Proposta de fluxo BIM otimizado para estimativa de custo e planejamento

Optimized BIM flow proposal for cost and planning estimate

Carlos Renato da Mota Bezerra

Universidade Paulista | Fortaleza| Brasil | carlosrenatodamotabezerra@yahoo.com.br

Sandra Albino Ribeiro

Quatre Ensino Especializado | Natal | Brasil | sandra@espacoquatre.com

Resumo

A indústria da Construção Civil é vista como uma área fragmentada, pois envolve diferentes agentes e organizações com as mais diversas funções, motivações, capacidade e limitações. Soma a isso o fato de uma obra, mesmo de pequeno porte, exigir um alto volume de informações para sua execução. Em meio a isso, o BIM tem se mostrado como a alternativa para fomentar um ambiente colaborativo e integrado, o problema é que ainda existem limitações na troca de informações, portanto são necessários estudos e experimentos que proponham melhorias nesse processo. Nesse sentido, o trabalho em questão tem por objetivo apresentar uma proposta de fluxo otimizado para estimativa de custo e planejamento, através do uso de ferramentas BIM e da linguagem de programação. A pesquisa é de natureza construtiva e ocorreu mediante a obtenção de dados de um empreendimento existente. Os resultados mostraram ganhos, embora alerte-se para o empenho na elaboração de modelagens e o uso da programação como meio para ampliar a automação e a interoperabilidade.

Palavras-chave: BIM. Programação. Estimativa de custos. Planejamento de obras.

Abstract

The Civil Construction industry is seen as a fragmented area, as it involves different agents and organizations with the most diverse functions, motivations, capacity and limitations. Added to this is the fact that a work, even a small one, requires a high volume of information for its execution. Amidst this, BIM has shown itself as the alternative to foster a collaborative and integrated environment, the problem is that there are still limitations in the exchange of information, so studies and experiments that propose improvements in this process are needed. In this sense, the work in question aims to present an optimized flow proposal for cost estimation and planning through the use of BIM tools and programming language. The research is constructive in nature and took place by obtaining data from an existing project. The results showed there are gains, although it is alert to the effort in the elaboration of modeling and the use of programming as a means to expand automation and interoperability.

Keywords: BIM. Script. Cost Estimation. Construction Planning.

INTRODUÇÃO

A indústria da Construção Civil representa uma importante fatia do PIB no país e é vista como um setor fragmentado, pois envolve diferentes agentes e organizações com as mais distintas funções, motivações, capacidades e limitações. Soma-se a isso o fato de

Como citar:
BEZERRA, C. R. da M.; RIBEIRO, S. A. Proposta de fluxo BIM otimizado para estimativa de custo e planejamento. *In:* SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 3., 2021, Uberlândia. Anais **[...].** Porto Alegre: ANTAC, 2021. p. 1-8. Disponível em: https://eventos.antac.org.br/index.php/sbtic/article/view/571. Acesso em: 3 ago. 2021.

que uma obra, mesmo de pequeno porte, exigir um alto volume de informações para sua execução, além de muitas vezes ser um produto personalizado.

Apesar dos avanços das inovações tecnológicas em diversas áreas da indústria, a construção civil ainda se mostra relativamente atrasada, utilizando técnicas rudimentares, apresentando baixos índices de produtividade e altos percentuais de desperdício em comparação a outros segmentos industriais. Isso é evidenciado pelo alto custo de produção que afeta negativamente a margem de lucro das empresas do setor [1][2].

Neste contexto, inúmeras pesquisas confirmam que esta área apresenta baixos índices de produtividades e que os desperdícios de recursos e materiais são marcantes. Logo, torna-se evidente a necessidade de inserir novas alternativas para mudar esse cenário como o Building Information Modelling (BIM), que é uma nova metodologia de trabalho a qual envolve um conjunto de Tecnologias, Processos e Políticas nas áreas Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO) [3].

O processo de adoção do BIM em qualquer fase do empreendimento apresenta diversos benefícios, mas implica em transformações profundas nos processos de trabalho [4]. A elaboração de estimativas de custos e de cronogramas, por exemplo, passou a utilizar um protótipo virtual da construção cujos componentes são parametrizáveis e armazenam em si informações [1][2]. Esse protótipo, também chamado de modelo BIM, permite a inserção e extração de dados geométricos e não geométricos ao longo de todo o ciclo de vida de uma edificação e é sobretudo o fruto do esforço conjunto de várias partes.

