



## O impacto da metodologia BIM na elaboração de orçamentos em projetos de obras civis

PEREIRA, Daiane Maio<sup>1</sup>; FIGUEIREDO, Karoline<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Pós-graduanda em Planejamento, Gestão e Controle de Obras Civis, NPPG/POLI - UFRJ

<sup>2</sup>Professora Convidada – Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro

### Informações do Artigo

Histórico:

Recebimento: 16 Jan 2020

Revisão: 18 Jun 2020

Aprovação: 01 Set 2020

Palavras-chave:

BIM

Orçamento

Levantamento de Quantidades

### Resumo:

*As mudanças constantes de metodologia e incompatibilidade encontradas no ciclo de vida de um projeto podem gerar impactos negativos e imprecisão na elaboração de uma análise orçamentária. Para a otimização no gerenciamento das informações distribuídas nas diversas etapas da construção de forma integrada e organizada, adotou-se a necessidade de implantação da tecnologia BIM (Building Information Modeling) a qual visa a compatibilização das disciplinas envolvidas, objetivando antecipar possíveis divergências, bem como obter uma visão mais realista das etapas de execução da obra. Este artigo visa comparar o processo de execução de orçamento de um projeto com a influência da tecnologia BIM em relação ao tradicional, destacando a redução de variabilidade e imprevistos na orçamentação, aumento da velocidade na elaboração e no planejamento do projeto, permitindo a exploração e adaptação de mais alternativas durante a execução do empreendimento. Pode-se concluir que a utilização do BIM na extração de quantidades torna o processo mais eficaz e ágil, trazendo mais realismo ao processo de orçamento e uma construção economicamente mais viável.*

### 1. Introdução

Com a evolução da tecnologia mundial, é notório o avanço na indústria da construção civil através da inovação de metodologias construtivas, criação de novos produtos e otimização das tecnologias já existentes, com o objetivo de proporcionar um melhor desempenho global na obtenção de resultados cada vez mais satisfatórios sem o desperdício de recursos materiais e humanos.

De acordo com o PMI (*Project Management Institute*), para a concepção adequada de um projeto de engenharia, é de

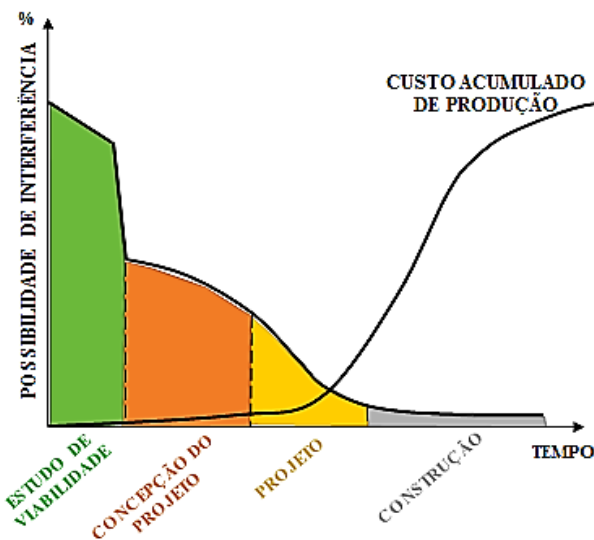
suma importância que todos os processos estejam em mesmo nível de compatibilização, considerando as etapas de planejamento, desenvolvimento dos projetos arquitetônicos, orçamento detalhado e gestão de custos, monitoramento e controle [1].

Entretanto, segundo o IBAPE (Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia), apenas 61% das obras iniciadas conseguem manter o projeto original, ou seja, isto indica que 39% sofreram impactos diretos de prazo por necessidade de alteração, o que influencia no custo envolvido na programação das atividades de execução e logística, que

aguardaram as revisões necessárias do projeto [2].

Para Ávila, quanto mais avançadas são as etapas de projeto, menor é a influência de antecipação dos problemas no canteiro de obras, visto que algumas falhas e incompatibilidades serão detectadas apenas durante a execução. Porém, apesar das diversas pesquisas e estudos realizados acerca da real função do projeto em uma obra bem realizada, o mesmo ainda é visto como um investimento secundário e de desperdício de tempo e dinheiro. A figura abaixo ilustra o potencial de influência das etapas de um projeto no custo final de um empreendimento [3]:

Figura 1 – Influência das etapas de projeto no seu custo final.



Fonte: Adaptado de Melhado [4]

Com o aumento da competitividade no âmbito das construções, é fundamental que a avaliação dos custos de um empreendimento seja precisa e se mantenha na margem prevista, com sua qualidade alcançada. A determinação dos custos é elaborada por meio do processo de orçamentação, que compreende no levantamento dos quantitativos de serviços e insumos providos através de informações obtidas nas especificações técnicas dos projetos elaborados e composições de preços a serem utilizados para o preço global do empreendimento [5].

O levantamento das quantidades é efetuado a partir da análise do projeto desenvolvido, das especificações técnicas e das plantas construtivas [6]. Por ser um procedimento realizado normalmente de maneira manual com auxílio de planilhas eletrônicas, a orçamentação de obras pode conter diversas inconstâncias ocorridas na etapa de quantificação, propagando o erro em todo o orçamento gradualmente e refletindo na avaliação do custo de um empreendimento.

Para Lima, o custo final de uma construção deve ser estimado cuidadosamente, de forma a estabelecer com precisão as quantidades necessárias de cada insumo, obtendo um custo final justo e coerente [7].

Portanto, com a percepção da importância do processo de levantamento de quantitativos, é possível compreender a necessidade da melhoria no processo de orçamentação.

