

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Escola de Engenharia

**Curso de Especialização: Sustentabilidade e Gestão do
Ambiente Construído**

Larissa de Oliveira Brito

**Aplicação do BIM 5D - Desafios e Oportunidades
Percebidos na Orçamentação de Obras**
Pesquisa Exploratória

**Belo Horizonte,
2018**

LARISSA DE OLIVEIRA BRITO

**Aplicação do BIM 5D - Desafios e Oportunidades
Percebidos na Orçamentação de Obras**
Pesquisa Exploratória

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Especialização: Produção e Gestão do Ambiente Construído do Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista.

Orientador(a): Professor Doutor Eduardo Marques Arantes

**Belo Horizonte,
2018**

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais por me apoiarem em todas as minhas decisões, a minha irmã por torcer pelo meu sucesso e ao meu noivo Renato Paulo, por ser meu companheiro e meu principal incentivador.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador Professor Eduardo Arantes, à faculdade de Engenharia Civil da UFMG. E a todos que colaboraram para que esse trabalho pudesse ser desenvolvido.

“A verdadeira motivação vem de realização, desenvolvimento pessoal, satisfação no trabalho e reconhecimento”.

(Frederick Herzberg)

RESUMO

O BIM 5D traz uma abordagem que minimiza os erros do orçamento e agiliza o processo de desenvolvimento da execução da obra. Este trabalho questiona como o BIM 5D é percebido e recebido no mercado de construção civil por meio de pesquisa exploratória com o objetivo geral de explorar o cenário do BIM 5D por meio de casos selecionados de algumas empresas brasileiras. A metodologia apresentada foi uma pesquisa secundária em sites de grande relevância sobre BIM, livros, artigos e trabalhos publicados sobre o assunto, e pesquisa primária direcionada a profissionais e a empresas da área de obras civis. Através da pesquisa exploratória presente nesse trabalho foi possível exemplificar o cenário atual do BIM 5D em alguns negócios nacionais. Com as respostas do questionário, pode-se concluir que, apesar das vantagens da metodologia BIM 5D para auxiliar no orçamento serem amplamente reconhecidas, parte das dificuldades de implantação foi atribuída à falta de profissionais especializados no assunto.

Palavras-chaves: BIM 5D.Orçamento.Pesquisa

ABSTRACT

The 5D BIM has an approach that minimizes budgeting errors and speeds up the building process. This paper questions how 5D BIM is perceived and utilized by the building industry through an Exploratory research having the general objective of explore o scenery if 5D BIM through selected cases from some Brazilian business. The methodology shown is a secondary research in BIM specialized sites, books, articles, papers published concerning this subject and a primary research targeting producers and consumers of civil works. Based on the exploratory research within this paper, it was possible to show the 5D BIM current scenery in some national business. With the answers of the questionnaire, it can be concluded that despite the advantages of the 5D BIM methodology to assist in the budgeting being widely recognized, one of the difficulties of implantation was attributed to the lack of specialized professionals in this field.

Palavras-chaves: BIM 5D.Cost Estimation.Research

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Preço de Venda	19
Figura 2 - Os 25 casos de uso BIM identificados pela PennState University	20
Figura 3 - LOD e Dimensões BIM	24
Figura 4 - BIM 5D	31
Figura 5 - Comparação entre processo de orçamentação tradicional e baseado em BIM	32
Figura 6 - Comparação das Dimensões BIM	33
Figura 7 - Pergunta "Sua empresa utiliza/já utilizou BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)?"	38
Figura 8 - Pergunta sobre qual motivo de não utilizar o BIM	39
Figura 9 - Pergunta "utiliza o BIM 5D para orçamentação?"	39
Figura 10 - Pergunta "Qual Software é usado para o BIM 5D?"	40
Figura 11 - Pergunta "Teve alguma dificuldade em implementar [o BIM 5D]?"	41

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Etapas do processo de orçamentação	16
Quadro 2 - Principais características das dimensões do BIM.....	24
Quadro 3 - Comparação do status dos componentes das políticas BIM através de seis países	26
Quadro 4 - Programas BIM disponíveis no mercado	27
Quadro 5 - Ferramentas de gestão BIM	29
Quadro 6 – Ferramentas e Softwares BIM	30
Quadro 7 - Pergunta "Você julga o uso do BIM necessário e vantajoso? Porquê?" .	42

LISTA DE ABREVIACÕES

3D	Terceira Dimensão
4D	Quarta Dimensão
5D	Quinta Dimensão
6D	Sexta Dimensão
7D	Sétima Dimensão
ABNT	Agência Brasileira de Normas Técnicas
AEC	Arquitetura, Engenharia e Construção
AIA	<i>American Institute of Architects</i>
BDI	Bonificações e Despesas Indiretas
BIM	<i>Building Information Modeling</i>
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
ERP	Enterprise Resource Planning
LOD	<i>Level of Development</i>
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil
TCPO	Tabelas de Composição de Preços para Orçamentos

SUMÁRIO

1.	<i>INTRODUÇÃO</i>	11
1.1	OBJETIVO GERAL	12
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
1.3	METODOLOGIA	12
1.4	ESTRUTURA DA MONOGRAFIA	12
2.	<i>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</i>	14
2.1	ORÇAMENTO	14
2.1.1	Tipos de Orçamento	14
2.1.2	Etapas	16
2.2	A METODOLOGIA BUILDING INFORMATION MODELING – BIM	19
2.2.1	Nível de Desenvolvimento – LOD	21
2.2.2	Dimensões BIM	22
2.2.3	BIM no Brasil e no Mundo.....	25
2.2.4	Softwares e ferramentas do mercado	26
2.2.5	BIM 5D na Construção Civil	30
2.2.6	Dificuldades de uso do BIM 5D.....	33
3.	<i>MÉTODO DE PESQUISA</i>	35
3.1	IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA	35
3.2	PERCEPÇÃO DO PROBLEMA	35
3.3	DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA	35
3.4	AVALIAÇÃO DAS RESPOSTAS	36
3.5	IDENTIFICAÇÃO DOS RESPONDENTES	36
4.	<i>RESULTADOS</i>	38
5.	<i>CONCLUSÃO</i>	43
	REFERENCIAS	44

1. INTRODUÇÃO

As edificações estão se tornando cada vez mais complexas. O atendimento à demanda por projetos de edificações maiores (com maior capacidade de utilização) e por construção de projetos padronizados de alta recorrência requerem novas técnicas de planejamento e execução de obras civis. As novas técnicas precisam ser capazes de lidar com infraestruturas de grande porte, estruturas complexas e modelagem sofisticada. Tal realização demanda um planejamento mais preciso, coordenado e integrado. Isso inclui o detalhamento de projetos considerando mais especificações e variáveis bem como mecanismos mais efetivos de controle de operação construtiva e manutenção pós-construtiva.

Para a aplicação destas novas técnicas de planejamento e execução, há uma busca de novas tecnologias, metodologias e conceitos para serem aplicados aos projetos que anteriormente eram desenhados em sistemas de CAD (Computer Aided Design) convencionais.

Uma das tecnologias aplicadas é o BIM (Building Information Modeling). Conforme explicado no manual BIM Handbook (2008), a tecnologia BIM permite gerar um modelo virtual preciso de uma edificação. O modelo computacional completo contém a geometria exata e os dados necessários para dar suporte à construção, à fabricação, e ao fornecimento de insumos necessários para a realização da construção. O BIM 5D agrega o custo do empreendimento ao modelo tridimensional. Com isso é possível identificar e controlar os custos das fases de construção. A utilização de softwares de BIM 5D resulta em:

- (1) maior precisão do orçamento;
- (2) facilidade de adequação às mudanças de escopo do projeto (quando necessárias);
- (3) extração e análise de custos;
- (4) avaliação de cenários; e
- (5) medição dos impactos das mudanças.

O BIM 5D traz uma abordagem que minimiza os erros do orçamento e agiliza o processo de desenvolvimento da execução da obra. Isso torna a construção civil mais precisa, coordenada e integrada permitindo e potencializando a tecnologia BIM.

Diante do exposto, cabe se questionar como o BIM 5D é percebido e recebido no mercado de construção civil.

1.1 OBJETIVO GERAL

Esse trabalho de conclusão de curso tem caráter de pesquisa exploratória. O objetivo geral é explorar o cenário atual do BIM 5D por meio de casos selecionados de algumas empresas brasileiras.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos são verificar (a) se estão empregando a tecnologia BIM 5D, (b) as dificuldades e vantagens e (c) o software utilizado.

Uma hipótese é que o BIM 5D ainda é utilizado de forma restrita em relação às potencialidades prometidas pela metodologia BIM.

1.3 METODOLOGIA

A metodologia do presente trabalho foi pesquisa secundária em sites de grande relevância sobre BIM, livros, artigos e trabalhos publicados sobre o assunto, e pesquisa primária direcionada a empresas e profissionais de obras civis.

1.4 ESTRUTURA DA MONOGRAFIA

O trabalho se divide em 4 títulos:

O título 1 – Introdução sobre o tema, os objetivos e a contextualização para o desenvolvimento do conteúdo.

O título 2 - A Fundamentação Teórica, versa sobre o Orçamento, onde são descritos conceitos e etapas sobre orçamento na Construção Civil e também sobre a metodologia BIM, que decorre sobre o assunto, mostrando as vantagens, softwares e como estão sendo feitos os orçamentos com metodologia BIM.

O título 3 - Método de Pesquisa, é sobre a pesquisa com base em empresas de Engenharia Civil, Construtoras e profissionais que trabalham com orçamento para poder exemplificar a situação do BIM 5D no mercado atual..

O título 4 - Resultados:, são discutidos as informações contidas na pesquisa e seus resultados.

E para finalizar no título 5 - Conclusões, temos as conclusões do trabalho, junto com as ponderações sobre o desenvolvimento do tema e a sugestão de trabalho futuro.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 ORÇAMENTO

Mattos (2006) esclarece que o orçamento fornece suporte para a compra de materiais e medições de serviços. E que é importante não confundir orçamento com orçamentação. O primeiro é o produto; e o segundo é o processo de determinação.