Nos últimos tempo, observou-se um crescente interesse pelo BIM no Brasil. A quantidade de publicações em anais de eventos aumentou substancialmente a partir dos anos de 2010 [4]. Mas os trabalhos que tratam do planejamento, do controle da construção e/ou BIM 4D, bem como Orçamentação (estudos que tratam de extração de quantitativos, estimativa de custos e/ou BIM 5D) são ainda minoria como mostra o levantamento apresentado por CHECCUCCI [5].

Uma revisão sobre a literatura existente mostra que o processo de BIM na estimativa de custo e programação da obra apresenta vários ganhos [1][2][7][8][9][10][11][12]. Porém existem algumas barreiras, especialmente, na troca de informações entre diferentes ferramentas BIM [1][2][7][8]. Portanto, fazem-se necessários estudos e experimentos que proponham melhorias nesse processo. Nesse sentido, o presente estudo teve como objetivo geral apresentar um fluxo BIM otimizado para estimativa de custo e planejamento através do uso de ferramentas BIM e da linguagem de programação, de modo que garanta a interoperabilidade e reduza trabalhos manuais.

MÉTODO

A pesquisa é de natureza construtiva e ocorreu mediante a obtenção de dados de um empreendimento existente. Após a definição de um empreendimento para o estudo foi possível delinear e descrever as etapas, ferramentas, fluxos de trabalho e informação da estimativa de custos e do planejamento da obra no Processo tradicional

e no Processo em BIM. Em seguida, os resultados foram analisados e comparados a fim de identificar as diferenças e limitações entre esses dois processos, especialmente, no que diz respeitos a troca de informações. Ao final, foram formulados e testados diferentes fluxos BIM apoiados no uso de programação, chamado aqui de Processos BIM Otimizados, até encontrar o fluxo que apresentasse maior velocidade, precisão e confiabilidade na troca de dados.

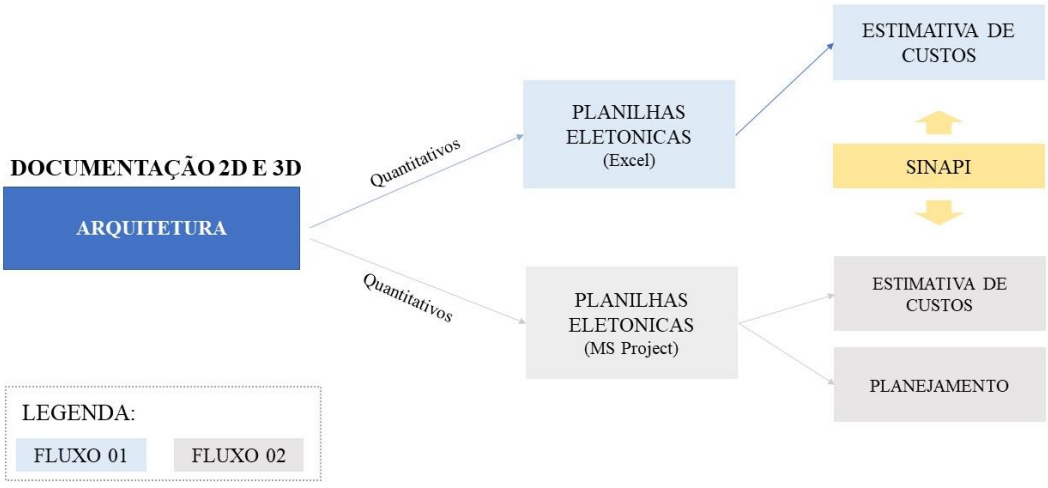
DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

O projeto utilizado no estudo foi uma Habitação de Interesse Social (HIS) térrea situada em um terreno retangular de 12,00m por 30,00m e constituída de varanda, dois quartos, banheiro, sala de estar, cozinha e área de serviço, que perfazem 60,26 m² de área construída. Embora seja uma edificação de pequeno porte, ela abrange uma temática atual, visto que o déficit habitacional é um problema crônico no Brasil e atinge, especialmente, as famílias de baixa renda. Nesse sentido, o uso de novos processos e tecnologias apresenta potencial para minimizar custos, ampliar a produtividade e qualidade das HIS [7].

