

Virtualização da Construção em Fase Orçamentária

Construction Virtualization in Budget Phase

Morgana Braga

Universidade de Brasília
Obras Militares do Exército Brasileiro, Brasil
morganabraga@yahoo.com.br

Washington Gutemberg Lüke

Universidade de Brasília
Obras Militares do Exército Brasileiro, Brasil
wvcluke@gmail.com

Henrique Ewerton Pires

Universidade de Brasília, Brasil
henriquepires@unb.br

Antonio Carlos de Oliveira Miranda

Universidade de Brasília, Brasil
acmiranda@unb.br

Abstract

Esse trabalho apresenta a comparação dos orçamentos de um projeto modelado no software REVIT, com o emprego do BIM. No caso de obras públicas, o processo do anteprojeto até sua efetiva construção pode ser um processo demorado devido aos vários procedimentos burocráticos. Devido a esse longo processo que usualmente ocorre nesse tipo de obra, optou-se nesse trabalho por acompanhar uma edificação na fase de construção. A obra objeto de estudo é um laboratório para alunos de graduação em engenharia da Universidade de Brasília, Brasília, Distrito Federal, Brasil. Esse laboratório é um prédio de dois andares com 2400 m² no total. O objetivo principal de estimar os custos de construção de uma obra já em andamento com uso das ferramentas BIM.

Keywords: BIM; Revit; Projeto; Comparação; Custo.

Introdução

O BIM (Building Information Modeling) - Modelagem da Informação da Construção, como é denominado no Brasil, cuja sua utilização no mercado ainda é muito recente, mas que irá gerar uma grande abrangência na construção Civil (Deutsch, 2011; Eastman et al, 2011).

A Modelagem da Informação da Construção é um processo de produção, uso e atualização de um modelo de informações da edificação durante todo o seu ciclo de vida. O BIM, além da geometria da construção, contém informações sobre seus diferentes aspectos. Desde os estudos de viabilidade, passando pelo desenvolvimento do projeto, simulações, orçamentação, planejamento, controle, construção, demolição, reforma e outros.

Segundo Knolseisen, 2003, tanto o planejamento, quanto o orçamento são fases consecutivas de um mesmo processo gerencial, cuja interação contribui para o sucesso da empresa. Enquanto a fase de planejamento contempla o processo de decisão quando são definidos os programas, as metas, os objetivos a serem atingidos e os resultados desejados e atribuídos aos órgãos, o orçamento considera os insumos e os custos atribuídos aos processos e aos produtos da empresa.

Os orçamentos para obras de construção civil compreendem o levantamento da quantidade de serviços, seus respectivos preços unitários e os preços globais do investimento; que devem ser apresentados numa planilha onde consta a descrição dos serviços

com suas respectivas unidades de medidas e quantidades, composição dos preços unitários envolvendo mão-de-obra e materiais, preço unitário de cada serviço e, preferencialmente, o valor total por item e o valor global da obra (Coelho, 2001).

O processo orçamentário é um sistema de trabalho que, envolvendo toda a empresa, tem por objetivo prever os custos a serem incorridos e o faturamento que cada produto disponível pode realizar, considerando um determinado período de tempo ou exercício, visando avaliar o desempenho da mesma e a consequente expressão na projeção do balanço do exercício atual ou subsequente (Knolseisen, 2003).

O método utilizado para obter o custo da construção está relacionado com o estágio de detalhamento do projeto, com o tempo disponível para análise e com o uso a que se destina. Entretanto, os métodos invariavelmente contam com os dados históricos de projetos anteriores, os quais compreendem as composições, os quantitativos e as relações entre as variáveis geométricas (Parisotto, 2003).

Existem vários métodos que são usados para dar conta de todas as quantidades e os custos associados com um projeto de construção. Um orçamentista deve considerar os planos de construção, especificações, as condições do local, custos, inflação provável, lucros potenciais, o tempo, especiais situações, etc.

Corretamente, quantificar cada um desses itens, pode ser desafiador e demorado (Alder, 2006).