O orçamentista deve conhecer bem os materiais existentes no comércio, a realidade da empresa e os custos praticados (COELHO, 2001).

O profissional que desenvolve o orçamento tem uma grande responsabilidade com a preparação do mesmo, pois para se adequar ao mercado atual da Construção Civil é imprescindível que os preços, as quantidades e os custos do orçamento estejam corretos. É necessário também desenvolvê-lo em um período curto e com métodos atuais de concepção.

2.1.1 Tipos de Orçamento

Segundo Antunes (2017), o tipo do orçamento vai de acordo com a complexidade da obra e a precisão que se deseja atingir, podendo ser elaborados diferentes tipos de orçamentos, que resultarão na viabilidade ou não do empreendimento.

Mattos (2006) destaca três graus de orçamento, que são separados de acordo com o grau de detalhamento desejado:

- **Estimativa de custo:** é feito uma análise dos dados com base em custos históricos e comparação com projetos similares. O valor obtido por estimativa de custo fornece uma ordem de grandeza do custo do empreendimento;
- **Orçamento preliminar:** este está acima da estimativa de custos, contém mais detalhes, pois é obtido através do levantamento de quantidades do anteprojeto e requer a pesquisa de preços dos principais insumos e serviços;

- **Orçamento analítico ou detalhado:** o este é o de maior grau de detalhamento, é desenvolvido através das informações do projeto executivo e com composição de custos e com preços dos insumos coletados no mercado. Este orçamento busca minimizar as incertezas e chega o mais próximo do custo “real” do empreendimento.

TISAKA (2011) acrescenta outros dois tipos de orçamento, que são:

- **Orçamento estimativo:** Avaliação do projeto global da obra, obtida através dos projetos básicos.
- **Orçamento sintético ou resumido:** Resumo do orçamento detalhado, com valores parciais expressos em etapas ou grupos de serviço.

Mattos (2006) reitera que o propósito do orçamento vai além da definição do custo da obra, serve também como suprimento para outras aplicações como:

- **Levantamento dos materiais e serviços:** a descrição e a quantificação dos materiais e serviços auxiliam o construtor com o planejamento das compras, definição dos fornecedores, e auxilia no estudo de formas de pagamento e análise das metodologias executivas;
- **Obtenção de índices para acompanhamento:** os índices de utilização de cada insumo (mão de obra, equipamento, material) servem para que o executor da obra tenha como comparar o que orçou e com o que está sendo construído. Os índices também auxiliam na criação de metas de desempenho para as equipes de campo;
- **Dimensionamento de equipes:** para determinar a equipe é necessário saber a quantidade de horas para execução de cada serviço. A partir do índice, determina-se o número de trabalhadores para uma dada duração do serviço;
- **Capacidade de revisão de valores e índices:** se necessário que seja feito a revisão dos preços de insumos e índices de produção, basta que os campos de valores sejam alterados;

- **Realização de simulações:** pode-se fazer varias simulações com o orçamento modificando as metodologias construtivas, produtividades, jornadas de trabalho, lucratividade, etc.;
- **Geração de cronogramas físico e financeiro:** o cronograma físico financeiro retrata a evolução dos serviços ao longo do tempo e quantifica mensalmente os custos e receitas desses mesmos serviços;
- **Análise da viabilidade econômico-financeira:** o balanço entre os custos e as receitas mensais fornece uma previsão da situação financeira da obra ao longo dos meses.

2.1.2 Etapas

Para Mattos (2006) o processo de elaboração do orçamento engloba a identificação, descrição, quantificação, análise e valorização de uma série de itens. O autor define três fases que são: estudo das condicionantes (condições de contorno), composição de custos e fechamento do orçamento, como descrito no quadro abaixo:

Quadro 1 - Etapas do processo de orçamentação



Fonte: Elaborado pela autora, baseado em Mattos, 2006, p.31

2.1.2.1 Estudo das condicionantes (condições de contorno)

O estudo das condicionantes consiste na verificação dos documentos referentes à obra, visita ao campo e consulta ao cliente. O orçamento deve-se basear no projeto, sendo básico ou executivo, com isso essa fase engloba a leitura e interpretação dos projetos disponibilizados pelo cliente, especificações técnicas, leitura e interpretação do edital e visita técnica ao local da obra.

2.1.2.2 Composição de Custos

A segunda fase abrange a identificação dos serviços, o levantamento de quantidades, discriminação dos custos diretos, definição dos custos indiretos, cotação de preços, definição de encargos sociais e trabalhistas.

Para composição dos custos é necessário que primeiro haja a identificação dos serviços que compõem o projeto, com isso é feito o levantamento das quantidades de insumos, que é uma das principais tarefas por ser a base do orçamento.

Segundo Tisaka (2006) o levantamento das quantidades pode ser obtido de maneira manual, através os projetos plotados e com o auxílio de escalímetro, como também através de programas de computação dos projetos básicos ou executivos. Para conferencia dos valores e checagem dos serviços é fundamental que os dados coletados sejam armazenados em planilhas ou documentos auxiliares por meio de memórias de cálculo, de maneira organizada.

Segundo Mattos (2006), o orçamentista precisa ter conhecimento dos critérios de medição e pagamentos utilizados pelo cliente, e fazer o orçamento com base nas especificações técnicas e projetos entregues pelo cliente para que o orçamento se torne o mais próximo do correto.

Antunes (2017) indica que o levantamento de quantitativos realizado manualmente está muito suscetível a erros humanos uma vez que depende do conhecimento do orçamentista em relação às técnicas adotadas.

Com o levantamento de quantitativos feito, são apontados os custos diretos, que são o custo dos serviços levantados que serão executados na obra e abrange o custo de material, mão de obra e equipamentos.

Cada serviço tem sua própria composição de custos unitários e cada insumo tem um índice de consumo associado. As composições de custos podem ser encontradas nas tabelas do TCPO (Tabelas de Composição de Preços para Orçamentos) e nas tabelas do Sinapi (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil), podendo ser também feitas com base nas composições de custo próprias da empresa. (ANTUNES, 2017)

Após os custos diretos, são levantados os custos indiretos, que estão relacionados aos custos da equipe técnica (engenheiros, mestres, encarregados), da equipe de suporte (secretária, vigia), e das despesas gerais da obra (contas, materiais de escritório e limpeza, etc.), assim como os custos de mobilização e desmobilização do canteiro, taxas, emolumentos e entre outras despesas.

Mattos (2006) explica também que a cotação dos preços é a coleta de preços de mercado para todos os insumos que fazem parte dos serviços levantados e o custo indireto. E depois é feita a definição do percentual de encargos sociais e trabalhistas que devem ser aplicados na mão de obra, engloba os impostos incidentes a hora trabalhada e os benefícios a que se têm direito os trabalhadores e que são pagos pelo empregador.

2.1.2.3 Fechamento do Orçamento

Mattos (2006) define que na última fase estão os itens de definição da lucratividade, cálculo do BDI, e o desbalanceamento da planilha.

Para a definição da lucratividade deve-se basear nas condições intrínsecas e extrínsecas da obra, é o construtor quem define a lucratividade que desejada para obra, considerando fatores como concorrência, risco do empreendimento, necessidade de conquistar a obra, entre outros (MATTOS, 2006).

O cálculo do BDI (Benefício de Despesas Indiretas) é o percentual que deve ser aplicado sobre o custo direto dos itens da planilha da obra, sobre os gastos indiretos administrativos e também sobre os tributos e o lucro desejado, para se chegar ao preço de venda. (Tisaka,2006)

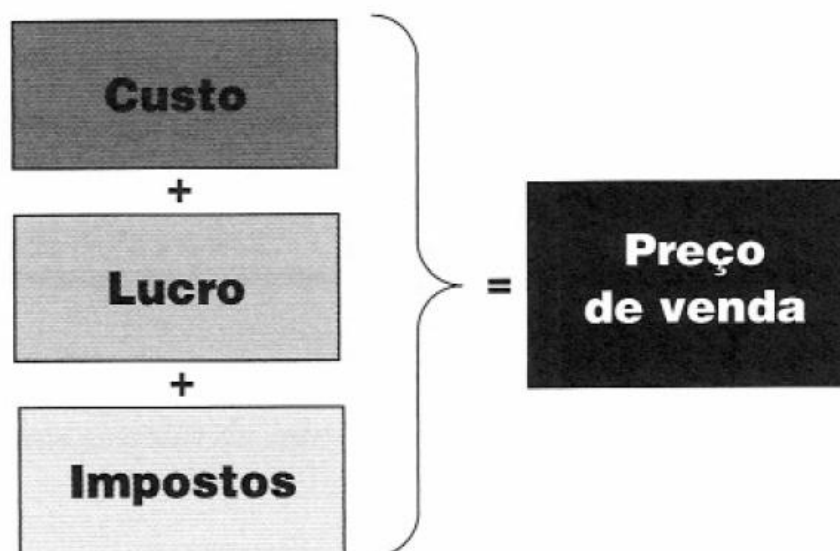
De acordo com Dias (2011), a finalidade do cálculo do BDI é executar o cálculo do preço unitário de venda em relação ao custo unitário do serviço, sendo

que o preço unitário de venda de cada insumo deve conter os encargos que cobrem as atividades executadas.

Mattos (2006) define que desbalanceamento da planilha é: “forma de melhorar a situação econômica do contrato, o construtor pode realizar a distribuição não uniforme do preço total nos itens da planilha”. Desta forma é possível garantir vantagens econômicas ao construtor.

Conforme Mattos (2006), após orçar todos os custos da obra, definido o percentual de lucro almejado e calculado todos os impostos e suas respectivas alíquotas, é possível que o orçamentista calcule o preço de venda da obra. O preço de venda engloba todos os custos, o lucro e os impostos (Figura 1).