Com o avanço da tecnologia computacional ao longo de anos, a engenharia vem se beneficiando através de novas plataformas e ferramentas que representam ganhos de produtividade e vantagens de armazenamento e processamento de informações.

A metodologia BIM (*Building Information Modeling*) possui um grande potencial de otimização das etapas de construção. Segundo Eastman, o BIM traz benefícios de precisão através de um modelo virtual da edificação, contendo especificações relevantes para dar auxílio à construção e incorporar utilidades necessárias ao ciclo construtivo. O que auxilia desde a fase de concepção do empreendimento até a execução, compatibilização das disciplinas do projeto, levantamento automático dos quantitativos, armazenamento de dados e especificações, planejamento sincronizado e gerenciamento e operação das edificações de forma otimizada [8].

*Quando implementado de maneira apropriada, o BIM facilita o processo de projeto e construção mais integrado que resulta em construções de melhor qualidade*

com custo e prazo de execução reduzidos [8, p.1].

Diante disto, a presente pesquisa visa à utilização da tecnologia BIM para otimização do processo de extração de quantitativos do projeto utilizado em orçamento de obras, com o objetivo de aumentar o nível de discussão a respeito do tema, enriquecendo o estudo através da revisão bibliográfica desenvolvida a seguir.

## 2. Orçamento na Construção Civil

Pela instabilidade do cenário atual da construção civil, é de suma importância a realização de um estudo preciso de custos, pois é ele que define a viabilidade e a relevância do empreendimento à ser executado. Além disso, o orçamento passou a ser utilizado como uma ferramenta de gestão e planejamento, estabelecendo as metas que deverão ser alcançadas pela corporação.

*Orçar é quantificar insumos, mão de obra, ou equipamentos necessários à realização de uma obra ou serviço, bem como os respectivos custos e o tempo de duração dos mesmos [9, p.2].*

### 2.1. Etapas da Orçamentação

O processo orçamentário consiste em um conjunto de atividades desenvolvidas para a composição do orçamento de uma construção, a partir dos projetos elaborados [10].

Para Coelho, o orçamento compreende o levantamento das quantidades de serviços, elaboração de seus respectivos preços unitários e os preços globais do empreendimento para posterior disponibilização em planilhas discriminadas pelos serviços a serem executados, as unidades de medida e quantidades que os compõem e composição dos preços unitários incluindo materiais e mão-de-obra [5].

Além de um recurso financeiro, o orçamento também pode ser considerado como um instrumento de controle e planejamento às atividades de produção, visto que possui a finalidade de aperfeiçoar e evitar desperdícios através da determinação dos

gastos necessários para a realização do projeto [11].

De acordo com Mattos, o orçamento pode ser dividido em três etapas, conforme figura 2 apresentada no Anexo A.

### 2.2. Nível de Detalhamento

O orçamento pode possuir objetivos distintos dependendo da fase de elaboração do projeto [10]:

- a) Avaliação – custo obtido através de dados preliminares retirados do conceito inicial do projeto e tipo de uso, utilizando quantidades de materiais e serviços estimados pela área construída e preços extraídos do Custo Unitário Básico regional (CUB);
- b) Estimativa de Custo – obtido através de levantamento e estimativa de quantidades de materiais e serviços extraídos de anteprojeto ou projeto legal e preço baseados no histórico de obras semelhantes já executadas;
- c) Orçamento Preliminar – corresponde a avaliação detalhada do preço total da obra atingido através do levantamento dos serviços e quantidades retirados de projetos básicos e preços elaborados através de composição de todos os custos unitários diretos e custos indiretos dos insumos das tabelas de referência regionais;
- d) Orçamento Detalhado – obtido através de especificações precisas de materiais e serviços extraídas de projetos executivos e avaliação do preço realizado através de cotação de mercado e composição de preços unitários mais detalhados.

Tabela 1 - Estimativa de erro para cada tipo de orçamento.

Tipo	Estimativa de Erro	Objetivo
Avaliação	até 30%	Analisar a viabilidade da construção

Estimativa de Custo	até 20%	Estimar o custo do anteprojeto, fornecendo melhor referência de viabilidade.
Orçamento Preliminar	até 10%	Demonstrar o possível custo da obra através de métodos construtivos utilizados normalmente.
Orçamento Detalhado	até 5%	Definir o custo da obra com maior precisão. Pode ser integrado ao sistema de planejamento e gestão.

Fonte: Adaptado de Ávila [9].

### 2.3. Extração de Quantitativos

O levantamento de quantidades é essencial para gerar um plano de prazos e custos de execução detalhados mais próximos da realidade do empreendimento. É fundamental para a definição de escopo do projeto, pois reflete uma maneira eficaz de mapear os itens que constam em projetos e os que são necessários à execução da construção. Entretanto, pode-se destacar que há poucos materiais e debates acerca das boas práticas para esta atividade [13].

De acordo com Monteiro e Poças Martins, o levantamento de quantitativo é utilizado em fases diferentes ao longo da execução do empreendimento [14]:

- Fase Inicial: utilizado para obtenção de estimativa dos custos do projeto;
- Fase de Propostas: os dados já realizados embasam o orçamento do empreendimento e definição do prazo da construção;
- Fase de Construção: realização do controle de custos através das quantidades levantadas, tal como a gestão do projeto.

A etapa do orçamento denominada de composição de custos que realiza o levantamento de quantitativos para obras de construção civil, se caracteriza uma fase fundamental para o progresso do orçamento, pois nela são realizadas as quantificações dos materiais e atividades que serão realizadas na

obra. Portanto, a responsabilidade de execução e o domínio sobre o entendimento de processos dos serviços cabem ao orçamentista, isto é, compreender qual a melhor forma de aplicação e quais os materiais necessários para sua execução.

