



ISBN: 978-85-67169-04-0

SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

BENEFÍCIOS E DESAFIOS DA UTILIZAÇÃO DO BIM PARA EXTRAÇÃO DE QUANTITATIVOS

MELHADO, Silvio (1); PINTO, Ana Carolina (2)

(1) USP, (11) 3091-5164, e-mail: silvio.melhado@usp.br, (2) USP, e-mail: anacarolbcp@gmail.com

RESUMO

O levantamento de quantidades é uma das tarefas mais importantes para a gestão de projetos, uma vez que alimenta tanto o controle de custos quanto o planejamento da produção, considerando que sobre seus dados são aplicados preços unitários e produtividades esperadas para, enfim, calcular o prazo e o custo final para a obra. Apesar disso, é uma atividade cuja metodologia é pouco discutida e também são poucas as contribuições para a melhoria de seus processos, principalmente no que diz respeito à inovação. A modelagem de informações da construção (BIM), embora já seja uma realidade de mercado para muitas das grandes empresas de projeto e de construção no setor de Edificações no Brasil, ainda não teve sua utilização para extração de quantidades explorada plenamente. Neste artigo, apresentam-se os benefícios da substituição do levantamento de quantidades tradicional, baseado nos projetos 2D, pela extração de quantidades utilizando o BIM, e apontam-se os desafios enfrentados pelas empresas de acordo com a literatura. As principais discussões apresentadas são ilustradas com situações observadas em estudo de caso realizado pelos autores, em projeto pioneiro no qual o BIM foi utilizado por meio dos softwares *Revit* e *Vico Office*, este último ainda pouco utilizado no Brasil, e no qual houve comparação com o levantamento tradicional.

Palavras-chave: Levantamento de quantidades, BIM, construção civil, Vico Office.

ABSTRACT

The quantity takeoff (QTO) is one of the most important construction project management tasks. It is the foundation of the project cost estimation and construction planning, once it provides the data which will be used in the project bidding and production calculation. Nevertheless, there are few papers and discussions about its methodology and good practices, mainly if would like to talk about innovation in Architecture, Engineering and Construction (AEC) field. Despite of the fact that BIM is a process that many companies are already using, its QTO functionality isn't totally explored as well. This paper will list the BIM-Based QTO benefits and the impacts in companies management processes cited in the academy. The main discussions will be illustrated by case study situations of a project that had the both QTO methods (BIM-based and 2D based). This case study was performed by authors in a pioneer project that had Revit and the Vico Office (new at Brazil) as its main management software.

Keywords: Quantity takeoff, BIM, AEC, Vico Office.

1 INTRODUÇÃO

O levantamento de quantidades é uma das tarefas base para qualquer empreendimento da área de construção civil. Em primeira instância, ele é essencial para que seja definido o escopo do projeto, já que é uma maneira eficaz de mapear os itens que constam em projetos e que são necessários à execução do empreendimento. Sua precisão é

importante para que sejam desenvolvidos tanto um plano detalhado de custos como um prazo de execução realista, através da aplicação de índices esperados de produtividade.

Monteiro e Poças Martins (2013) citam a importância do levantamento de quantidades nas diferentes fases do ciclo de vida do empreendimento: nas fases iniciais, as quantidades são utilizadas para obter a primeira estimativa de custos do projeto; já na fase de propostas, seus dados são base tanto para o orçamento do empreendimento quanto para a definição do seu prazo de construção e, por fim, durante a etapa construtiva, as quantidades são essenciais para um controle de custos bem executado, bem como para produzir indicadores de custo e prazo para o gerenciamento do projeto.

