

ORÇAMENTO DE OBRAS COM FERRAMENTA BIM:

Estudo de caso para Galpão Industrial

Ricardo Venicio Martins ^{1*}

Prof. Me. Laisa Cristina Carvalho. Orientador

RESUMO

Na construção civil, a eficiência do orçamento se faz essencial para o sucesso da empresa em seus empreendimentos, tornando-se mais evidente quando necessitamos realizar obras de maior dimensão e em curto prazo de execução. Assim, o presente trabalho se propõe a comparar os diferentes métodos de levantamento de quantitativos e custos, com base em um estudo de caso realizado com um projeto de uma edificação industrial. Os totais dos serviços estudados foram determinados pela metodologia tradicional com projetos 2D fornecidos e a partir da tecnologia BIM (Building Information Modeling), com a modelagem 3D realizada pela mesma empresa. Desse modo, diante das divergências entre os resultados obtidos, constatou-se a maior precisão e agilidade proporcionadas pela tecnologia BIM, quando comparadas com os métodos tradicionais, cujas limitações tecnológicas e conceituais podem ocasionar um orçamento incompleto e insuficiente para garantir o sucesso da obra.

Palavras-chave: BIM. Orçamento. Galpão

ABSTRACT

In Civil Construction, budget efficiency is essential for the company's success in its ventures, becoming more evident when we need to carry out larger works and in a short period of execution. Thus, the present work proposes to compare between the different methods of surveying quantities and costs, based on a case study carried out with an industrial building project. The totals of the services studied were determined by the traditional methodology with 2D designs provided and using BIM (Building Information Modeling) technology, with 3D modeling performed by the same company. Thus, in view of the divergences between the results obtained, it was found the greater precision and agility provided by BIM technology, when compared with traditional methods, whose technological and conceptual limitations may cause an incomplete and insufficient budget to guarantee the success of the work.

1 INTRODUÇÃO

Em projetos industriais, onde há edificações de grande porte e principalmente a necessidade de garantir a entrega da obra em prazos cada vez menores, a utilização de tecnologia de projetos e planejamento são estratégicos para o sucesso de uma construtora.

É frequente observar que as construtoras, grandes ou pequenas, em algum momento têm problemas com orçamento de construção civil. Os motivos variam desde a falta de organização gerencial até falta de infra-estrutura para essa tarefa. De qualquer forma, construtoras ou empreiteiras já sofreram com o estouro de orçamento. Outros problemas comuns são a falta de material, atrasos na entrega, custo de materiais elevados por falta de negociação, entre outros.

O empreendimento será definido nos projetos de engenharia, no orçamento e no cronograma físico-financeiro que irão permitir o planejamento e a estruturação da base contratual com o cliente.

Desde os anos de 1990, no Brasil, a indústria relacionada à arquitetura, engenharia e construção (AEC) de edificações, que utilizava projetos baseados em desenho manual em papel começa a utilizar a tecnologia para projetar desenvolvida e auxiliada por computador (em inglês, *Computer Aided Design - CAD*) como a principal ferramenta para geração e formatação de documentação técnica destas edificações. Esta forma de desenhar e detalhar os projetos em 2D ou 3D agilizou o processo de gerar a documentação que é previamente aprovada e, em seguida, é gerado um orçamento consolidado. Esta forma de projetar e orçar ainda se faz na grande maioria das construtoras do mercado de construção civil.

Nos últimos anos, a introdução no nosso país da nova tecnologia de Modelagem da Informação da Construção (em inglês, BIM - *Building Information Modeling*) permite a prototipagem e a obtenção da construção virtual destas edificações e, através da parametrização de cada elemento gráfico a ser desenhado no projeto, tem-se cada insumo representado integralmente nas suas características técnicas e dimensionais resultando o detalhamento, a especificação e a quantificação de todos os materiais da obra.

Quando se realiza um projeto em 2D ou 3D convencional tem-se somente desenhos contendo informações relacionadas com sua forma geométrica explícita no desenho. E, quando desenvolvemos o projeto no ambiente BIM tem-se, a cada linha, elemento ou

componente do desenho um conjunto de informações que permitem a integração entre todas as disciplinas de projeto.

Esta integração permite eliminar possíveis interferências e erros de execução durante a obra. Também, permite atrelar ao modelo 3D digital informações referentes à sequência de produção ou fabricação. Estes dados podem ser integrados a um cronograma de obra e, com isso, gerar previsões de demanda de material e mão de obra.

