uso de tecnologia BIM. Todas as empresas possuem sede na cidade de Curitiba, Paraná.

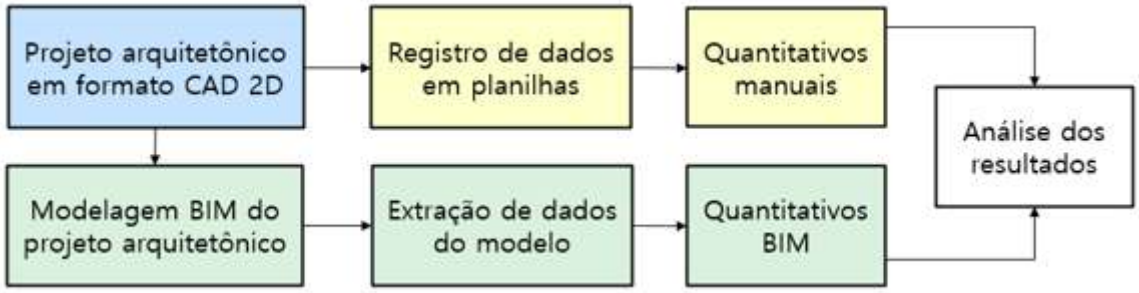
Figura 3 – Caracterização das empresas citadas



Fonte: Os autores (2020).

No processo tradicional de orçamentação, é feita a observação dos desenhos 2D (plantas, cortes e elevações) do projeto em CAD. A coleta de dados é registrada em planilhas, que formam um conjunto de quantitativos do projeto para ser utilizado na orçamentação do custo da construção. Os dados obtidos do modelo BIM também são entregues em planilhas. A Figura 4 ilustra o processo tradicional e o processo BIM de quantificação do caso estudado.

Figura 4 – Estudo de caso



Fonte: Os autores (2020).

Para a modelagem do projeto arquitetônico foram realizados diversos contatos através de reuniões presenciais, ligações e e-mails entre a Empresa 4 e as outras três empresas, para que o modelo BIM representasse um protótipo semelhante ao projeto arquitetônico e memorial descritivo do empreendimento.

4 RESULTADOS

Na Tabela 1 a seguir, são exibidos os resultados do estudo de caso. São apresentadas as quantidades obtidas para as atividades da planilha orçamentária que foram extraídas do modelo BIM de arquitetura. A coluna "Quant. BIM" refere-se aos dados obtidos do modelo BIM de arquitetura. A coluna "Quant. Manual" refere-se às quantidades obtidas no processo tradicional de orçamentação. A última coluna

apresenta a variação percentual entre os dois quantitativos apresentados para cada atividade descrita.

Tabela 1 – Quantitativos e Variação Percentual

Atividade	**Quant. BIM**	**Quant. Manual**	**Unid.**	**Variação %**
Impermeabilização com manta asfáltica	1457,15	1447,97	M²	1%
Cobertura com telhas de fibrocimento	362,85	369,94	M²	2%
Muros do térreo (divisa e implantação)	265,55	270,00	M²	2%
Emboço áreas internas	14078,40	14454,58	M²	3%
Portas de madeira	516,18	533,19	M²	3%
Esquadrias de alumínio	783,24	813,14	M²	4%
Rodapé de madeira dos apartamentos	2328,15	2425,43	M	4%
Emboço dos muros no térreo	529,95	502,79	M²	5%
Revestimento cerâmico fachada	1009,60	960,9	M²	5%
Revestimento cerâmico pisos internos: sala, sacada e cozinha	1924,35	1807,68	M²	6%
Forro drywall	4093,85	4396,03	M²	7%
Rodapé de madeira áreas comuns	528,80	567,87	M	7%
Piso laminado apartamentos	1476,35	1367,82	M²	8%
Pele de vidro fachada	1144,38	1032,24	M²	11%
Moldura em EPS elementos fachada	1105,00	1.253,92	M	13%
Impermeabilização com emulsão líquida	1841,05	2126,26	M²	13%
Paredes em alvenaria - bloco cerâmico	8668,15	9976,56	M²	13%
Corrimãos das escadarias de emergência	314,36	274,49	M	15%
Emboço paredes subsolo	1282,30	1517,31	M²	15%
Guarda corpo sacadas e lajes técnicas	307,85	365,72	M²	16%
Forro de madeira sacadas	350,05	294,65	M²	19%
Pintura interna	17958,65	15066,89	M²	19%
Revestimento cerâmico pisos externos	1242,70	1038,4	M²	20%
Emboço da fachada	5002,70	6474,40	M²	23%
Textura projetada na fachada	2737,15	3623,69	M²	24%
Revestimento cerâmico em paredes	2360,45	3169,01	M²	26%
Contrapiso	5281,75	4073,73	M²	30%
Revestimento cerâmico pisos internos: lavanderia, banheiros, áreas comuns	1620,35	1240,23	M²	31%
Enchimento com material leve em piso interno do térreo e oitavo pavimento	1220,45	901,63	M²	35%

Fonte: Os autores (2020).