Figura 1 - Preço de Venda



Fonte: Mattos, 2006, p.230

2.2 A METODOLOGIA BUILDING INFORMATION MODELING – BIM

A “Modelagem da Informação da Construção (em inglês, *Building Information Modeling* — BIM) é um dos mais promissores desenvolvimentos na indústria relacionada à arquitetura, engenharia e construção (AEC).” (BIM Handbook, 2008, p.1)

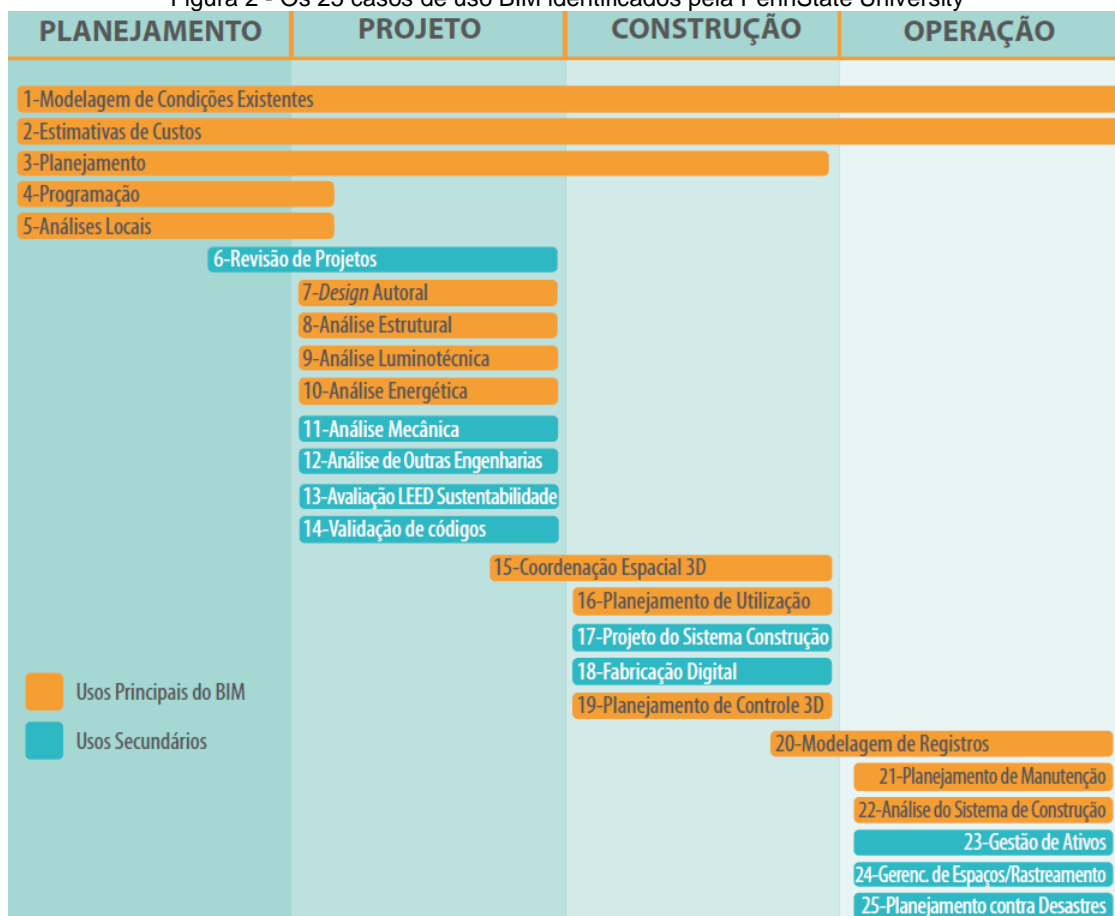
De acordo com a coletânea de implementação BIM produzida pela Câmara Brasileira da Indústria da Construção - (CBIC, 2016), o BIM é um conjunto de

políticas, processos e tecnologias que, combinados, geram uma metodologia para gerenciar o processo de projetar uma edificação ou instalação. Ele também é utilizado para ensaiar o desempenho e gerenciar as informações e dados do projeto utilizando plataformas digitais (baseadas em objetos virtuais) por todo seu ciclo de vida.

O modelo em BIM contém informações abrangentes como o estudo de viabilidade; os dados da modelagem do projeto; a orçamentação, o planejamento, o controle financeiro e a execução da obra e seu plano de manutenção. (Baia, 2015)

De acordo com o que foi definido no Guia da PennState University (2010), existem 25 diferentes casos de usos BIM já mapeados. Conforme pode ser observado na figura 02, os usos são divididos entre operação, construção, projeto e planejamento. O planejamento inclui como usos principais: (1) a Modelagem de Condições Existentes, (2) as Estimativas de Custos, (3) o Planejamento (o Planejamento de Etapas de Obra), (4) a Programação e (5) as Análises Locais.

Figura 2 - Os 25 casos de uso BIM identificados pela PennState University



Fonte: CBIC, 2016, p. 25.

2.2.1 Nível de Desenvolvimento – LOD

Para estruturar e regular o processo de modelagem, o *American Institute of Architects* criou e publicou em 2008 o Building Information Protocol Exhibit - Document E202™ que define: Nível de Desenvolvimento ou LOD (*Level Of Development*).

Os Níveis de Desenvolvimento (LOD) variam de 100 a 500 e funcionam como referencia para determinar a maturidade da aplicação da metodologia BIM em que se está trabalhando e o tipo de contrato.

Conforme o LOD Spec Guide (BIMForum, 2017) segue abaixo a descrição de cada LOD:

- LOD 100: os elementos não são representados geometricamente. Eles são ligados a outros elementos ou símbolos que mostram a existência do componente, mas não mostram forma, tamanho ou o local preciso. Qualquer informação vinda do LOD 100 é considerada aproximada;
- LOD 200: os elementos tem geometria aproximada. Podem ser reconhecidos como componentes, contém informações do volume e localização geográfica. Qualquer informação vinda do LOD 200 também é considerada aproximada;
- LOD 300: A quantidade, o tamanho, a forma, a localização e orientação do elemento podem ser medidas diretamente a partir desse modelo. Nesse modelo a geometria está perfeitamente definida com precisão.
- LOD 350: partes necessárias para coordenação do elemento próximo ou ligado ao modelado. Essas partes incluem os itens como suportes e conexões. As quantidades, tamanho, forma, localização e orientação do elemento, conforme projetado, podem ser medidos diretamente do modelo.
- LOD 400: o elemento LOD 400 já é modelado com mais detalhes e precisão, que são suficientes para a fabricação do componente representado.

- LOD 500: está relacionado à verificação de campo do tamanho, forma, localização, quantidade e orientação e as informações não gráficas podem ser anexadas ao modelo.

2.2.2 Dimensões BIM

O BIM também é representado por dimensões e que vão do 3D ao 7D.

A disponibilidade da informação relacionada ao projeto e a seus derivados caracteriza a dimensionalidade do BIM: 3D, 4D e 5D; em que 3D é o espaço tridimensional, 4D adiciona o tempo como dimensão e 5D inclui o custo como uma dimensão [do modelo]. (KYMMELL apud DANG e TARAR, 2012, p. 14, tradução nossa).¹

Conforme Hamed (2017), o modelo de dados BIM 3D permite que os profissionais envolvidos possam extrair e gerar pontos de vistas e informações de acordo com suas necessidades. A modelagem 3D permite a comunicação da intenção do projeto, promove a colaboração multidisciplinar e reduz o retrabalho.

Segundo Badra (2012), o modelo 3D permite uma melhor leitura do projeto, além de possuir todas as especificações e definições geométricas e paramétricas para geração automática dos quantitativos.

O BIM 4D está relacionado ao planejamento local de construção, permitindo que os participantes extraiam e visualizem o progresso de suas atividades por meio do ciclo de vida do projeto. O BIM 5D é utilizado para o desenvolvimento do orçamento e análise de custo, resultando em uma maior precisão e previsibilidade de orçamentos, mudanças de escopo do projeto e os materiais, equipamentos ou mudanças de mão de obra.

Conforme Ferreira (2015), com a modelagem 5D é possível reduzir o tempo gasto com o processo de levantamento de quantidades e permite que os critérios de

¹ The availability of the information regarding the project and its connectedness characterizes BIM dimensionally, that is, 3D, 4D and 5D, where 3D is threedimensional space; 4D adds time as a dimension; and 5D includes cost as a dimension.

orçamento sejam considerados no processo de desenvolvimento do produto. Apoiando as tomadas de decisões, desde as etapas iniciais de concepção do produto.

O BIM 6D é focado nas análises de energia de consumo mais completas e precisas desde o início do projeto, buscado uma redução global no consumo de energia. A sexta dimensão do BIM é associada ao *Green Building*.

A sétima dimensão do BIM é utilizada por gestores na operação e manutenção das instalações durante todo o seu ciclo de vida da construção. O BIM 7D visa atender as normas de desempenho para edificações, como a NBR 15575.

De acordo com a coletânea de implementação BIM produzida pela Câmara Brasileira da Indústria da Construção - (CBIC, 2016), a metodologia BIM proporciona vários benefícios como os listados abaixo:

- A visualização em 3D do que está sendo projetado possibilita a visualização exata do que foi proposto, por mais complexo que seja o empreendimento, permite também a detecção automática de interferências geoespaciais entre objetos. Por existir um banco de dados, é possível realizar modificações em um projeto e a sua alteração será feita automaticamente em todos os demais projetos relacionados.
- A extração automática das quantidades de um projeto, que é um dos benefícios mais explorados da metodologia BIM, é possível garantir a precisão das informações para a execução do orçamento e trará agilidade para o processo.
- A identificação automática das interferências (geométricas e funcionais) entre os sistemas, conhecida como *clash detection*, é obtida pelos relatórios das interferências localizadas em um modelo BIM em desenvolvimento que podem ser extraídos automaticamente do software BIM, e compartilhados com as equipes responsáveis por cada uma das diferentes disciplinas.
- O rastreamento e o controle dos componentes do modelo permitem a visualização e extração de relatórios, desde que as informações tenham sido agregadas;

- A base de dados garante que se tenham as informações necessárias para suprir os processos de manutenções, operação e gestão, após a conclusão da edificação.