Com este enfoque, portanto, ao finalizar um projeto utilizando os devidos elementos e componentes definidos em projeto BIM, poderá ser gerada uma lista detalhada e precisa dos materiais e conseqüentemente um orçamento com mais precisão e confiabilidade. Isto, traduz-se em maior produtividade no processo da construção e a garantia dos resultados previstos.

Conforme obras similares, vivenciadas pelo autor, os orçamentos de obras estruturados utilizando documentação técnica (projetos) em tecnologia CAD-2D e/ou 3D, observam-se diversas ocorrências que não favorece ao controle efetivo da obra, tais como: a quantificação incorreta de insumos e, a identificação de interferência entre projetos de disciplinas diferentes, que quando são ajustados somente durante a obra geram alteração de insumos e conseqüente impacto financeiro, atrasos no cronograma e potencial perda de credibilidade da construtora perante o cliente .

Temos observado que há uma grande dificuldade para as empresas realizarem a imigração para esta nova tecnologia de concepção de projetos e orçamentos.

Este trabalho tem como objetivo quantificar e identificar as vantagens financeiras contextualizadas na execução de obra de edificação para Centros de Distribuição-CD's. Está sendo considerada uma obra executada na cidade de Extrema/MG.

2 O BIM APLICADO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Segundo Eastman et al. (2008, p. 13), BIM é uma tecnologia de modelagem e processos associados para produzir, comunicar e analisar edifícios. A ideia que sustenta o uso de BIM na indústria de AEC (arquitetura, engenharia e construção) está fundamentada no conceito de interoperabilidade e na colaboração entre os diversos profissionais. Desta forma, o projeto colaborativo em AEC suportado pelo paradigma de BIM é fundamentado no desenvolvimento do modelo de informação compartilhado, na

utilização de verdadeiros elementos digitais de AEC disponibilizados em bibliotecas de classes de objetos, na parametrização de todas as informações do edifício (propriedade e comportamento), na geração automatizada da documentação e no vínculo bidirecional entre documento e modelo.

O desenvolvimento de um orçamento se apoia na utilização de projetos de várias disciplinas que permitem compor uma planilha subdividida em etapas e serviços e, finalmente, após a totalização obter o valor global do empreendimento.

Desse modo, com o BIM, os engenheiros deixam de dedicar tempo em atividades operacionais para focar no nível estratégico, em prol da lucratividade do empreendimento (CICHINELLI, 2009).

Constata-se, conforme Costa (2019, p. 42), que o BIM “garante inúmeros benefícios, como a parametrização de elementos, comunicação direta entre os projetistas, verificação da compatibilidade entre projetos e um eficiente planejamento da execução da obra” .

A precisão das informações contidas no projeto BIM, constituindo em um protótipo em 3D, um modelo que a indústria da construção civil não tinha acesso como são utilizados, por exemplo, na indústria automobilística, aeronáutica, militar, e outras. Segundo Eastman et al. (2014) , hoje, antes de construir in-loco, podemos ter a obra detalhada em 3D permitindo com grande agilidade toda a documentação técnica como as listas de materiais e insumos, discriminadas por etapa, com precisão na especificação e quantificação. Desta forma, as alterações e simulações são realizadas no protótipo gerando novas listas destes insumos otimizadas para o orçamento consolidado e permitindo a previsão efetiva das atividades à serem executadas. Assim, segundo Padilha (2017) temos que os softwares desenvolvidos em BIM possuem os elementos de sua estrutura parametrizados e com isto os projetos são flexíveis permitindo à simulações e com isto auxiliando a tomada de decisões .

Toda esta estrutura de organização do empreendimento permite o planejamento da execução da obra, considerando o prazo das atividades um fator crítico e, conseqüentemente garante ainda maior satisfação aos clientes com relação ao tempo, custo, segurança, qualidade e funcionalidade dos projetos realizados conforme apresentado por NUNES e LEÃO (2018).

Também, o sistema BIM traz novos desafios, cabe destacar, segundo Nunes e Leão (2018) nas empresas teremos a necessidade de qualificação e profissionalização, além de que entre os projetistas e outros profissionais da empresa ocorre uma alteração de relacionamento

e demandas de informações mais intensas contribuindo para gerar uma resistência do setor da construção civil à sua implantação. Após a realização de estudo comparativo por Nunes e Leão (2019), verificou-se uma melhoria de 11% com a modelagem BIM quanto à eficácia do processo de desenvolvimento dos projetos, ao ser comparado à metodologia tradicional em CAD. Com isto observa-se uma melhoria de 21% diante de eventuais alterações nos projetos.