O levantamento de quantidades 2D faz parte do processo tradicional de orçamentação, baseado nos projetos impressos e executado por disciplinas. O levantador mede cada elemento do projeto, identificando-o por meio de um código ou pelo seu ambiente. Monteiro e Poças Martins (2013) destacam que, uma vez que cada elemento é medido individualmente pelo levantador, essa medição está repleta de inferências e de interpretações pessoais do projeto, ou seja, mesmo sendo baseados nas mesmas especificações, é possível que dois levantamentos de quantidades executados por indivíduos diferentes tenham resultados diversos. Além disso, como cada levantador tem sua própria metodologia, isto dificulta a conferência das quantidades e sua atribuição às tarefas corretas na planilha de custos do empreendimento.

Principalmente para elaboração de orçamentos, em que prazo é mais enxuto, o levantamento de quantidades deve ter início rápido e muitas vezes não há tempo hábil solicitar a divisão das quantidades de acordo com o plano de ataque desejado para a obra. Desse modo, o cronograma não alcança o nível de detalhe necessário para possibilitar a análise de diferentes estratégias de execução ou entregas parciais.

Justamente nesses campos é que a extração de quantitativos com uso da modelagem de informações da construção (BIM) objetiva atuar. Uma vez que o modelo que retém todas as informações necessárias de projeto é que dá origem ao quantitativo, espera-se que haja menos desvios nos cálculos (principalmente erros humanos), melhor rastreabilidade da informação e maior flexibilidade na obtenção dos dados.

Embora o levantamento de quantidades seja uma atividade chave, há pouco material e discussão a respeito de suas boas práticas. O próprio processo de estimativa de custos ainda é uma caixa preta para os pesquisadores em termos de processo da informação (XU; LIU; TANG, 2013). Trata-se de um processo altamente fragmentado, com uso intensivo de recursos e frequentemente ineficiente, uma vez que grandes variações entre o orçamento e o custo final podem ser encontradas. Mesmo a utilização do BIM para a extração de quantidades ainda não está suficientemente madura (FORGUES *et al.*, 2012).

Além disto o conhecimento de cada empresa sobre esse processo é considerado estratégico, portanto não é compartilhado. É com o objetivo de aumentar o nível de discussão a respeito do tema que este artigo apresenta requisitos do levantamento de quantidades realizado em BIM, comparando-o com o tradicional, e ilustra suas vantagens e barreiras com exemplos retirados de um estudo de caso realizado pelos autores.

2 REQUISITOS PARA A EXTRAÇÃO DE QUANTITATIVOS COM BIM

O BIM segue uma abordagem de modelagem com objeto paramétrico orientado, o que significa que o modelo é uma montagem dos diferentes elementos que compõem um

edifício. Cada elemento tem configurações próprias, que são adicionadas ao modelo na forma de propriedades, e o modelo pode gerenciar e regular as interações e restrições entre diferentes elementos.

Love *et al.* (2014) destacam que o BIM pode impactar toda a organização. Por isso, a primeira atividade a ser realizada é a definição do escopo de trabalho e das aplicações do BIM das quais se fará uso no projeto. Para cada aplicação desejada, o modelo deve possuir um nível de detalhamento adequado, e a fim de facilitar esta definição, inclusive em termos contratuais, foi criado o *Level of Detail* (LOD), uma escala de nível de detalhamento do modelo reconhecida internacionalmente (EASTMAN, 2011).

Recentemente o BIM estendeu seu uso para incorporar a 4ª dimensão – Tempo e a 5ª dimensão – Custo (STANLEY; THURNELL, 2014). O objetivo desta abordagem é tornar a Gestão de Projetos única e integrada, não havendo espaço para incompatibilidades entre escopo, prazo e custo. Esse tratamento de dados ocorre em um tipo de software diferente do usado para modelagem, por exemplo *Vico Office*, *Innovaya* ou *Autodesk Quantity Takeoff*.