Para Mattos, esta fase exige do orçamentista um alto grau de intelecto, pois são realizadas atividades que exigem atenção e experiência, como cálculos de áreas, volumes, comprimentos, leitura de projeto, contagens, execução e consulta de tabelas de engenharia, conversões, dentre outros [12].

Apesar da experiência que o orçamentista deve possuir, pode-se esclarecer que a falta de padronização na realização dos levantamentos em um projeto pode ser indicada como uma das consequências de inconsistência no custo final do orçamento, tanto quanto a incompreensão sobre o grau de consumo da composição de custo e seu correspondente critério de medição [15].

## 3. BIM

### 3.1. Metodologia BIM

À medida que os anos passam as inovações tecnológicas visualizadas antes em filmes e histórias se torna real. O ser humano passa a visualizá-las como dispositivos e ferramentas que auxiliam na agilidade de processos, desenvolvimento de novos tipos de entretenimento e formas de comunicação, informação e interação.

A metodologia BIM (*Building Information Modeling*), surgiu para agregar no processo de troca de informações precisas, objetivas e simultâneas, sendo determinante para a geração e gestão de informação coordenada. Para que isso aconteça, é necessária a existência de um armazenamento de dados dinâmico, isto é, uma base de dados compartilhada por todos os componentes com o objetivo de unificar toda a informação existente [16].

Também pode ser considerada como um conjunto de processos, políticas e tecnologias, que juntos geram uma metodologia para

gerenciar informações e dados, através de plataformas digitais e interoperabilidade durante todo o ciclo de vida de um projeto [17].

De acordo com Witicovski, o BIM não deve ser visto somente como uma ferramenta tecnológica ou interação de softwares, caracteriza-se por possuir um novo enfoque de negócios e estrutura organizacional das empresas de maneira inovadora, onde as pessoas trabalham juntas e compartilham tudo em tempo real, além do uso estratégico da tecnologia da informação ser analisado dentro do sistema de gerenciamento, através da integração de dados, controle, informação e processo [18].

Portanto, percebe-se que a adoção da metodologia é capaz de gerar informações mais seguras para a gestão, planejamento e controle de custo, o que possibilita facilidade para os gestores para uma visão ampla de todas as etapas de um empreendimento.

### 3.2. BIM na Construção Civil

Com o desenvolvimento das grandes cidades e o aumento da população mundial, observa-se a necessidade de evolução nas técnicas adotadas para a execução de edifícios e residências, buscando atender as demandas do mercado e o progresso das exigências normativas de construção.

A necessidade de evolução no desenvolvimento dos projetos de engenharia vai além de mudanças gerenciais, mas traz a deficiência de tecnologias apropriadas às novas formas de se projetar e planejar. A transformação do processo dos desenhos realizados em pranchetas de maneira manual para o CAD (*Computer-Aided Design*) demonstrou um avanço e ganho significativo para a construção, especialmente em relação ao custo e tempo envolvidos no processo manual. Contudo, ainda há a necessidade de melhorias mais significativas em outros aspectos.

A construção civil possui inúmeros déficits referentes às etapas essenciais de uma obra, como planejamento mal sucedido, descumprimento de prazos e de orçamento,

alterações constantes do projeto de origem e logísticas inadequadas de mão de obra e insumos que podem gerar abandono da construção. Todos esses pontos causam prejuízos tanto ao projeto quanto para a construtora que o executa, principalmente no momento atual com a evolução da competitividade de mercado, as dificuldades de gerenciar estes problemas pode definir a ascensão ou queda de um empreendimento.

Diante deste cenário, o BIM surge como um processo revolucionário, representando um avanço das metodologias tradicionais aplicadas à construção. Algumas pessoas relacionam erroneamente a tecnologia somente à ferramentas e softwares modeladores 3D para compatibilização de projetos, entretanto os conceitos relacionados ao *Building Information Modeling* referem se a uma plataforma de trabalho eficiente e inovadora.

Em 2013, a editora PINI realizou uma pesquisa abordando o assunto da utilização do BIM no mercado de construção do Brasil. Nela, 588 profissionais da área de construção civil foram entrevistados, 56% afirmaram que utilizavam a tecnologia somente para a compatibilização de projetos, isso mostra que a metodologia não é usufruída por completo, ou seja, é necessário utilizá-la para investir mais tempo no planejamento e custo na obra para evitar desperdícios na execução [19].

Para Eastman, a metodologia refere-se à modelagem e métodos integrados para produzir, analisar e comunicar modelos com as informações do edifício. Tem como características principais o uso de modelos paramétricos para facilitar a comunicação e compartilhamento entre os profissionais da construção civil. Através da criação integrada e virtual da construção, é possível interagir todas as áreas e disciplinas, como também gerar de forma automática, desenhos, quantitativos, documentos, dentre outros [8]. Além de auxiliar na solução dos desafios da gestão de projetos, pois a partir da gestão do modelo virtual é possível realizar análise detalhada de todo o projeto real,

possibilitando tomadas de decisões mais rápidas e melhorias contínuas de gestão [20].

O BIM pode ser implantado em várias etapas do empreendimento, sendo utilizado no desenvolvimento dos projetos básicos e executivos na programação, na compatibilização das diversas disciplinas do projeto, na documentação, no acompanhamento da execução, na logística da obra, no cronograma físico-financeiro, na orçamentação e posteriormente na fase de *as built*, auxiliando no controle e manutenção da edificação, conforme figura 3 representada no Anexo A.