O projeto arquitetônico foi cedido aos pesquisadores no formato DWG e a partir desse arquivo foram desenvolvidos a Estrutura Analítica de Projeto (EAP) e os modelos BIM de arquitetura e das instalações perdias (água fria e esgoto) no software Autodesk® Revit®. Por ser uma edificação de pequeno porte, os elementos estruturais (pilares, cinta e radier) foram modelados em conjunto com a arquitetura. Antes dos processos de orçamentação e planejamento em BIM foi executado a compatibilização no software Autodesk® Navisworks®, que possibilitou identificar algumas interferências entre as disciplinas modeladas. Logo depois, foram feitas correções nos modelos a fim de eliminar os conflitos encontrados na etapa de compatibilização. Por fim, foi dado início aos processos de orçamentação e planejamento tradicional e em BIM.

PROCESSO TRADICIONAL

Figura 1: Fluxos do processo tradicional – Estimativa de custos e Planejamento da obra



Fonte: os autores.

O processo de quantificação dos componentes da edificação ocorreu por meio da leitura dos desenhos bidimensionais, contagem ou medição desses e o registro das

informações em planilhas eletrônicas no Microsoft® Officie Excel® e Microsoft® MS Project®. O resumo das quantidades foi organizado nesses softwares de acordo com a EAP a qual subdivide o projeto em pacotes de trabalho, partes menores que podem ser bem compreendidas, planejadas e controladas. É sobre essa estrutura em que os demais processos de gerenciamento se basearam para elaborar o cronograma, orçamento, alocação de recursos etc [1][2].

O preço unitário de cada pacote de trabalho ou atividade foi extraído manualmente do repositório de composições de preço unitário, encontrado na tabela oficial do SINAPI [13]. A obtenção dos custos totais foi feita em planilhas eletrônicas e a elaboração do cronograma ocorreu no Microsoft® MS Project® onde as informações sobre duração e insumos de cada atividade são inseridas manualmente. Dependendo do número de atividades, os dados inseridos nesse software foram referentes apenas à mão de obra ou a quantidade de trabalho de cada pacote de trabalho. (Figura 1)

Nesse processo, foram verificados que as modificações no projeto e na EAP demandam trabalho extra para sincronizar as informações no cronograma e no orçamento. Os principais problemas encontrados foram: Grande volume de informação migrante entre as ferramentas utilizadas; Omissões e erros na leitura do projeto; A atividade manual que naturalmente exige mais tempo e é propensa a erros humanos; Entre outros problemas também relatados na literatura [1][2][8][9].

PROCESSO BIM

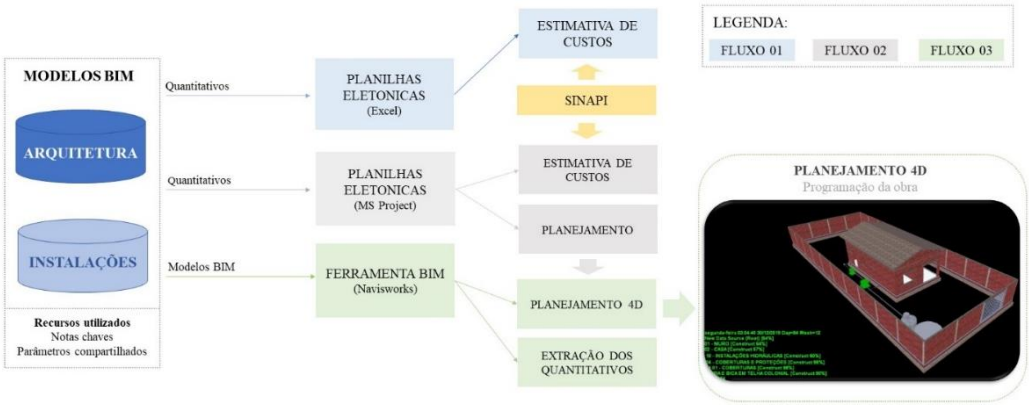
Utilizando os modelos BIM do Revit®, em sua configuração básica, foi possível realizar quantificações de áreas e volumes de paredes, pisos, lajes, coberturas entre outros elementos mais o levantamento de portas, janelas, peças sanitárias, conexões etc. Tudo isso através das Tabelas de Quantidade e das Tabelas de Levantamento de Material que são nativas do programa. Essas tabelas foram criadas em função das categorias de famílias existentes no protótipo virtual e permitiram a extração automática das informações.