3 METODOLOGIA

A metodologia utilizada para o desenvolvimento do trabalho proposto é baseada na revisão bibliográfica seguida de estudo de caso, a partir do qual se realiza o levantamento de quantitativos com o processo tradicional e com a tecnologia BIM, elaborando o modelo 3D do projeto. Diante dos resultados obtidos, deverá ser efetuada uma análise comparativa dos custos previstos e realizados entre os métodos utilizados.

O desenvolvimento deste trabalho se inicia com a experiência acumulada na realização de obras similares utilizando a plataforma convencional de CAD em 2D para a geração de projetos básicos e executivos junto ao cliente após definir suas necessidades e adequando às condições de contorno do local da obra.

Nas etapas seguintes, ocorreram a preparação de orçamentos para proposta comercial, aprovação de contrato, entre outras até a execução e finalmente a entrega da obra, mas sempre com resultados financeiros variáveis e baixa previsibilidade. Assim, realizou-se o treinamento e formação em BIM de uma equipe interna na empresa, onde em processo gradual iniciou-se a aplicação nas atividades de orçamento e gestão da execução desta obra, em análise. Isto, em paralelo com a gestão do orçamento convencional gerado em projeto CAD-2D.

Podemos destacar que, ao final foram construídos três CDs (1, 2 e 3) de características similares e, próximos entre si e em períodos distintos pela mesma construtora. Isto aumentou a capacidade de avaliar a comparação entre os métodos em discussão quando neste artigo focou-se no terceiro CD. Vide figura abaixo, com a locação dos galpões:



Figura 1 - Vista aérea - Centros de Distribuição / Fonte: Arquivo da construtora DRM

Os CD's 1, 2, e CD3 foram executados com planejamento e orçamento na plataforma CAD-2D, pela engenharia da construtora, para o mesmo cliente e gerando procedimento iguais em todo processo executivo do orçamento e da obra. O orçamento executivo do CD3 também foi realizado na metodologia BIM, logo após a efetivação do Contrato objetivando certificar e validar esta metodologia, quanto a identificação de insumos (materiais, equipamentos e mão de obra), quantificação e precificação para os mesmos itens.

Foram evidenciadas as seguintes etapas da obra para esta avaliação: Fundações, Estrutura de pilares de concreto armado, Cobertura, Fechamento lateral de estrutura metálica e alvenaria e o Piso industrial . NA figura 2, temos o Fluxograma para avaliação comparativa entre as metodologias:

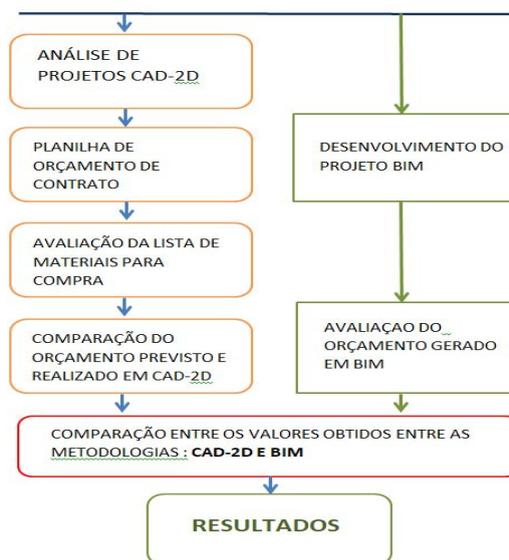


Figura 2 - Fluxograma para avaliação comparativa das metodologias / Fonte: Autor

Assim, temos a descrição do desenvolvimento das atividades :

- 1) Identificação de todos os projetos executivos desenvolvidos em CAD-2D;

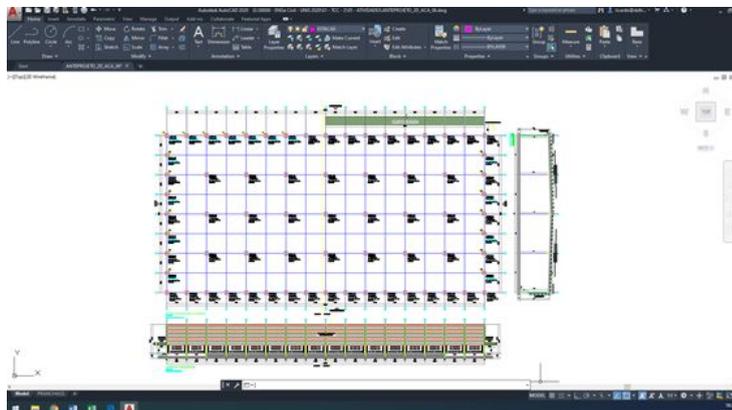


Figura 03 - Projeto do edifício CD3 em ACAD - 2D / Fonte:Arquivo da construtora DRM

