Critérios básicos de modelagem para orçamentação em BIM de um projeto arquitetônico

Basic modelling parameters for BIM budgeting of an architectural project design

Roberta Bastos de Oliveira
Universidade de Brasília | Brasília – DF | Brasil | robertab.o@hotmail.com
Lissa Gomes Araújo
Universidade de Brasília | Brasília – DF | Brasil | lissagomesaraujo@gmail.com
Michele Tereza Marques de Carvalho
Universidade de Brasília | Brasília – DF | Brasil | micheletereza@gmail.com
Raquel Naves Blumenschein
Universidade de Brasília | Brasília – DF | Brasil | raquelblum@terra.com.br

Resumo
Apesar do foco acadêmico e mercadológico em requisitos de projeto para aplicação do processo BIM, a modelagem de projetos também deve fornecer informações necessárias ao gerenciamento, uma das muitas disciplinas que também podem trabalhar nesse fluxo de processos, a fim de evitar retrabalho caso sejam esquecidas na concepção. Assim, o presente trabalho apresenta uma lista de critérios básicos sintetizados após um estudo de caso de produção de projetos de edificações complexas. É preciso verificar se a parametrização do modelo reflete as necessidades das bases orçamentárias e a estrutura analítica de projeto, mantendo a compatibilização entre produtos.

Palavras-chave: BIM. Projeto. Orçamento. Parâmetros. Critérios.

Abstract
Despite the academic and market focus on project requirements for BIM implementation, the model also must provide the needed information to allow management, one of the many subjects also able to work under this information process, to avoid rework if forgotten on concept stages. So, this study presents a list of basic criteria synthetized after a case study of project design of special buildings. It is necessary to verify if the parametrization of the model reflect the needs of the unitary costs databases and the work breakdown structure, maintaining compatibilization between final products.

Keywords: BIM. Project. Budgeting. Parameters. Criteria.

INTRODUÇÃO

O governo federal brasileiro lançou, em 2018, a "Estratégia BIM BR", que objetiva a implantação gradativa da metodologia BIM (*Building Information Modeling*) nas iniciativas públicas junto ao setor da construção civil. Dividida em fases, o foco inicial

Como citar:
OLIVEIRA, R. B. de; ARAÚJO, L. G. .; CARVALHO, M. T. M. .; BLUMENSCHEIN, R. N. Critérios básicos de modelagem para orçamentação em BIM de um projeto arquitetônico. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 3., 2021, Uberlândia. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2021. p. 1-9. Disponível em: https://eventos.antac.org.br/index.php/sbtic/article/view/612. Acesso em: 3 ago. 2021.

da estratégia está nos processos de elaboração de projetos técnicos, e posteriormente, será direcionado às atividades relacionadas à execução de obras, como o gerenciamento de tempo e a orçamentação [1].

Nesse sentido, esforços têm sido envidados para a disseminação do conhecimento necessário para tal implementação, tanto entre os profissionais do mercado como no meio acadêmico. Naturalmente, seguindo as etapas da estratégia nacional e acompanhando a tendência internacional de discussão sobre a metodologia BIM, o atual foco dessa disseminação é a produção de projetos técnicos dentro da metodologia proposta.

No entanto, dada a interdisciplinaridade característica da metodologia BIM, é importante considerar todas as áreas de conhecimento relacionadas: apesar do atual foco em projetos técnicos, os requisitos de modelagem devem ser respeitados enquanto tais projetos são pensados e desenvolvidos, principalmente quanto à correta disposição da informação necessária a um planejamento adequado.

Especificamente quanto à orçamentação, o detalhamento dos quantitativos é dependente do nível de informação presente no modelo BIM, que podem estar modeladas em 3D, ou simplesmente inseridas como metadados de seus componentes [2]. Nesse sentido, o LOD (*Level Of Development*), que envolve tanto o nível de detalhe do modelo; detalhamento do 3D com incorporações de elementos gráficos, como o nível de informação dos objetos; e dados associados não necessariamente identificáveis visualmente, mas sim em forma de parâmetros inseridos [3]; deve ser considerado desde a fase de concepção e desenvolvimento dos projetos técnicos, a fim de habilitar o correto desenvolvimento do orçamento em BIM. A definição prévia do nível de informação requerido tem potencial de reduzir o retrabalho necessário para adaptação do modelo às necessidades das outras disciplinas, que tende a ocorrer quando essa etapa é negligenciada. Autores associam ainda a atenção ao LOD a benefícios na fase de execução de obra, por prevenir mudanças diretas no canteiro, uma vez que o LOD adequado possibilita uma eficaz detecção de interferências [4].