Para avaliar o impacto no custo final da construção, os quantitativos BIM foram utilizados na planilha orçamentária original do empreendimento. O custo estimado da construção do empreendimento utilizando os quantitativos manuais é de R$27.869.973,96. Efetuando a substituição de quantitativos manuais pelos quantitativos BIM informados na Tabela 1, o custo estimado da construção resulta em R$27.751.288,51. Esta diferença representa uma variação de 0,43% no custo final estimado para a construção do empreendimento.

5 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados do estudo de caso, foi possível observar a variação entre os dados de quantitativos manuais e quantitativos BIM. Devido a essa variação, pode-se concluir que, para que o processo de extração de quantitativos BIM elimine

parte da quantificação manual, é necessário maior colaboração e trabalho integrativo entre a empresa BIM e a construtora/incorporadora, de modo a tornar a informação proveniente da modelagem BIM mais segura para uso no processo orçamentário.

Algumas proposições podem ser mencionadas para que a extração de quantitativos BIM forneça dados seguros para uso na orçamentação:

- Necessidade de maior entendimento do processo de modelagem em softwares BIM pela equipe de orçamento;
- Auditar o modelo BIM para verificar se todos os objetos modelados estão em conformidade com o processo de extração de quantitativos;
- A construtora/incorporadora deve criar o seu próprio roteiro com diretrizes de modelagem. Conhecido como *BIM Mandate*, ou *BIM Execution Plan (BEP)*, este documento mostra o caminho ser seguido pelos projetistas, com regras para a modelagem de todas as disciplinas do projeto;
- Criar um cronograma de entregas de modelagem para auditorias parciais do modelo. A verificação de pisos, paredes, esquadrias, revestimentos, etc. pode ser feita por partes para que não acumule um grande trabalho no fim da modelagem.

Em conformidade com o que contextualiza a revisão bibliográfica e o estudo empírico, a dificuldade em se adequar o modelo BIM ao orçamento é decorrente da subjetividade existente no processo orçamentário e da falta de padrão na orçamentação. Por isso, o processo integrativo de projeto e a criação de diretrizes para modelagem (*BIM Mandate/BEP*) são fatores primordiais para que a validação e uso dos dados do modelo BIM para levantamento de quantitativos aconteça. A modelagem BIM pode eliminar quantificação manual para muitas atividades da planilha orçamentária.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil da Universidade Federal do Paraná e às empresas participantes do trabalho de pesquisa.

REFERÊNCIAS

ABANDA, F. H.; KAMSU-FOGUEM, B.; TAH, J. H. M. BIM – New rules of measurement ontology for construction cost estimation. **Engineering Science and Technology, an International Journal,** v. 20, p. 443–459, 2017.

CATELANI, W. S. **10 Motivos para evoluir com o BIM**. 2. ed. Brasília: Câmara Brasileira da Indústria da Construção – CBIC, 2017. Disponível em: <https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2017/11/Cartilha_do_BIM_2016.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2020.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **BIM Handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors**. 2. ed. Estados Unidos: WILEY, 2011.

FIRAT, C. E.; ARDITI, D.; HAMALAINEM, J.; STENSTRAND, J.; KIIRAS, J. Quantity takeoff in model-based systems. In: CIB W78 CONFERENCE, 27., 2010, Cairo. **Proceedings**... Cairo: CIB, 2010.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 2007.

HARRISON, C.; THURNELL, D. BIM implementation in a New Zealand consulting quantity surveying practice. **International Journal of Construction Supply Chain Management**, v. 5, n. 1, p. 1-15, 2015.

HARTMANN, T.; MEERVELD, H.; VOSSEBELD B.; ADRIAANSE, A. Aligning building information model tools and construction management methods. **Automation in Construction**, v. 22, p. 605-613, 2012.

LEE, S.; KIM, K.; YU, J. BIM and ontology-based approach for building cost estimation. **Automation in Construction**, v. 41, p. 96-105, 2014.

LIU, H.; LU, M.; AL-HUSSEIN, M. Ontology-based semantic approach for construction-oriented quantity take-off from BIM models in the light-frame building industry. **Advanced Engineering Informatics,** v. 30, p. 190-207, 2016.

MA, Z.; LIU, Z. BIM-based intelligent acquisition of construction information for cost estimation of Building projects. **Procedia Engineering**, v. 85, p. 358-367, 2014.

MARCHIORI, F. F. **Desenvolvimento de um método para elaboração de redes de composição de custos para orçamentação de obras de edificações**. 2009. 238f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

MONTEIRO, A.; MARTINS, J. P. A survey on modeling guidelines for quantity takeoff-oriented BIM-based design. **Automation in Construction**, v. 35, p. 238-253, 2013.

SABOL, L. Challenges in cost estimating with Building Information Modeling. **IFMA World Workplace**. 2008.

SAKAMORI, M. M. **Modelagem 5D (BIM) - Processo de orçamentação com estudo sobre controle de custos e valor agregado para empreendimentos de construção civil**. 2015. 177f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil) – Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

XU, S.; LIU, K.; TANG, L. C. M.; LI, W. A framework for integrating syntax, semantics and pragmatics for computer-aided professional practice: With application of costing in construction industry. **Computers in Industry**, v. 83, p. 28-45, 2016.