Uma vez que o BIM requer colaboração entre as partes da equipe, conceitualmente, o ideal é que houvesse um modelo único no qual todos trabalhassem e atualizassem os projetos simultaneamente (STANLEY; THURNELL, 2014). Esta recomendação também é citada por Monteiro e Poças Martins (2013), já que proporciona um maior domínio de todas as informações de projeto para todos os envolvidos. Porém, na prática, utilizar um único modelo para um empreendimento de porte elevado ou com nível muito alto de detalhamento pode tornar o arquivo digital muito grande, reduzindo o desempenho dos softwares e chegando até a inviabilizar sua utilização.

Forgues *et al.* (2012) sugerem que numa fase inicial, em que ainda não há tempo nem dados para o desenvolvimento do empreendimento, modelos paramétricos sejam utilizados para análise de alternativas e tomada de decisões em relação ao projeto, e que, em uma fase posterior, o modelo detalhado passe pela detecção de incompatibilidades e gere análises construtivas, cronograma de obras e quantidades para o orçamento final.

Já que o modelo é fonte principal de informação para extração de quantidades, é essencial que haja uma profunda conferência em relação às premissas utilizadas (STANLEY; THURNELL, 2014). Mais do que isto, deve haver um controle rigoroso de qualidade sobre o modelo no que diz respeito à nomenclatura, modelagem dos elementos e interferências, pois como o sistema é integrado, um erro de modelagem pode, em cascata, gerar diversos outros erros e comprometer o resultado do projeto.

Por fim, o trabalho de relacionar as quantidades geradas com a planilha de custos e com o cronograma de obra deve ser cuidadoso: nada deve deixar de ser contemplado e também não deve haver duplicações. O planejador, por sua vez, pode organizar as quantidades do modo que melhor lhe convier para a estratégia de execução da obra, tendo maior controle da quantidade de serviço por localizações.

3 ESTUDO DE CASO

Para ilustrar os benefícios e também os desafios de implantar o BIM para extração de quantitativos, fez-se uso de um estudo de caso realizado pelos autores em construtora brasileira do setor de edificações que já utiliza a tecnologia BIM há mais de 3 anos para outras aplicações (compatibilidade de projetos, cronograma ilustrado, identidade visual com o projeto, levantamento de quantidades parciais) e que adquiriu o software *Vico Office* para implantar o planejamento 5D em todos os projetos da empresa. O projeto

real teve dois levantamentos de quantidades realizados em paralelo, um pelo processo tradicional e outro por meio do BIM, o que possibilitou a comparação entre ambos e a validação dos processos de uso do planejamento 5D.

A formulação do processo se baseou nas boas práticas de modelagem, de gerenciamento de projetos e nos requisitos do software de planejamento. De posse da Estrutura Analítica do Projeto, foi feita a definição dos itens a serem modelados (todos os itens significativos do orçamento, com exceção da armação e das formas da estrutura de concreto) e das ferramentas de modelagem ideais para a quantificação de cada um deles. Uma vez feita essa escolha, deu-se um rigoroso trabalho de modelagem com base nos projetos recebidos em dwg para, por fim, ser utilizado o software *Vico Office* para o levantamento de quantidades, composição da planilha de custos e do cronograma base para o empreendimento.

Alguns dos benefícios e dificuldades na implantação do BIM para levantamento de quantidades serão apresentados a seguir e comparados com a literatura.

3.1 Benefícios BIM

- Rápida identificação de riscos e incompatibilidades de projeto

Em sua pesquisa, Stanley e Thurnell (2014) identificaram que grande parte dos usuários do BIM vê a percepção de incompatibilidades entre projetos logo nas fases iniciais de modelagem como uma das principais vantagens desta tecnologia em relação ao processo tradicional de orçamentação e planejamento. Aranda-Mena *et al.* (2009) citam a redução dos riscos do projeto como uma das vantagens mais atrativas do BIM, principalmente para extração de quantidades.

Uma vez que o BIM trata justamente da construção virtual do empreendimento, as informações necessárias à construção, quando em falta, são rapidamente identificadas e é possível tratá-las de imediato, evitando dessa forma atrasos em campo. Na Figura 1 é visível a falta da laje de cobertura no último pavimento: este elemento não constava no projeto de estruturas e também não foi dado como omissos pelo levantamento manual.