O conceito também busca integrar profissionais que interagem nas etapas do processo de construção para aperfeiçoar a coordenação, comunicação, colaboração, produtividade, redução de prejuízos e aprimorar o cronograma do projeto, atuando como um lugar de trabalho em comum, reduzindo ruídos e contribuindo para a interoperabilidade da cadeia produtiva [22].

Uma das várias vantagens de simular a obra virtualmente é ter o poder de antever os problemas com velocidade, precisão e assertividade, o que no processo CAD 2D convencional provavelmente seriam percebidos somente na execução da obra.

Além desta, Eastman destaca as principais vantagens do uso do BIM nas diversas etapas da metodologia construtiva, conforme tabela 2 indicada no Anexo B.

### 3.3. Dimensões BIM

De acordo com Calvert, além das dimensões 2D e 3D, o BIM possui outras dimensões como o 4D, 5D, 6D e 7D. Onde todas apresentam diferentes níveis de informação e são utilizadas para o gerenciamento do projeto e o ciclo de vida de uma edificação:

Tabela 3 – Dimensões aplicadas na plataforma BIM.

Dimensão	Utilização
2D	Gráfico
3D	Modelagem
4D	Modelagem + Planejamento
5D	Modelagem + Orçamento
6D	Modelagem + Sustentabilidade
7D	Modelagem + Gestão de Instalações

Fonte: Adaptado de Eastman [8].

- a) 2D – Representação gráfica em duas dimensões das plantas da edificação;
- b) 3D – Representação tridimensional da edificação através da modelagem virtual, onde é possível visualizar os objetos de maneira dinâmica. Pode ser utilizado para visualização da perspectiva do empreendimento, onde cada componente caracteriza uma parte da construção;
- c) 4D – Todos os elementos são associados ao tempo, definindo o momento de compra, preparo, armazenamento, instalação e utilização. Também pode se referir a disposição e organização do canteiro de obras, movimentação de colaboradores, manutenção e equipamentos utilizados, possibilitando uma visão estratégica e real do cronograma;
- d) 5D – Diretamente associada a dimensão anterior, refere-se à integração de fornecedores e contratantes para a determinação dos custos, a alocação de recursos, o impacto do orçamento e o controle de metas em cada fase da obra. Cada componente da construção está vinculado aos custos da edificação, garantindo cada elemento que compõem a construção estarão vinculados aos dados de custos da edificação, garantindo mais exatidão na etapa de orçamento;

- e) 6D – Adiciona energia e sustentabilidade à modelagem, analisando quantitativamente e qualitativamente a energia da edificação a ser consumida no seu ciclo de vida;
- f) 7D – Relacionada à operação e manutenção da vida útil da edificação. Inclui a dimensão de operação ao modelo, onde se extrai informações do funcionamento do empreendimento, suas peculiaridades, procedimentos de manutenção em caso de falhas e até a previsão de demolição do edifício no futuro. É a dimensão responsável pela gestão de toda a construção.

Para Kamardeen, além das dimensões citadas acima, outra dimensão pode ser considerada [25]:

- g) 8D – Refere-se a segurança e prevenção de acidentes em três etapas: determinar os riscos, promover sugestões de segurança para altos riscos e controlar os riscos e segurança na obra através do modelo. Ou seja, adiciona a dimensão segurança à modelagem, prevenindo possíveis riscos no processo operacional e construtivo.

### 3.4. LOD

De acordo com Kymmell, as diversas dimensões do BIM permitem a utilização do modelo para vários propósitos. O nível de detalhes que é adicionado em cada elemento do modelo, ou seja, o grau de modelagem no BIM determina a precisão e nível de projeto, permitindo que seu desenvolvimento seja capaz de dar mais exatidão a detalhes que podem ser requeridos [26].

*A metodologia tem a habilidade de automatizar formas padronizadas de detalhamentos, reduzindo significativamente o tempo requerido para a produção de projetos de construção [8, p.5].*

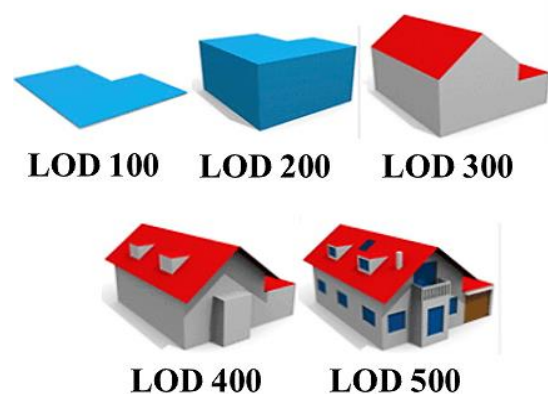
Existem basicamente cinco níveis de detalhamento que são chamados de LOD (*Level of Development*):

- a) LOD 100: Projeto conceitual – Representação da geometria da construção através de estudo de massa

incluindo volumes, áreas e orientação. Pode ser utilizado para incidência de raios solares e eficiência energética da edificação;

- b) LOD 200: Desenvolvimento do projeto - Todos os sistemas são modelados com suas dimensões globais, locação e quantidades próximas as reais. Esse nível de desenvolvimento pode ser utilizado para análise de desempenho da edificação;
- c) LOD 300: Documentação geral - Os componentes da construção são detalhados com suas dimensões e localizações reais, o que auxilia na produção de montagens e de desenhos e permite analisar simulações para cada elemento do sistema, contribuindo para a coordenação de projetos e verificação de incompatibilidades entre disciplinas;
- d) LOD 400: Fabricação – Semelhante ao LOD300, porém os documentos permitem gerar projetos para fabricação e montagem da construção. É apropriado para o controle e planejamento da produção;
- e) LOD 500: *As Built* – Fornece modelos conforme construídos. São representados com todas as informações técnicas e especificações necessárias para o gerenciamento, controle e manutenção das instalações já executadas.