O Quadro 2 a seguir ressalta e sintetiza as principais características de cada dimensão do BIM.

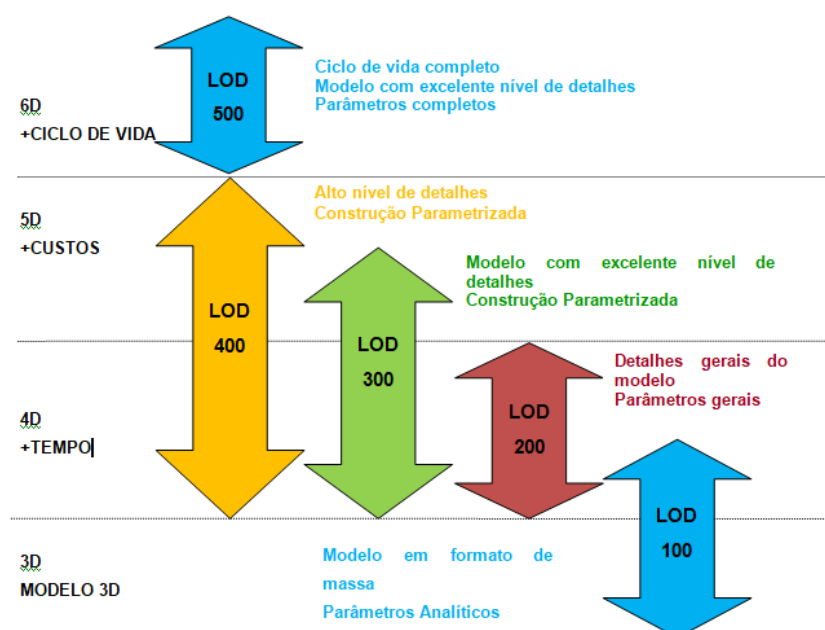
Quadro 2 - Principais características das dimensões do BIM

Dimensão	Principais Características
3D	Informações espaciais e dos elementos do projeto Verificação da compatibilidade entre os projetos Extração automática das vistas
4D	Cronograma da obra inserido ao modelo Configuração espacial a cada etapa Ritmo de produção
5D	Integração do custo ao projeto Quantitativos e orçamentos Mão de obra e equipamentos
6D	Análises de energia de consumo Associado ao Green Building.
7D	Operação e manutenção da edificação Atende a norma de desempenho para edificações, a NBR 15.575-1: Edificações Habitacionais – Desempenho

Fonte: Elaborado pela autora, baseado em BRITO, 2017.

A figura 4 faz uma integração das atribuições dos LOD's com as dimensões dos modelos em BIM.

Figura 3 - LOD e Dimensões BIM



Fonte: Elaborado pela autora, adaptado de <https://www.cadeosys.com/>

2.2.3 BIM no Brasil e no Mundo

No Brasil saiu o decreto do Presidente da República, Nº 9.377 no dia 17 de maio de 2018 que institui a Estratégia Nacional de Disseminação do *Building Information Modelling* no Brasil - Estratégia BIM BR, que tenha a finalidade de promover um ambiente adequado ao investimento em BIM e sua difusão no País.

Os objetivos da Estratégia BIM BR são:

- Difundir o BIM e seus benefícios;
- coordenar a estruturação do setor público para a adoção do BIM;
- criar condições favoráveis para o investimento, público e privado, em BIM;
- estimular a capacitação em BIM;
- propor atos normativos que estabeleçam parâmetros para as compras e as contratações públicas com uso do BIM;
- desenvolver normas técnicas, guias e protocolos específicos para adoção do BIM; desenvolver a Plataforma e a Biblioteca Nacional BIM;
- estimular o desenvolvimento e aplicação de novas tecnologias relacionadas ao BIM;
- incentivar a concorrência no mercado por meio de padrões neutros de interoperabilidade BIM.

Existe também uma comissão especial de estudo voltada ao BIM, a ABNT/CEE-134 – Modelagem de Informação da Construção, deliberada em 2009. A comissão é composta de um grupo de trabalho que busca desenvolver e normatizar as técnicas BIM. (Catelani, Santos. 2017)

Catelani, Santos (2017), falam que no ano de 2010 foi criada ABNT NBR ISO 12006-2:2010 Construção de edificação — Organização de informação da construção - Parte 2: Estrutura para classificação de informação, essa norma define as diretrizes e a estrutura para a criação de sistemas de classificação das informações da Construção. Em 2012 foi desenvolvida a primeira norma técnica BIM Brasileira, a ABNT NBR 15965 - Sistema de Classificação da Informação da Construção. Essa norma regulamenta o sistema de classificação das informações e oferece à indústria da construção a possibilidade de padronização para o todo país

da nomenclatura utilizada nos seus processos. Em 2015 foi lançada a parte 7: Informação da construção.

Para Catelani e Santos (2017, p. 6):

As normas brasileiras em desenvolvimento pela ABNT/CEE-134 visam organizar aspectos chave para a adoção de BIM no país. A disponibilidade de um sistema de classificação de informações codificado padronizado, além de facilitar muito a implementação de vários usos de BIM, incluindo orçamentação, planejamento e suprimentos também significa a remoção de uma barreira para viabilização do trabalho colaborativo na indústria da construção civil brasileira.

Kassem (2016) expõe que os protocolos e padrões BIM começaram recentemente no Brasil e na França, e que já são quase completos na maioria dos países que este autor estudou.

O Quadro 3 mostra uma comparação da utilização do BIM na União Europeia e no Brasil. No quadro estão expostos oito componentes comuns da política do BIM. Foi empregando um código de quatro cores para representar o status de cada componente no ano de 2016. É possível perceber que no Brasil a infraestrutura tecnológica está bem desenvolvida, porém apenas iniciando no que se trata de estratégia, estrutura regulatória e em educação e aprendizagem.

Quadro 3 - Comparação do status dos componentes das políticas BIM através de seis países






		UK	FRANÇA	HOLANDA	FINLÂNDIA	NORUEGA	BRASIL
Componentes da Metodologia BIM	Estratégia, visão e metas						
	Normas, protocolos e guias						
	Condutores e líderes						
	Produtos normalizados						
	Estrutura regulatória						
	Medição e otimização						
	Educação e aprendizagem						
	Infraestrutura tecnológica						
CÓDIGOS	Não existe	Iniciada	Em desenvolvimento	Bem desenvolvido			


Fonte: Kassem,2016

2.2.4 Softwares e ferramentas do mercado

O Quadro 04 trás a relação dos softwares BIM existentes no mercado mundial e suas utilidades.

Quadro 4 - Programas BIM disponíveis no mercado

	
Revit Architecture Revit Structure Revit MEP Navisworks	<p>O Revit permite a modelação de arquitetura, de estruturas e de redes técnicas (sistemas mecânicos, elétricos e hidráulicos). No Revit, toda a informação do modelo é armazenada numa única base de dados. Assim, à medida que o projeto evolui, as alterações podem ser automaticamente coordenadas. Possui um sistema de detecção de colisões e incompatibilidades entre os elementos. Além disso, possibilita o cálculo automático e detalhado das quantidades e materiais, volume de espaços para análises energéticas e estimativas de custo. O Navisworks é vocacionado para a gestão de projetos. Permite que projetistas e profissionais da construção unam contribuições num modelo de informação único e sincronizado, ao possibilitar que membros da equipa compartilhem, combinem, revisem e aperfeiçoem modelos de projeto 3D.</p>
	
Archicad MEP Modeler EcoDesigner	<p>O Archicad é o <i>software</i> BIM de arquitetura há mais tempo no mercado e pode correr em plataforma Mac e Windows. Através do modelo de informação 3D, toda a informação necessária relativamente à conceção arquitetónica e estrutural – cortes e alçados, pormenores, listas de quantidades de materiais, imagens renderizadas, animações virtuais – podem ser obtidos. Permite, ainda, a modelação de redes técnicas e, na versão 16, a avaliação energética foi também incluída. O Archicad possui também soluções de colaboração entre os membros da equipa, designadas por “conceito <i>Teamwork</i>”.</p>
	
Architecture Structural Modeler Building Mechanical Systems Building Electrical Systems Facilities	<p>O Bentley Architecture encontra-se no mercado desde 2004. O sistema integra diversas ferramentas que permitem a modelação de arquitetura, de estruturas, de sistemas mecânicos e elétricos e, ainda, a gestão de edifícios. Todos os modelos podem ser desenvolvidos utilizando o desenho tradicional 2D ou o desenho avançado 3D, sendo as ferramentas e a interface a mesma em ambos os casos. Relativamente à interoperacionalidade, permite integrar numa única plataforma toda a informação do projeto que pode ser acessível através da rede da empresa ou através da Internet. Suporta os formatos mais <i>standard</i> como PDF, IFC, DGN, DWG e VRML.</p>
	
Structures	<p>O Tekla Structures permite a criação e gestão de modelos estruturais 3D altamente detalhados e precisos, para uma edificação eficaz, independentemente do material ou complexidade estrutural. Os modelos do Tekla podem ser utilizados em todo o processo de construção, design conceptual, fabricação, montagem e gestão de construção. Inclui configurações específicas para engenheiros estruturais, preparadores e projetistas de estruturas metálicas e betão <i>in situ</i> e pré-fabricado, fabricantes, e também empresas de construção e gestão de edifícios.</p>
	
Allplan Design2Cost	<p>A gama de produtos Allplan oferece uma escolha consistente em BIM no setor da construção. Um modelo BIM desenvolvido através do Allplan pode ser usado em diversos soluções Allplan que cobre, entre outros, betão, aço, estruturas pré-fabricadas assim como sistema AVAC e gestão. Permite, ainda, a obtenção automática das quantidades e, conseqüentemente, estimativas de custo e orçamentos.</p>

	
Office Constructor Estimator Control Cost Manager 5D Presenter	<p>O Vico Software é vocacionado para a gestão da construção, destinado ao estudo do BIM 4D e 5D. Permite receber, integrar e associar diversos modelos BIM. Por exemplo, o arquiteto pode contribuir com um modelo desenvolvido em Archicad; o engenheiro com o projeto de estruturas em Tekla; o engenheiro mecânico com um modelo em Revit MEP. Depois de interligados, são identificados e corrigidos os conflitos. De seguida, o Vico Office consegue extrair o mapa de quantidades de todos os elementos construtivos, sendo possível estimar os custos, possibilitando reconhecer quais as decisões que têm maior impacto no orçamento e no tempo. Possibilita, deste modo, métodos de planeamento e controlo de produção mais flexíveis, tais como a Linha de Balanço, em oposição à tradicional rede CPM e gráfico de Gantt.</p>

Fonte: Antunes,2013,13p

No Brasil existe também o software Sienge, ERP – Enterprise Resource Planning, que segundo o site do mesmo, o software é voltado para a Indústria da Construção. Com esse software é possível vincular as composições unitárias do banco de dados do SIENG, com elementos construtivos do modelo em BIM e exportar os quantitativos do modelo gerando automaticamente as planilhas de orçamento dentro do ERP.