Alguns métodos de estimativas existentes são mais complexos, fundamentados em características geométricas definitivas, como é o caso do orçamento discriminado, enquanto outros se fundamentam em características mais simples e oferecem uma maior velocidade no processamento dos resultados, embora menos precisos. Mesmo que a precisão de uma estimativa de custo esteja diretamente relacionada à quantidade de informações disponíveis sobre um determinado projeto, nota-se que diferentes tipos de informações afetam distintamente tal precisão, sendo que aqueles dados de caráter mais geral apresentam-se como os mais relevantes e, desta forma, as informações gerais concentram um conhecimento suficiente para a tomada de decisão (Otero, 2000).

Segundo Limmer, 1997 e Mattos, 2006, toda estimativa orçamentária é afetada de erro, sendo menor, quanto melhor for a qualidade de informações disponíveis e mais apurada e criteriosa for a orçamentação.

Possibilidades e Inovações dos Sistemas BIM

Por meio do uso da tecnologia BIM, podem-se listar algumas inovações e possibilidades com relação à elaboração de projetos na área de engenharia, tais como:

- Trabalho colaborativo em equipe porque os projetos das diversas disciplinas (arquitetura, estrutura, elétrica, hidráulica, outros) são executados concomitantemente.
- A revisão de coordenação das várias disciplinas do projeto é facilitada devido à adoção de um único arquivo de modelo de trabalho.
- A revisão de interferências para detecção de erros causados por elementos de construção ocupando mesmo espaço é rapidamente detectada e corrigida nos sistemas BIM. Por exemplo, uma tubulação da rede de hidráulica furando uma viga de concreto é detectada na fase de projeto antes da etapa de construção.
- Por meio das bibliotecas de elementos construtivos BIM, pode-se realizar simulações de eficiência de energia nos projetos de edificações possibilitando a escolha de materiais de construção mais adequados a cada região geográfica do Brasil.
- O processo de quantificação e orçamentação nos sistemas BIM permitem estudos de viabilidade econômica do empreendimento devido à possibilidade de simulação de custos da construção. Isto é possível porque as bibliotecas BIM dos elementos construtivos (portas, janelas, tijolos, etc.) possuem as informações de custos e especificações de produtos atualizadas pelos próprios fabricantes da indústria nacional.
- O planejamento ou simulação de construção do edifício é associada ao projeto 3D modelado a partir de sistemas BIM. Com isso, pode-se realizar a simulação das etapas de construção de uma obra associando-se os elementos do modelo tridimensional aos softwares de planejamento, como o Primavera ou MS-Project.

- Nos sistemas BIM, as especificações tanto de materiais como dos sistemas construtivos estão associados às bibliotecas do projeto modelado em 3D.

- Uma das principais características dos projetos BIM é proporcionado pela visualização 3D da construção porque facilita o entendimento da obra tanto por parte do pessoal técnico como dos patrocinadores e clientes.

- Outro requisito que defini um sistema BIM é a rápida atualização da documentação de projeto, como plantas, vistas, cortes e tabelas de quantitativos com isso permite a geração de AS BUILT ainda durante a fase de construção.

Ressalta-se novamente que a tecnologia BIM visa atender ao ciclo de vida da edificação que envolve as seguintes etapas: o projeto, a construção, a manutenção e operação, a demolição.

Destaca-se, também, que existem ferramentas ou softwares BIM que integram as informações de todo ciclo de vida da edificação, por exemplo o OPUS desenvolvido pelo Exército Brasileiro. Contudo, dependendo do tipo de atividade exercida pelos escritórios e profissionais da indústria EAC existem softwares BIM específicos. Por exemplo, para os escritórios de arquitetura e engenharia a etapa do ciclo de vida da edificação que interessa é a de Projeto. Com isso, a preocupação dos escritórios é a confecção da documentação do projeto que permitirá a construção da obra. Para os órgãos públicos, a etapa do ciclo de vida que mais interessa é a Manutenção e Operação predial.

Para o desenvolvimento deste artigo, está sendo utilizada a ferramenta BIM, conhecida como Autodesk Revit, que se presta, dentro do ciclo de vida, à elaboração de projetos de arquitetura.

Deste modo, torna-se necessário definir-se novamente o que vem a ser projeto BIM com o emprego do Revit.

Na medida em que o modelo 3D é elaborado, podem-se criar diferentes vistas da construção, como seções, plantas e elevações. Quando se altera o desenho da construção em uma vista, o Revit Architecture propaga estas alterações para todo o projeto. Isto significa que o modelo 3D, quaisquer vistas do modelo, o desenho e as tabelas são associativos; todos são atualizados para refletirem as mudanças, Figura 1.