Figura 4 – Representação dos níveis de detalhamento do modelo BIM.



Fonte: Adaptado de Biljecki [27].

### 3.5. A aplicação da Metodologia no Brasil

No Brasil, a aplicação de inovações tecnológicas ainda é muito conservadora, apesar disso, a utilização do *Building Information Modelling* (BIM) tem obtido progresso. Com o intuito de adquirir um ambiente apropriado ao investimento na metodologia e sua disseminação no Brasil, o Governo Federal oficializou através da publicação do Decreto nº 9.377, de 17 de maio de 2018, a estratégia nacional de disseminação do BIM [28]. O mesmo foi revogado pelo Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019, que revisa a estratégia nacional de disseminação e institui o Comitê Gestor da Estratégia do *Building Information Modelling*.

A iniciativa do governo tem como principais objetivos, promover a construção industrializada e a interoperabilidade técnica, intensificando o uso de tecnologia da informação e a implantação de classificação da informação na construção, além de auxiliar em inúmeras práticas do setor da construção e vantagens ao mercado trazendo mais economia pública, maior transparência nos processos de licitação e aperfeiçoamento das etapas de manutenção e gerenciamento.

Para Fitzner, o país ainda possui dificuldade de implantação de metodologias, pois apresenta muitas falhas na indústria AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção) especialmente à adoção de novas tecnologias computacionais nos negócios. A resistência e os obstáculos culturais no investimento de tempo e recursos se tornam barreiras à implantação do uso de modelagem BIM nos empreendimentos do setor construtivo brasileiro [29].

## 4. Impacto do BIM na Orçamentação

Os processos para elaboração de orçamento em projetos de construção civil normalmente são realizados de maneira manual, apresentando-se falhos e afetando a tomada de decisão do empreendimento. Muitos erros cometidos ocorrem na etapa de

levantamento de quantitativos, o que corrobora para a propagação gradativa de todo o orçamento. Ou seja, um equívoco provocado na fase de levantamento pode ser perigosamente retratado na análise do custo final da obra.

Na figura 5 representada no Anexo B, encontra-se o fluxograma que demonstra o processo tradicional de orçamentação comparado ao processo de orçamentação baseado em modelagem BIM.

O levantamento de quantitativos tradicional ocorre após a elaboração dos projetos de todas as disciplinas envolvidas na construção desenhados em duas dimensões (2D) pela equipe de projetistas em plataformas CAD. São extraídas as dimensões de comprimentos, áreas e volumes que representam a realidade tridimensional da obra em um plano bidimensional, através da análise dos projetos impressos e medição manual de todos os elementos que compõem uma edificação, utilizando-se de cotas e escala e com o auxílio de planilhas eletrônicas que são alimentadas pelas quantidades levantadas.

Pode-se destacar que alguns elementos em projeto 2D são mais rápidos de levantar manualmente por serem discriminados em unidade, como portas e janelas. Já alvenaria e revestimentos em geral que são localizados no projeto de forma tridimensional, se tornam mais difíceis de extrair. Ressalta-se ainda que em levantamentos de alvenaria seja recomendada a subtração dos descontos dos vãos de esquadrias, a fim de se obter a quantidade exata de materiais que será realmente utilizada na obra.

Para Mattos, essas extrações manuais apresentam falhas e são extremamente ineficientes, pois quanto maior a obra em questão, maior o erro apresentado devido à sua propagação [12]. Além de apresentar interferências, o levantamento é passível de interpretações pessoais do projeto, ou seja, apesar de estar baseado nas mesmas especificações, é provável que dois levantamentos executados por profissionais distintos tenham resultados diversos e como



cada orçamentista utiliza uma metodologia própria, dificulta a conferência das quantidades e a atribuição correta das tarefas na planilha de custos da construção.

Santos et al [30] mencionam que o alto consumo de tempo para elaborar o levantamento de quantidades, é diretamente influenciado pela experiência do profissional. O que influencia diretamente na elaboração de orçamentos com prazos definidos, pois muitas vezes não há tempo suficiente para solicitar a divisão das quantidades de acordo com o plano de execução desejado para a obra. Em vista disso, o cronograma é impactado negativamente por não alcançar o nível de detalhe necessário para a possível análise de diferentes estratégias de execução ou marcos parciais.

É neste campo que a utilização da metodologia BIM destaca-se positivamente, devido ao seu grande potencial de otimização das atividades, menos desvios de cálculos, melhor rastreabilidade e armazenamento da informação e maior flexibilidade na obtenção dos dados, evidenciando a melhora no processo de extração de quantidades inerentes à construção, uma vez que os elementos construtivos passam a ser dimensionados e categorizados de acordo com os diferentes tipos de elementos absorvendo todas as informações necessárias de projeto para dar origem ao quantitativo.

Para Khemlani, um dos ganhos das empresas que utilizam essa tecnologia é a possibilidade de análise de custos de um projeto [32]. O BIM permite que a extração de quantitativos e seus atributos dimensionais sejam realizados diretamente com base um único modelo, eliminando os problemas de utilização incorreta em escalas de projetos [33]. Em complemento, Matipa afirma que o processo de geração de documentos tende a ser cada vez mais automatizado, de modo a existir mínima interação humana na quantificação e em outros processos técnicos da construção [34].

Para a extração de quantidades com a utilização da plataforma BIM, é de suma importância que seja definido o escopo de

trabalho e das aplicações do BIM das quais se utilizará no projeto. A partir disso, o LOD é utilizado para determinar o nível de detalhamento da modelagem para cada utilidade desejada de projeto [8].