O Quadro 5 apresenta os softwares 4D e 5D BIM, que são utilizados em vários países, que podem auxiliar na orçamentação.

Quadro 5 - Ferramentas de gestão BIM

Empresa	Produto	Descrição
Solibri	Model Checker	O Solibri traz arquivos BIM de todos os softwares compatíveis com IFC (Industry Foundation Classes) para um único ambiente, permitindo a visualização do projeto. Atua como um verificador ortográfico num processador de texto, mas em vez de palavras, ele analisa os componentes de construção dos modelos BIM. Revela potenciais erros e incompatibilidades no projeto e verifica se o modelo está em conformidade com os códigos da construção e as melhores práticas da organização.
Gehry Technologies	Digital Project	É uma ferramenta vocacionada para o planejamento e gestão da construção. Permite associar os diversos elementos do modelo às atividades da construção provenientes do Primavera ou Microsoft Project e gerar uma simulação 4D (Eastman, et al, 2011).
Bentley	Project Wise Navigator V8i	Esta aplicação permite visualizar e navegar virtualmente no projeto. Além disso, permite a análise do projeto no sentido de detectar e resolver conflitos e ainda gerar simulações e análise 4D, tais como a sequência temporal das atividades da construção. Permite ainda adicionar notas e comentários a pormenores de projeto e criar imagens renderizadas foto-realistas (Bentley, 2013).
Innovaya	Visual Simulation	Este software é dedicado à análise do planejamento do tempo (4D) e ao controle dos custos (5D). Permite otimizar e simular a sequência das tarefas da construção. Por outro lado, consegue extrair e gerar as quantidades de modelos provenientes do Revit e Tekla Structure de modo a ser possível estimar os custos com precisão e rapidez (Innovaya, 2013).
Synchro Ltd	Synchro Professional	É uma ferramenta disponível desde 2007 e é uma das mais sofisticadas na análise da calendarização e potencialidades 4D. É vocacionado para empresas de construção civil e fornece ferramentas de apoio de planejamento, programação e gestão em variados tipos de trabalhos, tais como edifícios habitacionais, estradas, pontes, etc. (Synchro, 2013).

Fonte: Antunes, 2013,p.58

O Quadro 6 compara as ferramentas e softwares mais utilizados pelas empresas de Engenharia no Brasil, é possível ver quais são seus usos, se tem a possibilidade de *Clash Detection* (interferências de compatibilização), banco de dados e se tem link com algum sistema de gestão. Este quadro pode auxiliar na tomada de decisão de qual software usar de acordo com a necessidade do construtor ou do cliente.

Quadro 6 – Ferramentas e Softwares BIM

PLATAFORMA	MODELADOR	CLASH DETECTION				QTO	LINK BANCO DE DADOS	LINK SISTEMAS DE GESTÃO	SITE
		Int. Fortes	Int. Fracasa	Int. Normativa	Int. Tempos e Movimentos				
ASSEMBLE						X	X	ORACLE PRIMAVERA	assembleystems.com
SOLIBRI MODEL CHECKER		X	X	X		X			www.solibri.com
VICO OFFICE						X	X		gc.trimble.com
NAVISWORKS		X			X	X			www.autodesk.com
PRIMUS IFC						X	X		www.accasoftware.com
REVIT	X					X			www.autodesk.com
ARCHICAD	X					X			www.graphisoft.com

2.2.5 BIM 5D na Construção Civil

[O Alcance do] BIM 5D requer que os custos do projeto sejam integrados ao modelo de construção 3D da edificação tornando possível transmitir e rastrear os custos do projeto em cada uma das etapas da construção. [...] Com a evolução do modelo, a orçamentação pode ser aprimorada com um nível ampliado de detalhes e pode-se levantar os custos estimados de diferentes alternativas de projeto em qualquer estágio das suas fases. Os dados de custos extraídos do modelo 5D podem também ser utilizados para o acompanhamento do desempenho financeiro do projeto durante a real etapa de construção. (KYMMELL apud DANG e TARAR, 2012, p. 16, tradução nossa).²

Resumidamente, o BIM 5D consiste em é acrescentar ao modelo 3D informações sobre tempo e custos em um software que permita analisar e identificar a solução mais viável economicamente para o empreendimento.(Figura 5).

² 5D BIM requires project cost to be integrated with the 3D model of the building making it possible to forecast and track the project cost throughout all the phases of construction. [...]With the evolvement of the model, cost estimation can be enhanced with the increased level of model detail and the cost implementations of different design alternatives can be estimated at any stage of design phase. The cost data extracted from the 5D model can also be utilized to measure the financial performance of the project during the actual construction phase.

Figura 4 - BIM 5D



Fonte: Barbosa,2014

A metodologia BIM permite a extração automática das listas de matérias e quantidades detalhadas. Todas as ferramentas BIM possuem capacidades para extrair quantitativos de elementos, de áreas e volume, de espaços, de materiais, e descrever estes em qualquer fase ou estado do projeto. Estas quantidades são mais do que adequadas para produzir estimativas de custo aproximadas (ANTUNES, 2013, p. 44).

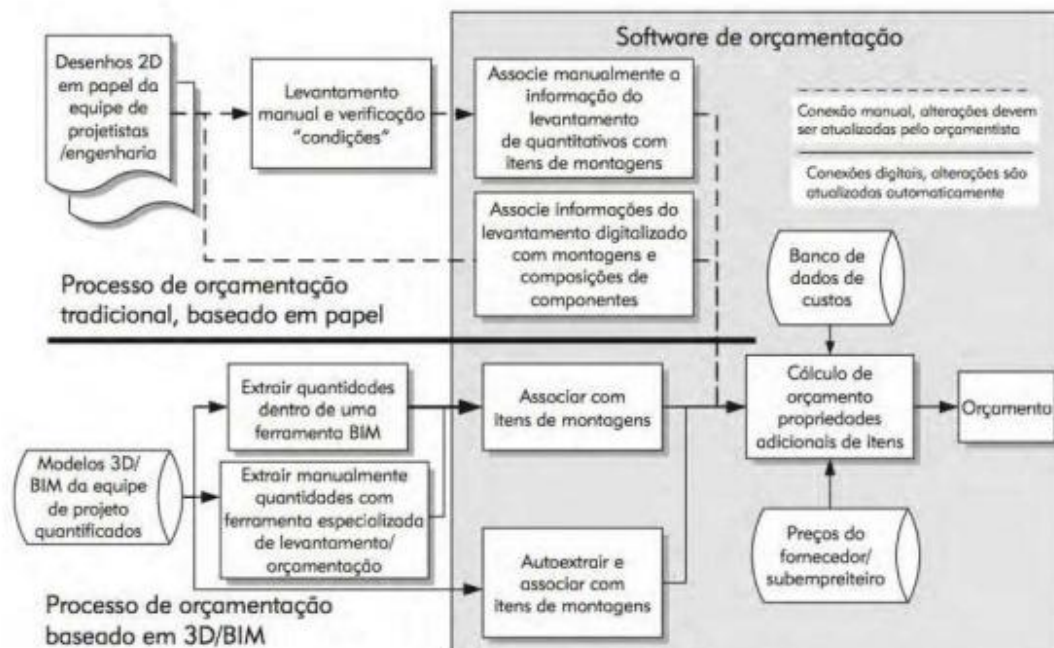
Conforme Mills (2015) e Anderle (2017), o modelo BIM 5D produz estimativas de custos precisas a partir de componentes de informações do modelo vindas do 4D, ou seja, a modelagem BIM 5D consiste na adição dos custos à modelagem 4D. Isso se faz com a adição de um cronograma físico-financeiro às formas geométricas que são parametrizadas em software compatível com a metodologia BIM.

Antunes (2013) evidencia que não é interessante esperar até o final da execução do projeto para se desenvolver uma estimativa dos custos, pois se o projeto exceder o orçamento depois da execução finalizada existe apenas duas opções possíveis: cancelar a obra ou procurar alternativas de modo a cortar custos e, possivelmente, retirar qualidade ao mesmo.

Conforme Mills (2015) e Anderle (2017), o modelo BIM 5D produz estimativas de custos precisas a partir de componentes de informações do modelo vindas do 4D, ou seja, a modelagem BIM 5D consiste na adição dos custos à modelagem 4D. Isso se faz com a adição de um cronograma físico-financeiro às formas geométricas que são parametrizadas em software compatível com a metodologia BIM.

Eastman *et al.* (2014) faz uma comparação entre o processo de orçamento tradicional e o baseado no BIM (figura 6).