- 2) Avaliação da planilha de orçamento utilizada considerando: especificação dos materiais, quantificação, e preços;
- 3) Levantamento de listas de materiais para compra conforme orçamento previsto (item 2, acima) e identificação de materiais efetivamente adquiridos e utilizados na obra, através de Relatórios Diários de Obra e controle financeiro;
- 4) Análise da planilha de materiais do orçamento previsto em CAD-2D e do realizado, avaliando o orçamento final consolidando da obra;
- 5) Obtido os projetos em BIM (vide figura 03) com as respectivas Listas de Materiais que foram utilizados nas etapa da obra e o respectivo Orçamento gerado, após o Contrato. Esta condição ocorreu, após a empresa se estruturar com a ferramenta BIM e identificar esta obra como oportunidade para implantação e efetivação desta nova prática de orçamentação na empresa;

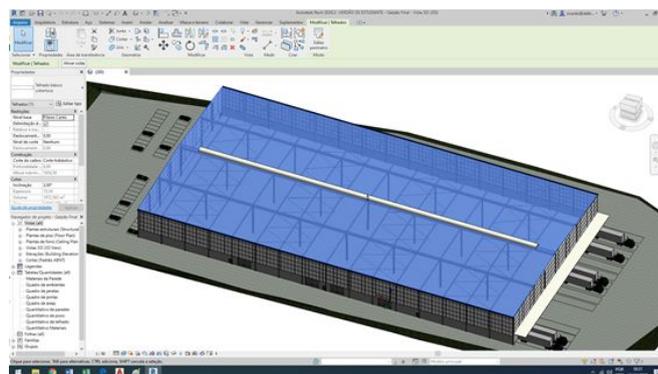


Figura 04 - Modelo BIM para o edifício CD3 / Fonte: Arquivo da construtora DRM

- 6) Realizada a comparação entre os valores obtidos a partir de cada metodologia, determinando-se a variação percentual (%) dos orçamentos em cada plataforma.

4 RESULTADO E DISCUSSÃO

Após os levantamentos realizados, analisou-se as divergências entre as metodologias estudadas neste artigo, diante de aspectos quantitativos e dos custos correspondentes. Assim, obteve-se uma comparação entre todos os valores envolvidos na análise com a determinação de uma variação percentual (%) para cada etapa, estipulados a partir dos custos fornecidos na previsão da planilha orçamentária inicial e após a conclusão da obra. Utilizamos algumas etapas da obra para exemplificação. Conforme tabelas abaixo:

C.Custo	Etapa	Custo Previsto	R\$/ m ²	Custo Real	R\$/ m ²	%
1.1.2	Fundações	R\$ 565.000,00	R\$ 44,14	R\$ 594.635,25	R\$ 46,46	-5,25
1.3	Pilares e Vigas	R\$ 2.150.000,00	R\$ 167,97	R\$ 2.250.456,96	R\$ 175,82	-4,67
1.5	Cobertura e FLateral	R\$ 1.800.000,00	R\$ 140,63	R\$ 1.716.388,65	R\$ 134,09	4,65
1.6	Alvenaria de vedação	R\$ 165.000,00	R\$ 12,89	R\$ 145.366,00	R\$ 11,36	11,90
1.7	Piso industrial	R\$ 1.750.000,00	R\$ 136,72	R\$ 1.980.635,36	R\$ 154,74	-13,18
	Área piso Galpão:	12.800 m ²				