Os modelos paramétricos podem ser utilizados para análise de estimativas e tomada de decisões dentro do projeto, e após maior detalhamento, realiza-se a constatação das incompatibilidades, geração do cronograma, das análises construtivas e quantidades para o orçamento final. É necessário obter um controle rigoroso de qualidade sobre o modelo em relação à nomenclatura aplicada na modelagem dos elementos e interferências, pois como o sistema é integrado, uma falha impacta em diversas outras e compromete o resultado.

A atividade que relaciona as quantidades geradas que serão alimentadas para a planilha de custos e ao cronograma de obra deve ser meticulosa, pois todos os elementos devem ser contemplados e não deve haver duplicatas. As quantidades podem ser organizadas de maneira estratégica de acordo com o objetivo de execução da obra para maior controle localizado das quantidades de serviço.

Qualquer ferramenta BIM tem a capacidade de extrair o número de componentes, volumes espaciais, áreas, quantidade de materiais e extrair relatórios sobre o empreendimento [31]. Assim, o desenvolvimento dos projetos em modelagem BIM, possibilita a extração de quantidade dos materiais com maior precisão e detalhes espaciais diretamente do modelo digital.

De acordo com Sabol, as quantidades levantadas pelos métodos tradicionais podem subtrair de 50% a 80% do tempo de um engenheiro orçamentista no projeto [35]. Portanto, é possível compreender a importância de melhoria no processo orçamentário e a influência das falhas no levantamento para todo o empreendimento.

## 5. Considerações Finais

Com a pesquisa bibliográfica realizada, pode-se compreender que o orçamento é a etapa que define a viabilidade, relevância e o estudo preciso de custos do empreendimento à ser executado, o mesmo é utilizado como uma ferramenta de gestão e planejamento, estabelecendo as metas que deverão ser alcançadas pela corporação. Para aprimorar, a metodologia BIM surgiu como um processo que atende a todo o ciclo de vida de uma edificação, influenciando na comunicação dos diversos profissionais envolvidos, desde a concepção do projeto até as fases de planejamento, gestão, controle e manutenção de uma edificação.

Os projetos que possuem a utilização do BIM podem aprimorar o processo de obtenção das quantificações dos elementos desenhados e parametrizados, permitindo agilidade na análise dos impactos causados pelas decisões de projeto, precisão no custo da obra, melhor visualização do empreendimento, compatibilização de disciplinas, redução no tempo e possibilidade de falhas no processo de estimativa de quantidades.

É importante salientar que a precisão dos elementos extraídos a partir da plataforma BIM está diretamente relacionada ao grau de detalhamento e a qualidade do modelo elaborado, ou seja, o grau de modelagem determina a exatidão do levantamento, que mesmo realizado de forma automática, necessita que o profissional possua experiência no manuseio do programa e nos conceitos aplicados na engenharia.

No entanto, apesar do ganho no âmbito das construções, sua implantação requer um planejamento criterioso, devido à complexidade e impacto causado nos diversos processos da organização, causando dificuldade de sua implementação no País. Nota-se que a implantação do BIM está em constante evolução e necessita de profissionais capacitados no mercado de trabalho, o que gera a necessidade de mudança nas grades curriculares das universidades que ministram os cursos das

áreas de Arquitetura, Engenharia e Construção.

Em suma, é visível a importância da metodologia BIM para a análise de levantamento de quantitativos e sua contribuição para a melhoria no processo de orçamentação. Para a indústria da construção civil, a redução de retrabalhos, controle da compatibilização, precisão das quantidades e prevenção de falhas, trabalham para a transformação de um projeto em um empreendimento economicamente viável.

## 6. Referências Bibliográficas

- [1] PMI. Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK). 6. ed. EUA: Newton Square, Pennsylvania, 2017.
- [2] IBAPE. Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia. Patologia da Construção Civil: Principais Causas. Disponível em: < <https://ibape-nacional.com.br/site/category/noticias/>> Acesso em: 20 set. 2019.
- [3] ÁVILA, Ticiano Camilo Frigo. Gestão de projetos na construção Civil: avaliação do processo em duas empresas construtoras de Florianópolis. Florianópolis, 2010. Dissertação - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2010.
- [4] MELHADO, S. B. Gestão processo de projeto. Apresentação na UFSC, 2011.
- [5] COELHO, R.S. Orçamento de obras prediais. São Luís, MA: Editora UEMA, 2001.
- [6] DIAS, Paulo Roberto Vilela. Engenharia de Custos: Uma Metodologia de Orçamentação para Obras Cíveis. 9. ed. Rio de Janeiro: Sindicato dos Editores de Livros, 2011.
- [7] LIMA. T. Orçamento na construção civil: porque elaborar um? Sienge Platform, Construção Civil, out. 2016. Disponível em: <<https://www.sienge.com.br/blog/orcamente>>