Figura 5 - Comparação entre processo de orçamentação tradicional e baseado em BIM



Fonte: Eastman *et al.*, 2014, p.220

FERREIRA(2015), diz que para que uma análise 5D seja possível, é indispensável que o modelo tridimensional cumpra os determinados requisitos de desenvolvimento.

Monteiro e Martins (2013, *apud* BAGNO; ARANTES, 2016, p. 4.663) enfatiza que "A tecnologia BIM disponível atualmente não permite uma análise orçamentária completa diretamente do software de modelagem".

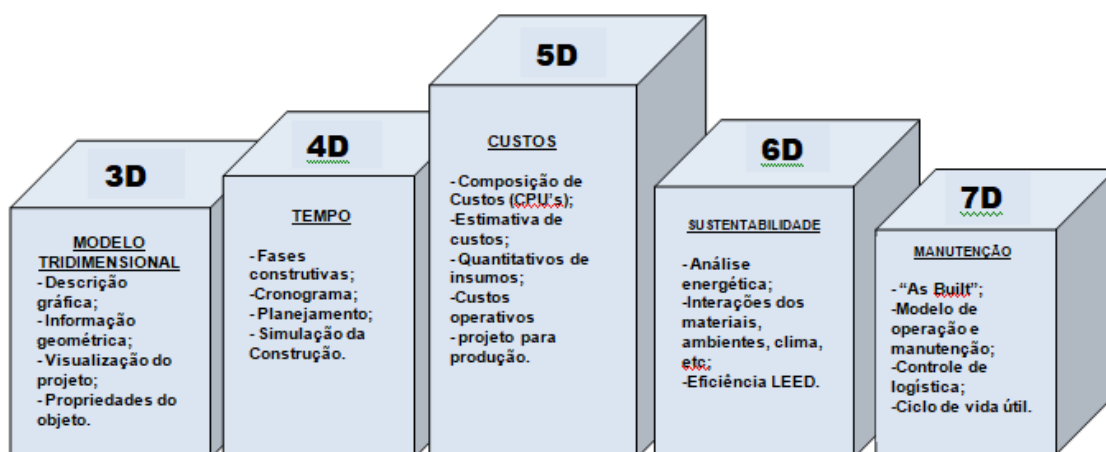
Antunes (2013) cita que orçamentistas têm duas opções para o seu processo de estimativa de custos, que são:

- **Exportar as quantidades de materiais do BIM para software de estimativa:** Podem-se exportar listas de quantidades para planilhas de Microsoft Excel. A extração das quantidades do BIM para o Excel é geralmente suficiente para desenvolver o orçamento.
- **Ligar a ferramenta BIM diretamente ao software de estimativa:** é possível ligar o BIM a uma ferramenta de estimativa de custos através de um plug-in ou de software adicional. Associando diretamente componentes do BIM a informação necessária para a estimativa de

custo, tais como base de dados que englobam o custo do material, da mão de obra, dos equipamentos, da instalação e montagem. É possível associar a cada elemento gráfico do modelo a estimativa do seu custo. Isto é muito útil, pois permite facilmente encontrar elementos do projeto que não têm associado o seu custo estimado. Esta abordagem resulta muito bem quando se tem um modelo de informação detalhado. A integração e colaboração dos intervenientes desde o início do projeto é a chave para o uso eficaz da tecnologia BIM.

Segundo Hamed (2017), na fase do BIM 5D é possível obter do modelo as composições de custos, a estimativa dos custos, os quantitativos dos insumos, os custos de operação e nessa fase o projeto está pronto para a produção. Como pode ser visto na figura 7.

Figura 6 - Comparação das Dimensões BIM



Fonte: Hamed, 2015

2.2.6 Dificuldades de uso do BIM 5D

O BIM 5D ainda é pouco usado no Brasil e no mundo. Um estudo feito pela PennStateUniversity(2010) classificou a frequência dos usos BIM nas empresas Americanas de AEC. Seus resultados apontam que o uso da metodologia BIM para Estimativa de custos (5D) apareceu em apenas 25% das empresas ficando em 14º lugar no ranking de frequência de uso, conforme mencionado por Kreider, Messner e Dubler, 2010.

Alguns autores citam problemas recorrentes do uso da metodologia 5D:

- Times com grande experiência são fundamentais para a maximização de benefícios com a implementação do BIM, quando aplicado em times com baixas experiências resultados negativos foram observados. (Eisenmann e Park, 2012)
- Estimativas confiáveis devem ser baseadas em modelos com níveis de desenvolvimento compatíveis com a precisão requerida. (Choi, 2015)
- Falta de normalização sobre como objetos BIM se relacionam com bancos de dados de estimativa de custos, pode gerar problemas de sincronia entre diferentes plataformas dificultando a produção de relatórios precisos. (Kraus et al, 2007)
- Sistemas de classificação utilizados (Omniclass, Unifomat, NBR 15965) afetam os processos de trabalho do engenheiro de custos. (Smith, 2015)
- O LOD deve ser claramente entendido pelo engenheiro de custos para assegurar que o nível de precisão do orçamento está de acordo com o modelo. (Smith, 2015)
- O Engenheiro de custos deve garantir que os métodos automatizados de estimativas de quantitativos estejam alinhados com as metodologias requeridas em cada localidade. (Smith, 2015)
- Em casos de modelos desenvolvidos por diversas partes, a primeira tarefa do engenheiro de custos é verificar o modelo quanto à precisão dos quantitativos e quanto à riqueza de informações. Diversas falhas em estimativas foram reportadas pela falta de informações adequadas. (Smith, 2015)
- O *Clash detection* apresenta limitações para checar todas as informações que são relevantes para uma orçamentação 5D eficiente. (SMITH, 2014).

3. MÉTODO DE PESQUISA

3.1 IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA

Realizou-se uma pesquisa exploratória sobre a utilização do BIM 5D por meio de um questionário eletrônico, destinado a empresas e a profissionais da área de orçamento na Construção Civil, visando uma estimativa do cenário de uso do BIM no Brasil no processo de orçamento da obra.

3.2 PERCEPÇÃO DO PROBLEMA

Avaliou-se o uso da metodologia BIM. Questionou-se se ela era usada como auxílio para orçamentação, perguntou-se quais eram as dificuldades de implantação e quais eram as vantagens de se usar um software BIM para fornecer o orçamento.

3.3 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

As perguntas escolhidas para o questionário tinham formato de múltipla escolha e pergunta aberta para a última questão. O formulário foi divulgado via redes sociais (como *LinkedIn*) e diretamente para emails de empresas e profissionais da área de orçamento na Construção Civil com objetivo de obter respostas suficientes para análise.

As perguntas foram: “Qual o nome da empresa?”, “Sua empresa utiliza/já utilizou BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)?”, “Se não, qual o motivo?”, “Se sim, utiliza o BIM 5D para orçamentação?”, “Qual Software é usado para o BIM 5D?”, “Teve alguma dificuldades em implementar?”, “Você julga o uso do BIM necessário e vantajoso? Porquê?”.

Foram enviados 100 formulários para empresas e profissionais autônomos e obteve-se 18 respostas.

3.4 AVALIAÇÃO DAS RESPOSTAS

Como resultado, observou-se que apenas 05 respondentes utilizam ou já utilizaram a metodologia BIM em qualquer fase do ciclo de vida do empreendimento, e apenas 03 a utilizam para orçamentação.

Dos respondentes, 13 empresas/profissionais nunca utilizaram o BIM em seus trabalhos. As principais dificuldades apontadas são custo de implantação (para 4 respondentes), dúvidas quanto aos benefícios do BIM 5D (para 1 respondente), desconhecimento sobre o assunto (para 7 respondentes) e falta de interesse (para 1 respondente).

Cinco (05) respondentes já utilizaram o BIM em qualquer etapa do ciclo de vida do empreendimento. Um (1) respondente não utilizara o BIM, mas tentou implementá-lo sem sucesso em alguma etapa do ciclo de vida do empreendimento.

Os seis (6) respondentes que já utilizaram o BIM ou tentaram utilizá-lo foram questionados sobre as dificuldades de implementação. 03 relatam que tiveram dificuldade em achar profissionais especializados para o trabalho, 02 relatam custo de implantação da metodologia (01 utilizador e 01 não utilizador) e 01 profissional relata que não teve problemas em implantar. Dos cinco utilizadores, 03 utilizaram o software Navisworks® para orçamentação, 01 utilizou o software da SIENGE® e 01 utilizou o software da Vico Software.

Foi perguntado a todos os respondentes se eles julgam necessário e vantajoso o uso do BIM. Obteve-se 12 respostas. Todas julgam positiva e vantajosa a implantação da metodologia BIM por acreditarem ser mais ágil, eficiente, por minimizar as divergências entre projetos e execução de obra, ou por eliminar o “trabalho operacional” do engenheiro ou por facilitar a integração de todas as etapas do processo construtivo.

3.5 IDENTIFICAÇÃO DOS RESPONDENTES

A amostragem das respostas foi heterogênea, pois as respostas foram obtidas de empresas e profissionais de Engenharia Civil que trabalham nas mais diversas áreas de engenharia, como construtoras, empresa de orçamento e planejamento, empresa de locação de equipamentos para engenharia civil, empresa

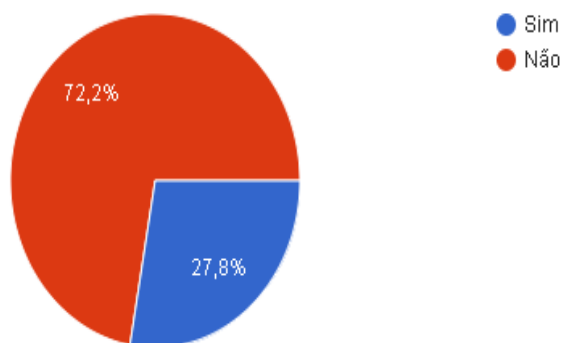
de reformas, empresa de modelagem, prefeitura de cidades de Minas Gerais e profissionais autônomos.