Tabela 1 -Comparação do Previsto e Real para Orçamento em 2D-CAD / Fonte: Autor

C.Custo	Etapa	Custo Previsto	R\$/ m ²	Custo Real	R\$/ m ²	%
1.1.2	Fundações	R\$ 590.500,00	R\$ 46,13	R\$ 594.635,25	R\$ 46,46	-0,70
1.3	Pilares e Vigas	R\$ 2.200.000,00	R\$ 171,88	R\$ 2.250.456,96	R\$ 175,82	-2,29
1.5	Cobertura e FLateral	R\$ 1.700.000,00	R\$ 132,81	R\$ 1.716.388,65	R\$ 134,09	-0,96
1.6	Alvenaria de vedação	R\$ 150.000,00	R\$ 11,72	R\$ 145.366,00	R\$ 11,36	3,09
1.7	Piso industrial	R\$ 1.900.000,00	R\$ 148,44	R\$ 1.980.635,36	R\$ 154,74	-4,24
	Área piso Galpão:	12.800 m ²				

Tabela 2 -Comparação do Previsto e Real para Orçamento em BIM / Fonte: Autor

A partir dos resultados expostos, percebe-se que o fato das variações percentuais terem sido positivas e negativas, porém temos como objetivo identificar a variação média percentual em cada etapa considerando o resultado efetivamente obtido entre o previsto e o realizado.

ETAPAS	2D-CAD %	BIM %	Diferença %
Fundações	5,75	0,7	5,05
Pilares e Vigas	4,67	2,29	2,38
Cobertura e FLateral	4,65	0,96	3,69
Alvenaria de vedação	11,90	3,09	8,81
Piso industrial	13,18	4,24	8,94
Média	8,03	2,26	5,77

Tabela 3 -Variação do percentual entre os orçamentos - previsto e real / Fonte: Autor

Assim, encontramos uma média aritmética das diferenças (%) nas etapas da obra onde encontramos maior precisão na metodologia BIM com apenas 2,26% entre o orçamento previsto e o real, enquanto na metodologia 2D-CAD temos uma maior variação de 8,03%. Também, encontramos uma variação média entre as duas metodologias em avaliação de 5,77% representando uma maior precisão no orçamento financeiro quando se utiliza a metodologia BIM.

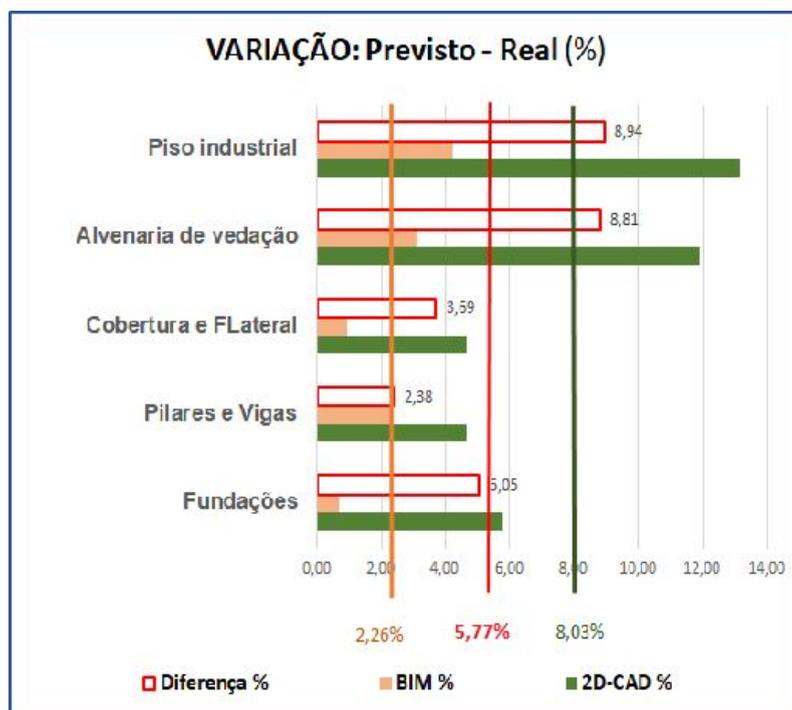


Gráfico 1 - Variação Percentual para metodologia em 2D-CAD e BIM / Fonte: Autor

Após a realização dos levantamentos, percebeu-se que alguns problemas podem levar à obtenção de quantitativos equivocados com o método tradicional 2d-CAD. Como exemplo, destacam-se os itens de unidade, que precisam ser contados em cada etapa da obra, como na estrutura metálica onde temos uma diversidade de itens que devem ser quantificados. Além disso, as informações necessárias para o levantamento, como dimensões e materiais utilizados, encontram-se dispersas pelos projetos e na especificação técnica. Muitas vezes os cortes representados nos projetos 2D não são suficientes para se obter informações acerca do projeto como um todo, podendo gerar dúvidas e interpretações equivocadas. Assim, o orçamentista poderá realizar a inserção de fórmulas ou dados errôneos na planilha de levantamento.