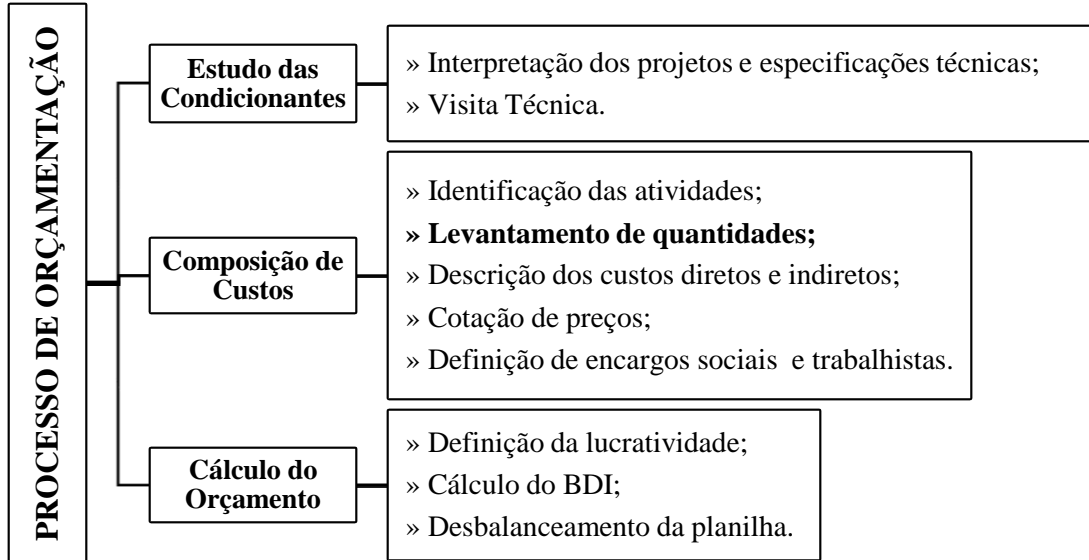
- nto-na-construcao-civil-por-que-elaborar-um/> Acesso em: 10 jul. 2019.
- [8] EASTMAN, Chuck et al. Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, construtores e incorporadores. Porto Alegre: Bookman. 483p. 2014.
- [9] AVILA et al, 2003 AVILA, A. V.; LIBRELOTTO, L.; LOPES, O. C. Orçamento de Obras - Construção civil. Florianópolis: Universidade do Sul de Santa Catarina: 67 p. 2003.
- [10] TISAKA, Maçahico. Norma Técnica para Elaboração de Orçamento de Obras de Construção Civil. Instituto de Engenharia, São Paulo, 2011. Disponível em: <<https://www.institutodeengenharia.org.br/site/wpcontent/uploads/2017/10/arqnot7629.pdf>> Acesso em: 22 set. 2019.
- [11] LIMMER, C.V. Planejamento, Orçamentação e Controle de Projetos e Obras. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1997.
- [12] MATTOS, Aldo Dórea. Como preparar orçamentos de obras: dicas para orçamentistas, estudo de caso, exemplos. São Paulo: Editora Pini, 2006.
- [13] MELHADO, S.; PINTO, A. C. Benefícios e desafios da utilização do BIM para extração de quantitativos. SIBRAGEC - ELAGEC 2015. São Carlos/SP: 511-518 p. 2015.
- [14] 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.
- [15] MARCHIORI, F. F. Desenvolvimento de Um Método Para Elaboração de Redes de Composições de Custo Para Orçamentação de Obras de Edificações. São Paulo, 2009. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.
- [16] HAUG, D. BIM International Conference: Challenges to Overcome. Lisboa, 2014.
- [17] CBIC. Câmara Brasileira da Indústria da Construção. 10 motivos para evoluir com BIM. Brasília: CBIC 2016a.
- [18] WITICOVSKI, L. C. Levantamento de Quantitativos em Projeto: Uma Análise Comparativa do Fluxo de Informações entre as Representações em 2D e o Modelo de Informações da Construção (BIM). Dissertação (Mestrado em Engenharia). Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2011.
- [19] PINI. Carreira a Exercício Profissional, 2013. Disponível em: <<http://piniweb.pini.com.br/construcao/carreira-exercicio-profissional-entidades/artigo291885-2.aspx>>. Acesso em: 20 mar. 2019.
- [20] GOLZAPOOR H. Application of BIM in sustainability analysis. 2010.
- [21] ABDI. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. Guia 1 – Processo de projeto BIM. Brasil, 2018. Disponível em: <[http://old.abdi.com.br/Documents/GUIA%20BIM01\\_20171101\\_web.pdf](http://old.abdi.com.br/Documents/GUIA%20BIM01_20171101_web.pdf)> Acesso em: 15 ago. 2019.
- [22] NIELSEN, A.K., MADSEN, S. Structural modelling and analysis using BIM tools. Master's Thesis. 2010.
- [23] EASTMAN, C. et al. BIM Handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors. 2nd. ed. London: Whurr, 2011.
- [24] CALVERT, N. Why we care about BIM. Directions Magazine. Glencoe: Directions Media, dez. 2013.
- [25] KAMARDEEN, I. 8D BIM Modelling tool for accident prevention through design. Egbu, C. (Ed) Procs 26th Annual ARCOM Conference, 2010.
- [26] KYMMEL, W. Building Information Modeling: planning and managing