4. RESULTADOS

Foi proposto inicialmente a análise do BIM 5D no Brasil, porém a amostragem das respostas refletem um cenário geral da metodologia BIM e do BIM 5D em Minas Gerais.

Entre os pesquisados é possível perceber que apenas 27,8% dos que responderam utilizou ou utiliza o BIM em qualquer fase do ciclo de vida do empreendimento (Figura 08). Isso reflete que a metodologia ainda é usada de forma restrita pelas empresas de Engenharia Civil.

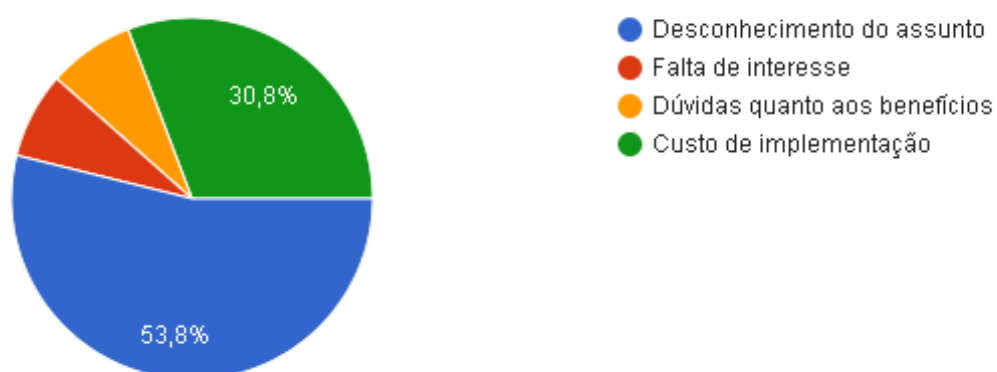
Figura 7 - Pergunta "Sua empresa utiliza/já utilizou BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)?"



Fonte: Elaborada pela autora.2018

Foi possível verificar que o maior motivo para que a metodologia BIM não seja implantada é o desconhecimento sobre o assunto (Figura 09). Mesmo com o incentivo da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) e o Serviço Nacional da Indústria (SENAI) para disseminar o uso do BIM no Brasil (CBIC,2018), ainda há profissionais que não sentem a necessidade de buscar informações sobre o BIM.

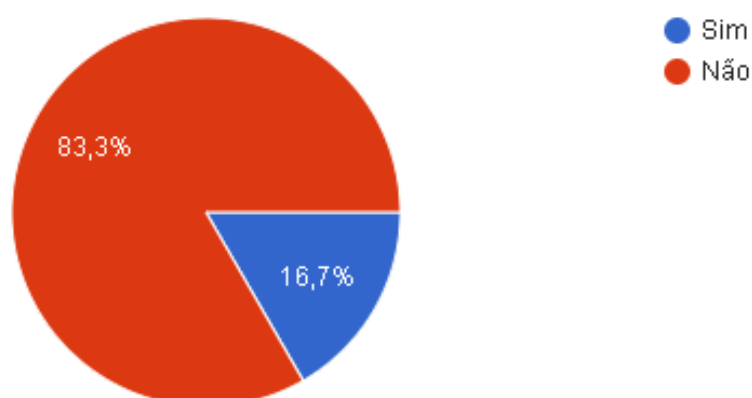
Figura 8 - Pergunta sobre qual motivo de não utilizar o BIM



Fonte: Elaborada pela autora. 2018

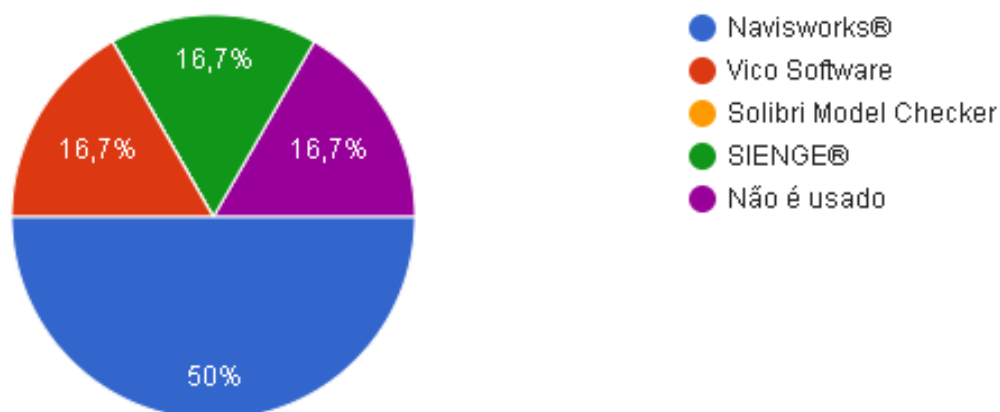
Quando a pergunta foi relacionada ao uso BIM para orçamentação, as respostas foram na sua maioria negativas, apenas 16,7% dos respondentes disseram que utilizam para orçamento (Figura 10). E todas as empresas que utilizam ou utilizou a metodologia BIM para orçamento empregaram o software Navisworks® para o processo (Figura 11).

Figura 9 - Pergunta "utiliza o BIM 5D para orçamentação?"



Fonte: Elaborada pela autora.2018

Figura 10 - Pergunta "Qual Software é usado para o BIM 5D?"

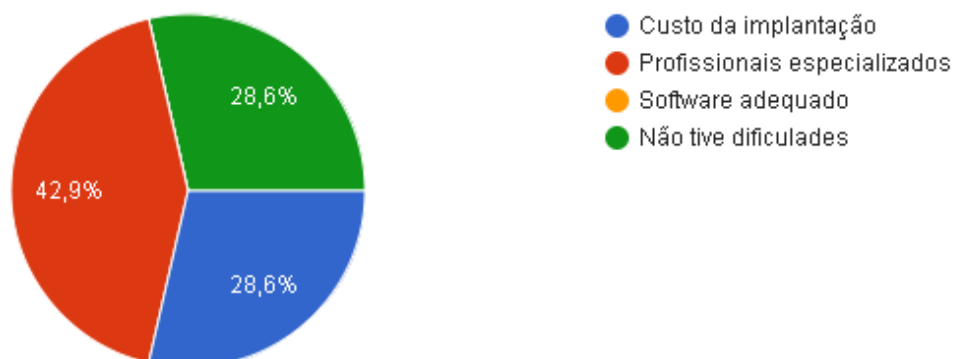


Fonte:Elaborada pela autora.2018

Na figura 11 é possível perceber que outros softwares também já foram utilizados para orçamentação, como o Vico Software, Solibri Model Checker e o software da SIENGE®, porém o uso dos softwares não foi efetivo pelas empresas, pois as mesmas tiveram dificuldades de implementar. E 42,9% das respostas atribuem a dificuldade de implementar a metodologia BIM 5D à escassez de profissionais especializados (Figura 12). Essa escassez revela uma lacuna no aprendizado das novas metodologias disponíveis no mercado pelos profissionais da Construção Civil.

Smith (2015) diz que "a educação e o treinamento exigem tempo e custos substanciais das empresas", a falta de incentivo das empresas pode ser um dos motivos da escassez de profissionais. Estudos podem verificar se esta hipótese se confirma.

Figura 11 - Pergunta "Teve alguma dificuldade em implementar [o BIM 5D]?"



Fonte: Elaborada pela autora.2018

O custo de implantação não foi a maior preocupação das empresas e profissionais que responderam a pesquisa. Esse fato pode se dar pela relação custo/benefício da aplicação da metodologia BIM 5D. Como é visto na figura 9, apenas uma pequena parcela (7,7%) das empresas/profissionais que responderam o questionário desconhecem os benefícios, logo entre os respondentes é difundido o conhecimento sobre as vantagens da metodologia BIM.

Na pergunta "Você julga o uso do BIM necessário e vantajoso? Porquê?", todas as respostas giram sobre a perspectiva positiva das vantagens e da necessidade de se usar o BIM em todo processo do ciclo de vida do empreendimento, conforme respostas expostas no quadro 7. Porém, mesmo com reconhecimento das vantagens e da percepção positiva exposta sobre a metodologia, ainda são minoria as empresas e profissionais que buscam as ferramentas BIM para impulsionar seus projetos e empreendimentos.

Quadro 7 - Pergunta "Você julga o uso do BIM necessário e vantajoso? Porquê?"

Você julga o uso do BIM necessário e vantajoso? Porquê?
"Sim. Pois consegue minimizar varias divergências nos projeto que as vezes não são percebidas no momento da compatibilização e que aparecem somente no momento da execução na obra. Além da agilidade e ganho com os quantitativos de projetos." (Respondente 1)
"Agilidade e eficiência" (Respondente 2)
"Sim. Precisão e redução de tempo." (Respondente 3)
"Sim, com ele nos evitamos diversas ocorrências de obra, e obtemos um custo mais Real da construção" (Respondente 4).
"Sim, acho vantajoso, pois seu uso pode racionalizar o processo produtivo, ser mais assertivo nos prazos de entrega, prever interferências e problemas de projetos, melhor monitoramento do empreendimento de uma forma geral." (Respondente 5)
"Yes, I need to increase the volume of business to implement the program" (Respondente 6)
"Sim, pois elimina o trabalho operacional do engenheiro." (Respondente 7)
"Sim! Evitar problemas com compatibilização de projetos ineficazes, evitar desperdícios de materiais, promover agilidade de entrega de tarefas: orçamento, planejamento por exemplo." (Respondente 8)
"Sim, pois é um software que tem demonstrado contribuir positivamente nos resultados de várias empresas" (Respondente 9).
"Sim, o BIM é uma ferramenta valiosa para planejar, gerenciar e compatibilizar projetos. Ele facilita a integração de todos os processos e etapas do processo construtivo. Infelizmente, por uma questão cultural, o Brasil não possui hábito de planejar e projetar suas obras com antecedência. O custo com o BIM (ou outras ferramentas de igual importância) não é algo fácil de ser absorvido pelas construtoras." (Respondente 10)
"É a ferramenta do futuro, todas as empresas inevitavelmente vão trabalhar com BIM." (Respondente 11)
"Acredito ser necessário, vantajoso e em um futuro próximo obrigatório." (Respondente 12)

5. CONCLUSÃO

Através da pesquisa exploratória presente nesse trabalho foi possível exemplificar o cenário atual do BIM 5D entre algumas empresas e alguns profissionais. Ficou evidenciado que o uso da metodologia ainda é restrito. Poucas empresas estão empregando o BIM seja para orçamentação como para qualquer outra fase do ciclo de vida do projeto, o que expõe a hipótese apresentada no início deste trabalho, de que o BIM 5D ainda é utilizado de forma restrita em relação às potencialidades prometidas pela metodologia BIM.