Devemos também considerar que na modelagem em BIM podemos estimular a simulação de alternativas de montagem e execução da obra e, com isto otimizar o prazo de entrega, bem como identificar as interferências entre as etapas à serem executadas com a minimização dos custos.

Com esta avaliação comparativa a empresa pode verificar maior confiabilidade, agilidade na orçamentação e maior precisão dos resultados que poderão ser melhorados com o maior domínio da ferramenta BIM durante a consolidação desta tecnologia entre os orçamentistas, técnicos e gestores de obras.

5 CONCLUSÃO

Considerando o estudo realizado podemos perceber que a utilização da ferramenta BIM se faz necessária não só para otimizar o orçamento executivo inicial e o resultado final da obra, mas fornecer maior visualização e entendimento da obra garantindo sua compreensão a partir da parametrização de cada elemento construtivo e conseqüentemente maior precisão na quantificação e especificação de cada insumo da obra . Uma amplo conjunto de informações poderá ser inserida e gerenciada em cada etapa e em determinado momento realizar simulações reavaliando alternativas executivas na procura de otimizar prazos e custos.

Identificamos as seguintes vantagens financeiras na utilização da metodologia BIM:

- Velocidade na modelagem do empreendimento com orçamentação correspondente com o alto nível de detalhamento dos projetos;

- Quantificação de insumos e serviços com maior precisão garantindo: a) minimizar a falta de material durante execução e possíveis atrasos de execução e custos adicionais e, b) melhor previsão dos custos iniciais para efetivação de melhores compras com aquisições antecipadas;
- Na ocorrência de um evento não previsto existe a possibilidade de simular alternativas de execução com avaliação de melhor custo/benefício e assim ter a melhor tomada de decisão nestas condições;
- Maior precisão no planejamento financeiro observando que na conclusão do empreendimento temos uma melhor relação entre o valor previsto e o valor final da obra;
- A construtora ao ter maior domínio do valor real da obra permite uma melhor posicionamento na negociação financeira do Contrato a ser estabelecido com o cliente.

Com esta experiência a construtora iniciou o processo de inserção na metodologia BIM com expectativas de continuar desenvolvendo seus profissionais para melhores resultados. Também, estimulou a interação com empresas de consultoria para rever itens que deverão ser aperfeiçoados para consolidar o uso da ferramenta e garantir melhores resultados econômicos.

Neste artigo, podemos verificar que a nova ferramenta também exige o desenvolvimento dos profissionais envolvidos bem como um comprometimento da própria empresa em propiciar as mudanças necessárias para que seja possível consolidar esta tecnologia nas suas atividades diárias.

Um desafio para a empresa mas também uma grande oportunidade de aumentar a sua competitividade no mercado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CADRITECH, **Formação BIM-Projetos Profissionais**. Jan. 2017. <<http://cadritech.com.br>> Curso presencial do autor em 160h.

CAVALCANTI, Mariah Nabuco de Araujo **A Utilização do Sistema BIM (Building Modeling Information) no Planejamento de Custos da Construção Civil**/ Mariah Nabuco de Araujo Cavalcanti. – Rio de Janeiro: UFRJ/ Escola Politécnica, 2016.

CICHINELLI, G. C. Como orçar com BIM. **Construção Mercado**. Mai. 2009. Edição 94. Disponível em: <<http://construomercado17.pini.com.br/negocios-incorporacaoconstrucao/94/artigo299232-2.aspx>> . Acesso em: 02 ago. 2020.

EASTMAN, C. M.; LISTON, K.; SACKS, R.; TEICHOLZ, P. **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores.** Tradução de C. G. Ayres Filho et al.; Revisão Técnica de E. T. Santos. Porto Alegre: Bookman, 2014.

LIMA, T. Orçamento na construção civil: porque elaborar um ? Sienge Platform, Construção Civil, out. 2016. Disponível em: <<https://www.sienge.com.br/blog/orcamento-naconstrucao-civil-por-que-elaborar-um/>> Acesso em: 02 out. 2020.

NUNES, G. H.; LEÃO, M. **Estudo comparativo de ferramentas de projetos entre o CAD tradicional e a modelagem BIM.** Revista de Engenharia Civil 2018, No. 55, 47-61. Disponível em: < <http://www.civil.uminho.pt/revista/artigos/n55/Pag.47-61.pdf> > Acesso em: 03 out. 2020