Ainda que em processo de aprendizado, o entendimento por parte dos projetistas sobre quais as informações são requeridas nas próximas etapas e como parametrizá-las tem muitas vantagens já apontadas. Assim, esse artigo se propõe a apresentar brevemente registros encontrados na literatura sobre orçamentação em BIM, e compilar requisitos de orçamentação em BIM levantados pelos autores, com recorte para o projeto arquitetônico, a partir de uma aplicação em um estudo de caso ao longo de dois anos de trabalho.

ESTADO DA ARTE

Publicações internacionais no tema de orçamentação em BIM nem sempre permitem uma comparação direta dos métodos e *softwares* utilizados. A realidade nacional é específica, sobretudo quando se trata de obras públicas, nas quais a utilização do banco de dados de domínio público SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e

Índices da Construção Civil) é obrigatória, tornando imprescindível que o *software* de orçamento possua composições unitárias e permita detalhamento em formato sintético e analítico. Existem vários *softwares* utilizados internacionalmente para orçamentação, inclusive de autoria BIM [5], que não dão suporte às necessidades brasileiras, como o *Autodesk Navisworks*, utilizado amplamente nas fases 4D e 5D em outros países.

Por meio de uma comparação entre o método tradicional de levantamento de quantidades e a utilização das tabelas do *Autodesk Revit* foi evidenciado a necessidade de conhecimento de ferramentas avançadas de tecnologia da informação, o que poderia ser apontado como um impasse para a sua adoção [6]. Todavia, com uma adoção em massa do BIM por parte dos profissionais de engenharia e arquitetura, a capacitação passa a ser pré-requisito para se manterem no mercado.

Na verificação do estado da arte acerca do tema orçamentação em BIM foram encontradas publicações que puderam ser basicamente divididas em dois eixos principais: os que ainda não usam a dimensão 5D do BIM porque estão na fase inicial de implantação, cujo foco são os projetos, e os que buscam a extração automática de quantitativos pelas tabelas geradas pelos *softwares* de projeto, e por isso não necessariamente realizam o orçamento em BIM [6].

É importante desmistificar a ideia de que o uso das tabelas de quantidades, por exemplo do *Autodesk Revit*, pelo fato de terem sido geradas automaticamente, correspondem a aplicação do BIM no orçamento. Acredita-se que seja uma evolução da forma tradicional, visto que a etapa de levantamento de quantidades é considerada a mais crítica, com métodos heterogêneos que buscam otimizar essa etapa [2; 7-8]. Entretanto, é necessário explorar melhor os potenciais existentes, e ir além da extração automática de quantidades, onde o objetivo principal deve ser a associação de cada item modelado diretamente a uma composição de custo unitário, com a utilização de arquivos em extensão IFC (*Industry Foundation Classes)*.

A seguir, tem-se a apresentação de uma aplicação prática da orçamentação em BIM com a utilização de *software* específico de um projeto arquitetônico, com o levantamento de requisitos necessários à essa evolução, em processo alternativo aos já apresentados e com melhor aproveitamento do potencial da metodologia.

ESTUDO DE CASO

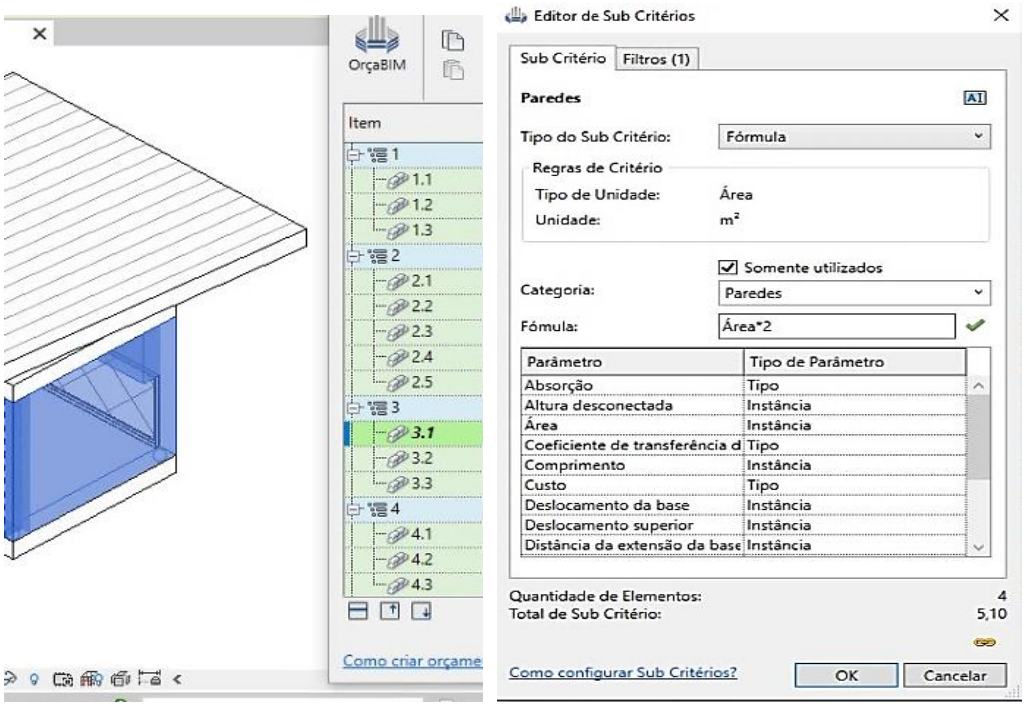
A metodologia adotada para este artigo é de um estudo de caso de produção de projetos e documentos técnicos de edificações complexas por equipe multidisciplinar da Universidade de Brasília, cujo principal requisito é a utilização do BIM em todos os processos de projeto, orçamentação e análises de desempenho.