Ressalta-se que durante esse processo, foram identificadas algumas limitações quanto ao acesso a informações tais como comprimentos e áreas de alguns materiais que não são computadas de acordo com os critérios de medição dos serviços a eles relacionados. Por exemplo, ao se quantificar a área de vidro das esquadrias em uma Tabela de Levantamento de Materiais, a informação apresentada é a área da superfície do sólido onde o material foi aplicado, de forma que esse dado não é a adequada ao critério de medição do pacote de trabalho. Para contornar esse contratempo, assim como outros, optou-se por desenvolver famílias de esquadrias e nelas inserir parâmetros compartilhados que possibilitaram o cálculo correto das quantidades.

Para alcançar uma melhor produtividade e organização durante o fluxo da informação, fez-se o uso de notas chaves (*keynote*) com o código do serviço e a sua descrição, uma orientação dada por um dos artigos da AU [11]. Por sua vez, as notas deveriam estar associadas a cada material entre eles os existentes nas paredes, pisos, lajes entre outros. Com isso, foi possível criar tabelas conforme a EAP no próprio Revit® e exportar os quantitativos para planilhas eletrônicas no Excel® e MS Project®.

Nesses softwares foi necessário inserir manualmente os preços de cada elemento, assim como ocorreu no processo tradicional, além de tratar e reunir dados das duas disciplinas (Arquitetura e Sistemas prediais hidrossanitário). No MS Project® foi desenvolvido o sequenciamento das atividades, a rede de precedência e o encadeamento lógico dos serviços a serem executados no empreendimento, ou seja, o plano de execução da obra, além da estimativa de custo.

Figura 2: Fluxos do processo BIM – Estimativa de custos e Planejamento da obra



Fonte: os autores.

O arquivo com o plano de execução da obra mais os modelos BIM foram exportadas para o Navisworks® e reunidos em um único ambiente. Logo após, foi realizado a simulação do planejamento em BIM e mais uma vez a extração dos quantitativos, a qual confirmou os mesmos resultados alcançados da ferramenta de modelagem. (Figura 2)

Em síntese, nesse processo a quantificação é feita diretamente no modelo virtual de acordo com o nível de detalhamento, por meio de tabelas de quantidades de contagem de elementos ou de levantamento de materiais. Os dados são exportados para planilhas eletrônicas e daí por diante o processo BIM e o tradicional se assemelham, especialmente, no que diz respeito à determinação das composições de custo unitário, cálculo dos custos diretos de produção e elaboração do cronograma do empreendimento.

Foi constatado que o modelo mal detalhado ou mal elaborado, assim como o desconhecimento da maneira com a ferramenta de modelagem BIM gera as quantidades, podem comprometer o processo de forma crítica. Essa percepção é apresentada também em outras pesquisas [8] [9] [10]. Soma-se a isso a dificuldade na ferramenta de modelagem que foi utilizada, de sintetizar a informação em uma única tabela com todos os dados das diversas categorias com suas respectivas unidades e critérios de medição, bem como as quantidades efetivamente utilizadas. Outro ponto crítico é a excessiva quantidade de tarefas manuais, especialmente, na inserção de dados (EAP e Custo) nos componentes e na sua vinculação às tarefas no planejamento em BIM. A partir da compreensão das barreiras mencionadas, foram pesquisados, criados e testados recursos nas ferramentas digitais utilizadas para otimizar, especialmente, o fluxo da informação. Os resultados são descritos no próximo tópico.