O REVIT é um software paramétrico, orientado a FAMÍLIAS e não a LAYERS como o AUTOCAD. As famílias trazem consigo inúmeras propriedades de configurações e parametrizações, facilitando bastante o processo de projetar. O projeto passa a ser elaborado com os elementos reais da arquitetura, desde a fundação até o telhado, podendo ser visualizado tanto em planta baixa como em imagens 3D.

Num projeto desenhado em REVIT, cada folha, vista 2D, 3D ou tabela é uma representação direta da informação guardada em uma só base de dados. Na medida em que se desenha, o software

coordena automaticamente alterações efetuadas em qualquer uma das vistas.



Figura 1: Modelo 3D em diferentes vistas.

Definição de Orçamento

Uma obra é uma atividade eminentemente econômica e, como tal, o aspecto custo reveste-se de especial importância. A preocupação com custos começa ainda antes do início da obra, na fase de orçamentação. Orçamento não se confunde com orçamentação. Aquele é o produto; este, o processo de determinação. (Mattos, 2006).

Os orçamentos para obras de construção civil compreendem o levantamento da quantidade de serviços com seus respectivos preços unitários atrelados às suas unidades de medida apresentados numa planilha.

Em geral, um orçamento é determinado somando-se os custos diretos e os custos indiretos e por fim adicionando-se impostos e lucro para se chegar ao preço de venda.

Elementos constituintes do orçamento

a) *Custos Diretos* - São compostos de Material, Mão-de-obra e Equipamentos, e representam os custos aplicados diretamente para realização dos serviços.

b) *Custos ou Despesas Indiretas* - Tudo aquilo que não for possível quantificar e discriminar na planilha de custos diretos e for indispensável para a execução do objeto deverá ser consignado nas despesas indiretas.

c) *BDI (Benefícios e Despesas Indiretas)* - É a taxa correspondente às despesas indiretas e ao lucro que, aplicada ao custo direto de um empreendimento.

d) *Preço de Venda (PV)* - O orçamento das construções ou dos serviços de engenharia civil é igual a soma do custo direto, do custo indireto e do lucro estimado do contrato.

e) *A quantificação dos serviços* se dá com base no levantamento das quantidades (áreas, volumes, perímetros, unidades, etc.) de serviços que compõem os projetos, vinculadas às respectivas especificações técnicas e critérios de medição e pagamento.

f) *Custo de materiais* - Os custos de materiais são obtidos a partir da determinação das quantidades e natureza dos materiais que serão utilizados.

g) *Custo Horário de Equipamento* - Custo horário de utilização de equipamento na execução dos serviços, compreendendo as despesas de operação e manutenção, inclusive mão-de-obra, depreciação e juros do capital imobilizado.

h) *Custos de mão-de-obra* - O custo por unidade de tempo nada mais é que o salário horário do trabalhador, variável em função do tipo, do mercado e do grau de especialização da mão-de-obra e acrescido de encargos sociais e trabalhistas especificados pela lei e, também, em função do tipo de organização do construtor.

i) *Encargos Sociais* - Despesas com encargos sociais e trabalhistas, conforme legislação em vigor, geralmente expressa em %, incidente sobre o custo de mão-de-obra.

j) *Composição de Preço Unitário* - Composição de preço unitário de serviço, realizada através de coleta de preços no mercado, pesquisa de índices ou coeficientes de aplicação de materiais, equipamentos e mão-de-obra, avaliação de custos horários de equipamentos e taxas de LS e BDI.

h) *Composição de Custo Unitário* - representa a quantificação e os custos de material (MT), equipamento (EQ), mão-de-obra (MO) e encargos sociais incidentes sobre a mão-de-obra para realizar uma unidade de medida de serviço.

Método de Pesquisa

Iniciamos com o estudo do software Revit Architecture, cujo fabricante da Autodesk, criado dentro do conceito de Modelagem das Informações de Construção (BIM). Permitindo criar utilizando modelagem paramétrica de elementos.