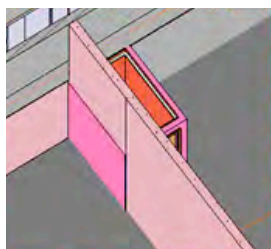
Figura 1 – Ausência de laje de cobertura na subestação



Fonte: Elaborado pelos autores

A visualização em 3D facilita também a identificação de dificuldades construtivas, como é possível observar na Figura 2. Ela ilustra uma situação em que o projeto de vedações prevê uma parede composta por diferentes tipos de chapa de gesso acartonado. Essa situação também representa riscos de patologias futuras e até aumento do risco de erros de execução.

Figura 2 - Vedações



Fonte: Elaborado pelos autores

- Aumento da precisão no cálculo das quantidades

Os próprios softwares de modelagem possuem ferramentas para cálculo das propriedades geométricas dos elementos do modelo, tornando possível controlar a precisão das casas decimais e evitar os erros humanos do processo de medição.

O Quadro 1 ilustra a diferença de considerações das alturas dos reservatórios do edifício para o cálculo de impermeabilização. O levantamento manual utilizou as medidas retiradas de cortes dos projetos impressos enquanto o modelo utilizou a altura real a ser executada por conta da configuração da estrutura. Tais diferenças são comuns principalmente em situações complexas, difíceis de assimilar somente com projetos 2D (MONTEIRO; POÇAS MARTINS, 2013).

Quadro 1 – Alturas consideradas para impermeabilização de reservatórios

Reservatório	Altura Lev. 2D	Altura Modelo
Reuso	3,32m	2,95m
Água Potável	3,32m	2,65m

Fonte: Elaborado pelos autores

Já a Figura 3 exemplifica um erro de cálculo manual: o projeto de impermeabilização já trazia incompatibilidades entre o número de poços de elevadores mostrados em planta e em seu próprio quantitativo. O levantador, então, se equivocou, e além de considerar o item em duplicidade, ainda utilizou o dado de origem errado na fórmula da impermeabilização vertical (utilização de uma área em vez do perímetro do ambiente).

Figura 3 – Planilha de levantamento de impermeabilização

Ambiente	Elementos	Acerto	Perímetro		H	Área		Cod
			Real	Desc.		Piso	Perímetro	
4	CIRCULAÇÃO SOBRE RESERVATORIO	128.64	38.89	0.30	128.64	11.67	140.31	8
4A	CIRCULAÇÃO SOBRE RESERVATORIO	121.89	43.67	0.30	121.89	13.10	134.99	8
5	POÇO ELEVADOR	5.00	6.25	0.40	125.00	80.00	205.00	19
6	DUTO DE EXAUSTÃO	6.03	8.71	0.30	8.71	3.62	12.33	9
8	COUCHO DE LAVAGEM	1.10	0.30	0.30	0.30	0.65	0.98	2
8	POÇO ELEVADOR	3.22	3.70	0.40	109.48	135.05	135.05	19

Fonte: Elaborado pelos autores

- Relação direta entre quantidades extraídas e Planejamento e Custos

Os softwares de planejamento 5D permitem a integração direta entre modelo, planilha orçamentária, estrutura de localizações e cronograma de obra. As quantidades dos elementos do modelo, já calculadas em função das setorizações definidas no software, são usadas diretamente nas fórmulas dos itens da planilha orçamentária que, por sua vez, são conectados às atividades desejadas para o cronograma de obras. Dessa forma, o sistema de gestão do empreendimento é realmente integrado e robusto, possibilitando a geração de indicadores tanto para controle de custos e prazo quanto para serem usados como parâmetros para novos projetos.