- construction projects with 4D CAD and Simulation. New York: McGraw-Hill, 2008.
- [27] BILJECKI, Filip. An improved LOD specification for 3D building models. Delf, The Netherlands, 2016. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0198971516300436>>. Acesso em: 20 set. 2019.
- [28] BRASIL. Presidência da República. Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos. Decreto nº 9.377, de 17 de maio de 2018. Institui a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 17 mai. 2018.
- [29] FITZNER, A.d.N. Atualização do Processo BIM na Construção Brasileira. São Paulo, 2014.
- [30] SANTOS, A. D. P. L.; ANTUNES, C. E.; BALBINOT, G. B. Levantamento de quantitativos de obras: comparação entre o método tradicional e experimentos em tecnologia BIM. *Iberoamerican Journal of Industrial Engineering*, v. 6, n. 12, p. 134-155, 2014.
- [31] EASTMAN, Chuck. TEICHOLZ, Paul. SACKS, Rafael. LISTON, Kathleen. *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors*. 1. ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2008.
- [32] KHEMLANI, L. Use of BIM by facility owners: an “Expositions”. AECbytes, 2006. Disponível em <[https://www.academia.edu/671737/Attributes\\_of\\_Building\\_Information\\_Modeling\\_Implementations\\_in\\_Various\\_Countries](https://www.academia.edu/671737/Attributes_of_Building_Information_Modeling_Implementations_in_Various_Countries)>, Acesso em: 28 ago. 2019.
- [33] 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. Disponível em: <<https://scholarsarchive.byu.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://www.google.com.br/&httpsredir=1&article=1508&context=etd>> Acesso em: 12 set. 2019.
- [34] MATIPA, W. M. Total cost management at the design stage using a building product model. Tese (PhD in Philosophy Engineering). Cork: Faculty of Engineering, National University of Ireland, 2008.
- [35] SABOL, L. Challenges in Cost Estimating with Building Information Modeling. Design and Construction Strategies LLC, 2008.
- [36] BRASIL. Presidência da República. Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos. Decreto nº 9.983, de 22 de agosto de 2019. Dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação e Institui o Comitê Gestor da Estratégia do *Building Information Modelling*. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 22 ago. 2019.

## 7 Anexos e Apêndices

### ANEXO A

Figura 2 - Etapas do Orçamento.



Fonte: Adaptado de Mattos [12].

Figura 3 - Ciclo do BIM na Construção.



Fonte: ABDI [21].

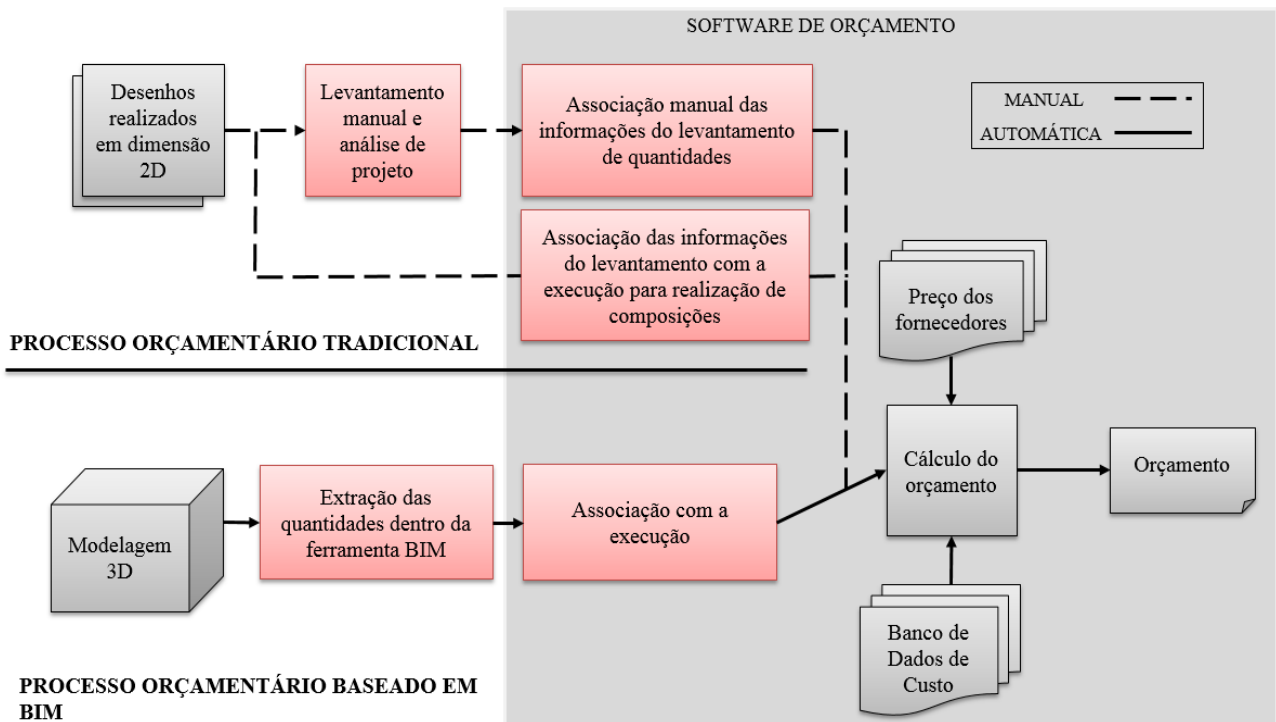
## ANEXO B

Tabela 2 – Vantagens no uso do BIM.

<b>Etapas</b>	<b>Vantagens</b>
Planejamento	Clareza na avaliação da viabilidade da construção; Análise prévia do desempenho e qualidade do empreendimento; Compreensão dos requisitos do projeto antecipadamente; Visualização global do projeto em 3D.
Projeto	Facilidade de detecção de falhas e omissões; Atualização automática das alterações; Fornecer desenhos 2D precisos; Compatibilização entre as diversas disciplinas envolvidas; Precisa extração de quantidades para estimativa de custos; Aperfeiçoamento do desempenho energético do edifício.
Execução	Precisa fabricação dos componentes; Rapidez de construção; Redução dos custos e minimização de conflitos; Planejamento dinâmico.
Manutenção e Controle	Melhoria na transmissão da informação dos materiais usados; Facilidade de gestão devido à troca acessível de informação; Ações de manutenção mais rápidas e precisas; Compreensão assertiva do desempenho de cada sistema.

Fonte: Adaptado de Eastman [23].

Figura 5 – Fluxograma do processo de orçamentação tradicional versus BIM.



Fonte: Adaptado de Eastman [8].