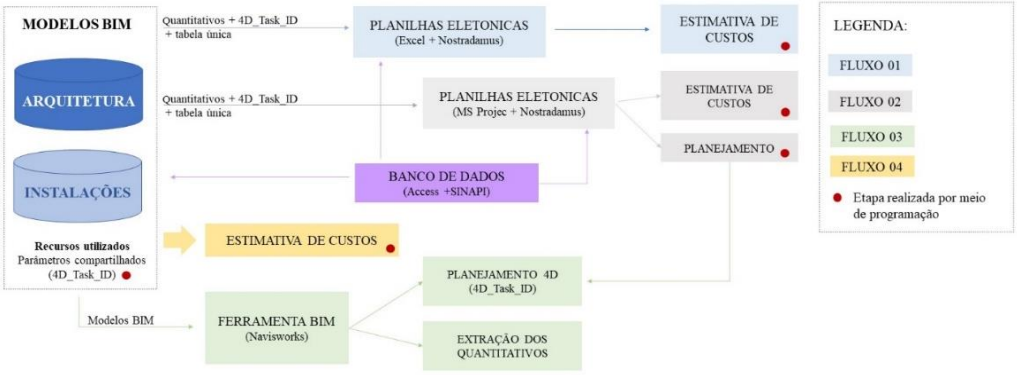
PROCESSO BIM OTIMIZADO

Foram utilizados recursos de programação tanto no ambiente de modelagem BIM como no ambiente das planilhas eletrônicas. A partir do Autodesk® Dynamo® foram desenvolvidas rotinas para a ferramenta de autoria BIM utilizada. Uma dessas rotinas possibilitou a inserção de um parâmetro compartilhado chamado 4D_Task_ID, o qual armazena informações referentes à categoria, tipo, localização, material, fase e subfase de cada componente, condensando essas referências em um número único, que representa a EAP.

Com isso, nas planilhas eletrônicas não foi mais necessário o tratamento dos dados, visto que as informações já estavam centralizadas e organizadas em uma única tabela, conforme o número da EAP, no próprio ambiente de modelagem. No software Navisworks® a criação dos conjuntos de elementos, os chamados *Search Sets*, foi facilitada pela utilização de um único critério de busca o parâmetro compartilhado 4D_Task_ID. Além disso, essa mesma referência passou a ser utilizada na vinculação das tarefas com os componentes no cronograma da obra, desse modo foi possível automatizar tanto a construção do cronograma como a sua atualização mediante a alterações no projeto.

Outra rotina do Dynamo® elaborada acessa o banco de dados modelado no Microsoft®Access®, que armazena todos os custos do SINAPI [13]. Desse modo, foi possível estimar o custo dos materiais e componentes no próprio ambiente de modelagem sem a necessidade de inserir o preço manualmente. Tal funcionalidade permite verificar o custo durante o desenvolvimento do modelo e tomar decisões sobre técnicas construtivas e especificações que viabilizem o empreendimento, algo fundamental nos estágios iniciais de desenvolvimento de qualquer empreendimento.

Figura 3: Fluxos do processo BIM OTIMIZADO – Estimativa de custos e Planejamento da obra



Fonte: os autores.

No ambiente das planilhas eletrônicas (Excel® e MS Project®) foi criado, através de um script, um Suplemento nomeado de Nostradamus® que acessa também o banco de dados modelado no Access®. Assim, foi possível a confecção de orçamentos em ambas as ferramentas, mas agora com a inserção do custo de modo automatizado. Outra funcionalidade existente no Suplemento Nostradamus® é a geração de um arquivo .XML. Este pode ser importado pelo Navisworks®, sendo agora viável criar os *sets* dos

elementos conforme o parâmetro 4D_Task_ID. Ao final, foram elaboradas também rotinas e script que impulsionaram a interoperabilidade entre as ferramentas utilizadas. (Figura 3)

No processo BIM com o uso de programação (script e visual) foram verificadas melhorias que mitigaram significativamente as dificuldades citadas anteriormente, especialmente, no tocante à inserção repetitiva de informação nas diversas ferramentas. Além disso, foi alcançado uma maior automatização na quantificação, na atualização da estimativa de custos e na elaboração do cronograma, quase que simultaneamente às atualizações do modelo virtual. Em suma, pode-se afirmar que o uso do BIM associado a linguagem de programação apresenta ganhos significativos, também comprovados em outras publicações [1][14].

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um ponto comum nos três processos descritivos foi o uso da EAP e utilização da mesma referência de preço. Independente da ferramenta ou processo utilizado, a experiência do agente é fundamental, assim com a participação e colaboração de outros atores como os responsáveis pela execução, gerenciamento da obra e até mesmo os projetistas.

Comparados os dados obtidos na extração de quantitativos pode-se afirmar que ocorreu uma pequena variação e quando essa era investigada quase sempre indicava erros no procedimento tradicional oriundos de omissões do projeto e/ou falhas humanas. A maior diferença identificada entre os processos foi o tempo de extração e atualização e não nos valores em si, além da possibilidade de exibir tridimensionalmente as etapas da obra, o que permitiu fazer um planejamento mais eficiente e um cronograma mais assertivo. Computam-se ainda ganhos potenciais com a compatibilização e a apresentação da simulação da obra para clientes e equipe, facilitando uma melhor visualização e compreensão do empreendimento.