O Revit Architecture, o projeto consiste em um banco de dados único com informações para seu projeto — o modelo de informações de construção (BIM). O arquivo de projeto contém todas as informações para seu projeto de construção, desde dados geométricos aos dados de construção. Estas informações correspondem aos componentes usados para projetar o modelo, as vistas do projeto e os desenhos. Ao usar um arquivo de projeto simples, o Revit Architecture facilita as alterações e as reflete em todas as áreas associadas (vistas de planta, vistas de elevação, vistas de cortes, tabelas, entre outras). Ter somente um único arquivo para controlar também torna mais fácil o gerenciamento do projeto.

O modelo em questão é um laboratório para alunos de graduação em engenharia da Universidade de Brasília e possui dois andares com uma área projetada de 2400 m². É um prédio multiuso com circulação integral de alunos e que, durante a sua construção, permite fazer pesquisas sobre métodos, processos e técnicas construtivas.

O projeto, cujo arquivo encontrava-se em AUTOCAD 2D e para ser modelado foi importado para o Revit Architecture utilizando objetos 3D onde deu início o estudo da modelagem.

Na fase de modelagem do projeto notamos algumas interferências como, por exemplo, a escada que no CAD apresentava ser apoiada no pilar, mas no decorrer do tempo descobrimos que era engastada, por conta da área dos degraus. Isso faz com que altere no quantitativo e conseqüentemente muda o orçamento.

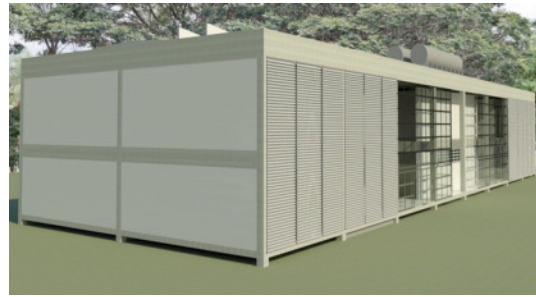
Toda estrutura foram criadas famílias, exemplo, a laje nervurada (modelagem alveolar) conforme o projeto, com modelos genéricos sendo que essas lajes foram modeladas separadamente. As colunas e vigas já existiam na biblioteca da Diretoria de Obras Militares/DOM do Exército Brasileiro, que ainda sim precisavam ser criadas alguns consoles para apoio tanto das colunas quanto das vigas.

Quando a base de dados de um projeto é partilhada, é criado um arquivo central que armazena a cópia original do projeto. Cada usuário trabalha com uma cópia do arquivo central (conhecido como arquivo local), armazenados na estação de trabalho do usuário. Cada usuário salva sua alteração no arquivo central. O Revit verifica no arquivo central sempre que um usuário começa a trabalhar em um objeto do banco de dados para ver se outro usuário está editando o mesmo objeto. Este procedimento evita duas pessoas de fazerem a mesma alteração simultaneamente e evita conflitos.

O Revit utiliza a extensão RVT para armazenar seus arquivos. Os componentes paramétricos, também chamados de famílias, que foram criados são guardados no formato RFA. Eles oferecem um sistema gráfico, aberto para a concepção do projeto e realização da forma, bem como a oportunidade de expressar a intensão do desenho em níveis crescentes, detalhadamente. Podem ser usados os componentes paramétricos para as montagens mais elaboradas, sem a necessidade de linguagem de programação ou código.

Sendo assim, o estudo de caso visa comparar o orçamento realizado de forma tradicional com o orçamento elaborado com emprego da tecnologia BIM, para uma mesma obra já em andamento no campus da Universidade de Brasília (UnB), Figura 2.

Abaixo são apresentadas algumas imagens da obra ainda em andamento no campus da UnB. Observa-se que o sistema estrutural encontra-se em adiantado estado de construção, Figura 3.



(a)

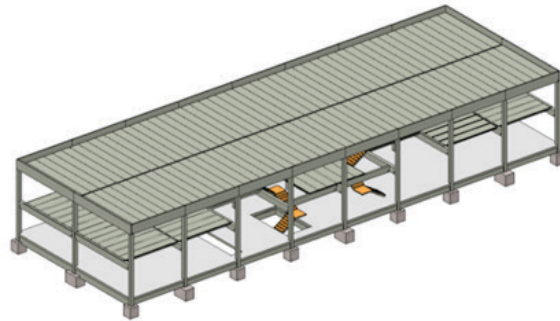


Figura 2: Modelo no software Revit: (a) global e (b) estrutural.