Outra oportunidade trazida pela integração do cronograma com o modelo é a possibilidade de perceber erros de lógica, atividades esquecidas, analisar o nível de detalhamento do cronograma e, também, perceber conflitos espaciais gerados pelo plano de ataque previsto para obra (KOO; FISCHER, 2000).

3.2 Desafios à utilização do BIM

- Interoperabilidade entre softwares

Conforme citam Stanley e Thurnell (2014), a falta de compatibilidade entre softwares e muitas vezes a falta de conhecimento sobre como operá-los em conjunto são barreiras à implementação do BIM na cadeia produtiva da construção.

Embora o *Industry Foundation Classes* (IFC) seja um formato aceito pela maioria dos softwares, ainda há problemas de perda de informações que geram comportamentos inesperados, erros e, em última instância, cálculos incorretos das quantidades (LIAO *et al.*, 2014; MONTEIRO; POÇAS MARTINS, 2013; XU; LIU; TANG, 2013)

Além disso, algumas funcionalidades dos programas de modelagem não podem ser utilizadas, pois geram erros de leitura quando colocadas no software de gerenciamento (MONTEIRO; POÇAS MARTINS, 2013). Um exemplo do estudo de caso é que, ao trabalhar com o *Vico Office*, o uso da ferramenta do *Revit* “*railings*” para modelagem de corrimãos de escadas deve ser evitado, já que sua identificação e quantificação são instáveis. Deve-se, portanto, modelar corrimãos utilizando a ferramenta de vigas para obter seu comprimento.

- Nível de informações de projeto no momento da modelagem

Boon e Prigg (2012) argumentam que o modelo por vezes contém diversos erros ou omissões de projeto que podem fazer com que os dados sejam incompletos para utilização com o fim de produzir estimativas de custo e cronogramas. A Figura 4 exemplifica um erro de modelagem que pode gerar quantidades equivocadas, assim como erros em cascata nos demais campos do projeto.

Esta colocação é bastante válida já que há uma notória tendência do mercado em realizar processos de concorrência com projetos cada vez mais preliminares. Em contrapartida, tais imprecisões e até mesmo erros também estão presentes no conjunto de projetos em 2D e também podem acarretar estimativas de custo incompletas ou equivocadas.

Figura 4 – Erro de modelagem – escada deslocada



Fonte: Elaborado pelos autores

- Softwares de Planejamento e Orçamentação de manuseio complexo

Além do fato dos profissionais de levantamento de quantidades e de custos terem um baixo nível de conhecimento e experiência em relação à utilização do BIM (THURAIRAJAH E GOUCHER, 2013), as ferramentas utilizadas para extração de quantidades são usualmente difíceis de lidar e podem consumir muito tempo dos usuários nos primeiros usos, até que se habituem às funcionalidades e à lógica do software (FORGUES *et al.*, 2012).

De acordo com Tiwari *et al.* (2009) é essencial que os usuários tenham treinamento intensivo nos softwares e que façam projetos teste para ter certeza que as informações geradas pelos softwares têm o grau de precisão desejado e que sejam confiáveis. Para o projeto-caso, foram feitos teste de comparação dos cálculos das quantidades entre o levantamento manual, quantificação por meio do *Revit* e do *Vico Office* no nível dos elementos e das categorias de elementos, para que dessa forma fossem percebidas as melhores práticas e validados tanto o processo quanto a ferramenta em si.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização da modelagem de informação para a construção com o fim de extração de quantidades pode ser uma vantagem competitiva para as empresas que a utilizam; entretanto, sua implantação deve ter um cuidadoso estudo e planejamento, pois se relaciona com diversas áreas da organização.