Por fim, o objetivo deste trabalho foi atingido, mas alerta-se para a necessidade de mais estudos que aprimorem os fluxos apresentados. Os pesquisadores pretendem aperfeiçoar o suplemento Nostradamus® e quiçá disponibilizar para comunidade. Para futuros trabalhos sugere-se investigar outras ferramentas BIM, em conjunto com recursos de programação, utilizar outros tipos de empreendimentos, averiguar diretrizes que norteiem o processo de modelagem quando o propósito for a orçamentação e a programação da obra e a gestão dessas informações em um ambiente comum de dados.

REFERÊNCIAS

[1] BEZERRA, C.R.M. **Utilização de ferramenta BIM no gerenciamento de obras.** 2019. 75f. Trabalho de conclusão de curso (Pós-graduação em gerenciamento de obras e tecnologia da construção) - Universidade Paulista, Fortaleza, 2019.

[2] BEZERRA, C.R.M. **Extração de quantitativos e estimativas de custo com o uso da tecnologia BIM.** 2017. 73f. Trabalho de conclusão de curso (MBA em Plataforma BIM –

Modelagem, Planejamento e Orçamento) - Universidade Cidade de São Paulo, Fortaleza, 2017.

[3] BIM DICTIONARY. Building Information Modelling (BIM). **BIM Dictionary**. Disponível em: <https://bimdictionary.com/en/building-information-modelling/1/>. Acesso em: 2 mar. 2021.

[4] GONÇALVEZ, L. de S. **Modelo estruturante para métricas BIM**. 2020. 202 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2020.

[5] MACHADO, F. A.; RUSCHEL, R. C.; SCHEER, S. Análise da produção científica brasileira sobre a Modelagem da Informação da Construção**. Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 17, n. 4, p. 359-384, out./dez. 2017

[6] CHECCUCCI, Érica de S. Teses e dissertações brasileiras sobre BIM: uma análise do período de 2013 a 2018. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, SP, v. 10, p. e019008, 2019. DOI: 10.20396/parc.v10i0.8653708. Disponível em: https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8653708. Acesso em: 7 jun. 2021

[7] MADRUGA, F., RIBEIRO, S.A. O BIM aplicado no Planejamento em obras de habitação de interesse social: estudo de caso. In: CONGRESSO PORTUGUÊS DE BUILDING INFORMATION MODELLING, 3., 2020, **Anais [...].** Porto: Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, 2020, p. 941-950. DOI: 10.24840/978-972-752-272-9

[8] CHAGAS G.F.C. **Análise comparativa entre fluxos de modelagem para orçamentação em BIM a partir da aplicação em uma residência multifamiliar situada no município de Natal/RN.** 2019. 77f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019

[9] GIESTA J. P. et al. O uso da tecnologia BIM na quantificação e no planejamento: estudo de caso de residência RN- BR. In: CONGRESSO PORTUGUÊS DE BUILDING INFORMATION MODELLING, 2., 2018, **Anais [...]** Lisboa, Faculdade de Engenharia, Universidade de Lisboa, 2018, pp. 487-495. doi: 10.5281/zenodo.1226766

[10] TRINDADE. L. D.; SANTOS.E. T. Definição de diretrizes de modelagem BIM para quantificação em diferentes etapas do processo de projeto. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO E SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 1 e 10, 2017, **Anais [...]** Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

[11] LEUSIN S., CANELLAS R., CAPISTRANO L. **Integração entre o Revit, o orçamento e o planejamento de obra com uso de keynotes.** Autodesk University Brasil. 2012. Disponível em: https://pt.scribd.com/document/342175404/AUBR-45-Apostila/. Acesso em: 02 de junho de 2020.

[12] TASSARA, G.V. **Procedimentos e analises da orçamentação de um modelo BIM em dois níveis de desenvolvimento de objetos**. 2019. 170f. Dissertação de Mestrado (Escola de Engenharia) Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2019.

[13] SINAPI. **Referência de preços e custos.** Referências de preços e custos. 2019. Disponível em: http://www.caixa.gov.br/poder-publico/apoio-poder-publico/sinapi/Paginas/default.aspx/. Acesso em: 02 dez. 2019.

[14] DANADO, J. Fluxos de informação BIM – Recolha e partilha automatizada de dados a partir de um modelo BIM. In: CONGRESSO PORTUGUÊS DE BUILDING INFORMATION MODELLING, 2., 2018, **Anais [...].** Lisboa, Faculdade de Engenharia, Universidade de Lisboa, 2018, pp. 109-119. DOI: 10.5281/zenodo.1226766