Figura 3: Andamento da obra

A obra considerada aqui foi licitada por partes. Em uma das partes dessa obra foi a construção somente de sua estrutura. A figura 2(b) mostra o modelo estrutural do prédio da UnB gerado pelo software Revit Architecture. Este modelo servirá de base de comparação entre o orçamento elaborado pela empresa construtora e aquele criado a partir do Revit. Chama-se, atenção, que o Revit não realiza o orçamento da obra diretamente, porém ele facilita sobremaneira o processo de quantificação de materiais e de serviços da obra.

A tabela 1 mostra os volumes de concreto obtidos manualmente pela empresa construtora e os obtidos pelo software Revit. As estruturas consideradas foram as escadas, lajes, vigas e pilares. Esse quantitativo pode servir também como base para estimativa de ferragens dentro do concreto (lembrando que, quantitativo é

Tabela 1: Comparativo de volumes de concreto realizado manualmente e obtido pelo REVIT.

Estrutura	Manual (m ³)	REVIT (m ³)	Diferença (%)
Escadas	6,32	4,50	40,32
Lajes	300,42	242,00	24,14
Vigas	160,18	162,23	-1,26
Pilares	49,52	38,92	27,25
Total	516,44	447,65	15,37

A diferença em volume do que foi estimado pela construtora e o que exatamente executado (Revit) é 68 m³ de concreto, dando assim uma diferença de 15%. Como a maioria da estrutura é pré-moldada, essa diferença não é justificada por perda de material. Em termos de custo real, podemos estimar que o volume de concreto seja aproximadamente 200 dólares, dando uma valor a mais de 13.600 dólares. Em termos do custo total da obra, esse valor é muito baixo. Entretanto, esse calculo mostra que o custo de construção pode ser obtido de uma forma mais precisa.

Conclusão

A modelagem quando os elementos do custo visa levantar custo dos objetos modelados. Outros objetos e serviços podem ser obtidos por meio de parametrizações. O restante como canteiro, lucro podem ser obtidas por parametrização específica por tipo de obra da empresa.

O nosso estudo foi feito com base no projeto básico e não no executivo. Por esse motivo, quando o projeto é modelado existe a inclusão de elementos que não são previstos pelo projetista.

Outros aspectos relevantes que verificamos que pode existir uma folga 5% a 10% em cima dos materiais; o que foi orçado pode ser que não foi projetado, por conta disso leva a um erro. No caso estudado, a estrutura é pré-moldada, portanto, com folga mínima. A diferença em volume do que foi estimado pela construtora e o que exatamente executado (Revit) é 68 m³ de concreto, dando assim uma diferença de 15%.

O BIM por ser paramétrico não considera erros, folgas e muito menos desperdício de material, por isso existem vantagens do uso

do BIM na orçamentação quando comparado ao método tradicional.

Agradecimentos

Agradecemos a Diretoria de Obras Militares do Exército Brasileiro e a Universidade de Brasília.

Referências

- Alder, M. A. Comparing time and accuracy of building information modeling to onscreen take off for a quantity takeoff on a conceptual estimate. Dissertação (Master of Science). School of Technology Brigham Young University. 2006.
- Coelho, R. S. Orçamento de obras prediais. Editora UEMA, São Luís/MA. 2001.
- Deutsch R. *BIM and Integrated Design: Strategies for Architectural Practice*: Wiley, 2011.
- Eastman C, Teicholz P, Sacks R, Liston K. *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors*: Wiley, 2011.
- Knolseisen, P. C. Compatibilização de orçamento com o planejamento do processo de trabalho para obras de edificações. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2003.
- Limmer, C. V. Planejamento, Orçamentação e Controle de Projetos e Obras. 1ªed., Rio de Janeiro: LTC, 1997.
- Mattos, A. D. Como Preparar Orçamentos de Obra. 1ª ed., São Paulo: PINI, 2006.
- Otero, J. A. Análise paramétrica de dados orçamentários para estimativas de custo na construção de edifícios: estudo de caso voltado para a questão da variabilidade. Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina. 2000.
- Parisotto, J. A. Análise de estimativas paramétricas para formular um modelo de quantificação de serviços, consumo de mão-de-obra e custos de edificações residenciais - Estudo de Caso para uma Empresa Construtora. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina. 2003.