Apesar das vantagens da metodologia BIM para auxiliar no orçamento serem amplamente reconhecidas uma das dificuldades de implantação, que se obteve nas respostas do questionário, foram atribuídas à falta de profissionais especializados no assunto.

Através do referencial teórico é possível esclarecer que não existe ainda a possibilidade de se fazer um orçamento automático com os softwares BIM disponíveis no mercado. Assim sendo, a modelagem para este objetivo deve ser capaz de exportar as quantidades para serem tratadas antes de exportadas para outro software.

O Governo Brasileiro tem investido em incentivos ao uso do BIM e já existe a norma brasileira NBR15965/12 - Sistema de Classificação da Informação da Construção. Com isso, acredita-se que haverá crescimento da busca por informação, implantação e profissionalização por parte dos profissionais e empresas da AEC.

Como foi demonstrado nesse trabalho, a utilização do BIM 5D é restrita entre as empresas e profissionais pesquisados. Vale destacar a necessidade da criação de manuais especializados na metodologia 5D para auxiliar as empresas e os profissionais que queriam se especializar no assunto.

REFERENCIAS

ANTUNES, João Manuel Pimentel. **Interoperacionalidade em Sistemas de Informação**. 2013.136f. Tese de Mestrado Ciclo de Estudos Integrados Conducentes ao Grau de Mestre em Engenharia Civil - Universidade do Minho - Escola de Engenharia, Braga, Portugal.

ANTUNES, Bárbara Wermuth. **Orçamento na Construção Civil com a Utilização da Tecnologia Bim**.2017. 63f.Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Engenharia Civil - Universidade Federal De Santa Maria, Santa Maria-RS.

AIA. The American Institute of Architects. **Document E202 - Building Information Modeling Protocol Exhibit**.2008

ANDERLE, Eduardo Antônio. **Análise do processo de modelagem 5D (BIM): Estudo de caso de uma residência unifamiliar**. 2017,119p-Trabalho de Conclusão de Curso Graduação em Engenharia Civil - Universidade Federal De Santa Catarina, Florianópolis,2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS .**CEE-134 – Modelagem de Informação da Construção**. Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15965:Sistema de Classificação da Informação da Construção** . Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 12006-2:2010 Construção de edificação — Organização de informação da construção - Parte 2**. Rio de Janeiro, 2010.

AUTODESK - **BIM and Cost Estimating**. 2007. Disponível em: <http://images.autodesk.com/apac_grtrchina_main/files/aec_customer_story_en_v9.pdf>.Acessado em: julho 2018

BADRA, P. A. L. **Guia prático de orçamento de obras: do escalímetro ao BIM**. 1. ed.São Paulo: PINI, 2012. 266p.

BAGNO, Rodrigo, ARANTES, Eduardo. **BIM no Processo de Orçamentação de um Empreendimento Residencial**.2016.XVI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. São Paulo.

BAIA, Denize Valéria Santos. **Uso de Ferramentas BIM para o Planejamento de Obras da Construção Civil**.2015,117p. Dissertação de Mestrado em Estruturas e construção Civil. Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

BARBOSA, Ana Claudia Monteiro. **A Metodologia BIM 4D e BIM 5D aplicada a um caso prático Construção de uma ETAR na Argélia**. 2014.180p.Relatório de Estágio para obtenção de Grau de Mestre em Engenharia Civil, Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto, 2014.

BENTLEY. Disponível em:<<https://www.bentley.com/pt/products/product-line/modeling-and-visualization-software/microstation/>>.Acessado em: julho 2018

CATELANI, Wilton Silva, SANTOS, Eduardo Toledo. **Normas brasileiras sobre BIM**.2017. Disponível em:<<http://www.makebim.com/wp-content/uploads/2017/05/NORMAS-BIM-BRASIL.pdf>>. Acessado em: julho 2018

CBIC. Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras**. 2016.Brasília.

CHOI, Jungsik; KIM, Hansaem ; KIM, Inham. **Open BIM-based quantity take-off system for schematic estimation of building frame in early design stage**. 2015. 16f. Journal of Computation and Engineering Design. Science Direct.

COELHO, Ronaldo Sérgio de Araújo. **Orçamento de obras prediais**. São Luis:Uema, 2001. 206 p.

DANG, Dung Thi Phuong, TARAR, Moiz. **Impact of 4D Modeling on Construction Planning Process**.2012, 58p.

DECRETO Nº 9.377, DE 17 DE MAIO DE 2018 - Publicação Original - Portal Câmara dos Deputados.2018

DIAS, P. R. V. **Engenharia de custos: uma metodologia de orçamentação para obras civis**. 9 ed. Rio de Janeiro: Sindicato dos editores de livros, 2011. 219p.

EASTMAN, C. et al. **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. 2008. Tradução Cervantes Gonçalves Ayres Filho et al. Porto Alegre: Bookman Editora, 2014. 483p.

EISENMANN, S. & PARK, B. (2012) **Building Information Modeling's Impact on Team Performance**. In: **International Proceedings of the 48rd Annual ASC Conference**, 11-14th April 2012.Birmingham, UK. ASC.

FERREIRA, B. M. L. **Desenvolvimento de metodologias BIM de apoio aos trabalhos construtivos de medição e orçamentação**. 2015, 68f. Dissertação – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2015.

GRAPHISOFT. **Graphisoft BIM Server**. Disponível em:<<http://www.graphisoft.com/products/archicad/ac15/teamwork.html>>. Acesso em: 8/12/2012.

HAMED, Luciano. **BIM do 3D ao 7D**. 2017. Disponível em:<<https://hashtagbim.wordpress.com/2015/10/12/bim-do-3d-ao-7d/>>. Acessado em: julho 2018

INNOVAYA. Disponível em:<<http://www.innovaya.com/>>. Acessado em: julho 2018

KASSEM,Mohamad. **Estratégia para a difusão do BIM no Brasil**.2016. Disponível em:<<http://www.makebim.com/2016/09/03/mohamad-kassem-estrategia-para-a-difusao-do-bim-no-brasil/>>.Acessado em: 27 de junho 2018

KRAUS, W. E., WATT, S. & Larson, P. D. (2007) **Challenges in Estimating Costs Using Building Information Modeling**. AACE International Transactions, 01.1-01.3.

KREIDER, Ralph; MESSNER, John; DUBLER, Craig. **Determining The Frequency and Impact of Applying BIM For Different Purposes on Projects**. 2010. University Park

LAFIETE. Disponível em: <www.lafaelocacao.com.br>. Acessado em: julho 2018

LIMMER, C. V. **Planejamento, orçamentação e controle de projetos e obras**. Rio de Janeiro: LCT, 1997.

MANZIONE, L. **Proposição de uma estrutura conceitual de gestão do processo de projeto colaborativo com o uso do BIM**. 2013. 324 f. Tese de Doutorado - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

MATTOS, A. D. **BIM 3D, 4D, 5D e 6D**. 2014. Blogs PINIweb. Disponível em: <<http://blogs.pini.com.br/posts/Engenharia-custos/bim-3d-4d-5d-e-6d-335300-1.aspx>>. Acesso em: 24 julho 2017.

MATTOS, A. D. **Como preparar orçamentos de obras: dicas para orçamentistas, estudos de caso, exemplos**. 1. ed. São Paulo: PINI, 2006. 281p.

MIKASA ENGENHARIA. Disponível em: <<http://cnpj.info/MIKASA-ENGENHARIA-LTDA-ME/rJrL/>>. Acessado em: julho 2018

MILLS, Fred. **What is 5D BIM and how can it help Cost Managers add value on building information modelling (BIM) projects?** .2015. Disponível em: <<https://www.theb1m.com/video/what-is-5d-bim> - 16 September 2015>. Acessado em: julho 2018

MOREIRA et al. **BIM 5D - Apresentação de trabalho - Disciplina de Mestrado em Tecnologia da Construção - Modelagem da Informação da Construção (BIM)**. UFMG. 2018

PENNSYLVANIA UNIVERSITY. PENNST A T E : **BIM Execution Planning Guide**. 2010. 127 p.

SIENGE. Disponível em: <<https://www.sienge.com.br/blog/plataforma-bim/>>. Acessado em: julho 2018

SMITH, P. **BIM & the 5D Project cost manager**. Procedia – Social and Behavioral Sciences, Dubrovnik, v. 199, p. 475-784, mar. 2014.

SMITH, Peter. **Project Cost Management with 5D BIM**. 29th World Congress International Project Management Association (IPMA). 2015.

SOLIBRI. Disponível em: <<https://www.solibri.com/products/solibri-model-checker/>>. Acessado em: julho 2018

SYNCHRO. Disponível em: <<https://www.synchroltd.com/>>. Acessado em: julho 2018

TISAKA, M. **Orçamento na construção civil**. 1. ed. São Paulo: PINI, 2006. 367p

TISAKA, M. **Como Evitar Prejuízos Em Obras de Construção Civil: Construction Claim**, 1 ed. São Paulo: PINI, 2011. 278p

Vico, Software - **Vico Software Introduces Vico Office R3**. 2015. Disponível em <<https://gc.trimble.com/product-categories/bim-solutions>>. Acessado em: julho 2018