Devem ser avaliados os impactos em processos, em mudanças de tecnologia e em recursos e treinamentos:

- É essencial que todos os colaboradores envolvidos, principalmente os não habituados ao uso do BIM, tenham consciência dos objetivos, requisitos e limitações do processo, do que podem obter a partir dele e de como colaborar com ele (THURAIRAJAH E GOUCHER, 2013);
- Os usuários precisam estar habilitados para reconhecer possíveis desvios nos processos, sejam erros de projeto, erros de modelagem, erros de cálculo ou dificuldades de gestão;
- Os softwares devem ser escolhidos de forma responsável para que atendam aos requisitos especificados pela empresa para alcançar seus objetivos;
- Do mesmo modo, o modelo precisa atender ao nível de detalhamento necessário para sua aplicação, definido no início de cada projeto. Seu controle de qualidade

deve ser rigoroso, já que suas informações servirão de base para um sistema de gestão integrada e qualquer imprecisão pode desencadear erros sistêmicos;

- É uma boa prática que os processos sejam validados a partir de projetos piloto para que se garanta o nível de confiabilidade esperado do processo, observem-se melhorias ao processo original e para que os usuários se sintam motivados com a nova abordagem.

Uma vez garantidas a qualidade e a rastreabilidade dos dados durante todo o ciclo de utilização, podem ser gerados índices paramétricos para serem usados nas fases iniciais dos projetos ou até mesmo durante a fase de propostas e estimativas de custos. Além disso, obtendo-se um processo de gestão de projetos coeso, as diversas áreas envolvidas serão beneficiadas, já que os produtos gerados podem ser desde quantitativos específicos que auxiliam na medição de fornecedores até cronogramas de suprimentos, que colaboram nas contratações e previsão de recebimento de materiais para possibilitar o planejamento da logística de canteiro de obras.

REFERÊNCIAS

- ARANDA-MENA, G. et al. Building information modelling demystified: does it make business sense to adopt BIM? **International Journal of Managing Projects in Business**, v. 2, n. 3, p. 419-434.
- BOON, J.; PRIGG, C. Evolution of Quantity Surveying Practice in the Use of BIM– the New Zealand Experience. In: Joint CIB International Symposium .**Proceedings**. 2012.
- EASTMAN, Chuck; TEICHOLZ, Paul; SACKS, Rafael; LISTON, Kathleen. **BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors**. Second Edition. Wiley Publishing, 2011.
- FORGUES, D. et al. Rethinking the cost estimating process through 5D BIM: A case study. In: Construction Research Congress 2012: Construction Challenges in a Flat World, 2012, West Lafayette, IN. **Proceedings**. p.778-786.
- LIAO, L. et al. Improving construction schedule and cost information feedback in building information modelling. **Proceedings of Institution of Civil Engineers: Management, Procurement and Law**, v. 167, n. 2, p. 91-99, 2014. ISSN 17514304
- LOVE, P. E. D. et al. A benefits realization management building information modeling framework for asset owners. **Automation in Construction**, v. 37, p. 1-10, 2014. ISSN 09265805.
- MONTEIRO, A.; POÇAS MARTINS, J. A survey on modeling guidelines for quantity takeoff-oriented BIM-based design. **Automation in Construction**, v. 35, p. 238-253, 2013. ISSN 09265805.
- STANLEY, R.; THURNELL, D. The benefits of, and barriers to, implementation of 5D BIM for quantity surveying in New Zealand. **Australasian Journal of Construction Economics and Building**, v. 14, n. 1, p. 105-117, 2014. ISSN 18356354.
- THURAIRAJAH, N.; GOUCHER, D. Advantages and challenges of using BIM: A cost consultant's perspective, **49th ASC Annual International Conference**, p. 1-8, 2013
- TIWARI, S. et al. Model Based Estimating to Inform Target Value Design. **AEC Bytes - Building the Future**, 2009.
- XU, S.; LIU, K.; TANG, L.C.M. Cost estimation in building information models. In: International Conference on Construction and Real Estate Management: Construction and Operation in the Context of Sustainability, ICCREM 2013, Karlsruhe. **Proceedings**. p.555-566.