Para o presente trabalho, o foco é a orçamentação de projetos arquitetônicos, elaborados no *Autodesk Revit.* Foram obedecidas as exigências nacionais para obras públicas, e o uso de composições unitárias refletiu as particularidades do sistema

construtivo adotado (paredes de concreto moldadas *in loco*) e das ferramentas disponíveis até o momento.

O *software* utilizado para a orçamentação foi o OrçaFascio, que, com o *plug-in* OrçaBIM operando no ambiente do *Autodesk Revit*, permite a associação das composições unitárias previamente selecionadas com os objetos modelados por meio de filtros, decorrentes dos parâmetros atribuídos na fase de projeto como mostra a Figura 1. Sua escolha foi motivada pelo rápido e fácil aprendizado para manuseio, necessários devido à alta rotatividade de membros da equipe, em contraponto a outros *softwares* com interface complexa e que exigem treinamento robusto. Além disso, um memorial de cálculo mais completo, porém objetivo, pode ser gerado para fins de auditoria interna e externa. Entre os pontos fracos, identificou-se a necessidade de selecionar as composições unitárias previamente ao levantamento de quantitativos, uma vez que já existem outros no mercado capazes de sugerir composições com base nos parâmetros atribuídos nos objetos, e que possuem plataforma de visualização própria sem a necessidade de uma licença do *software* de projeto.

Figura 1: Interface e vinculação de parâmetros no OrçaBIM



Fonte: as autoras.

Nesse contexto, com a evolução do processo por efeito aprendizado e pelo avanço do conhecimento dos pesquisadores com relação ao BIM, foram sendo percebidos e registrados requisitos básicos por meio de tentativas e erros, com o objetivo de refinar o orçamento e reduzir o tempo gasto na atribuição dos filtros.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Diante do exposto, cinco requisitos foram considerados imprescindíveis para uma efetiva orçamentação em BIM com a utilização do *software* Orçafascio e seu *plug-in* OrçaBIM. Todos partem do objetivo principal: parametrização do modelo conforme as necessidades orçamentárias, já que a quantificação de insumos e serviços deve ser possibilitada pela modelagem [3].

ALINHAMENTO DAS FAMÍLIAS USADAS NA MODELAGEM

Com o desenvolvimento da maturidade BIM de todos os envolvidos e a integração orçamentista-projetista, uma etapa de interação melhorou significativamente o processo de orçamentação: o mapeamento de todas as famílias criadas pela equipe de Arquitetura e a criação de uma planilha, internamente denominada “Planilha de Famílias”, onde foram indicadas o nome das categorias e dos elementos modelados.

No projeto paramétrico, o projetista deve definir uma família, que é um conjunto de relações e regras para controlar os parâmetros pelos quais as instâncias dos elementos podem ser geradas, dentro do contexto de cada objeto [7].

Com essas famílias mapeadas, os orçamentistas conseguiram indicar quais os parâmetros devem ser atribuídos aos objetos para que seja possível a sua quantificação conforme as unidades requeridas como área, volume, comprimento, ou outro a ser criado por meio de fórmulas. Esse procedimento otimizou o tempo gasto na atribuição de filtros dentro do OrçaBIM, uma vez que o nome das categorias e parâmetros já foram previamente definidos.

Infere-se que, no futuro, as empresas devem estabelecer como pré-requisito a verificação da viabilidade da estrutura do modelo [7], e que a modelagem por parâmetros, embora não necessariamente disponibilize a visualização 3D, surge como uma alternativa simples para extração de quantitativos para orçamentos de cunho operacional [9].

ATENDIMENTO À ESTRUTURA ANALÍTICA DE PROJETO (EAP)

A elaboração da Estrutura Analítica de Projeto (EAP), internacionalmente conhecida como *Work Breakdown Structures* (WBS), é a principal técnica para gerenciamento do escopo sugerida pelo PMBOK [10], e se provou ferramenta fundamental no alinhamento de necessidades entre a equipe de arquitetura e a de custos no presente estudo de caso. Sendo assim, sugere-se a definição conjunta de uma estrutura de trabalho que seja refletida na divisão dos elementos, por exemplo em pavimentos, ou em fases de construção, de acordo com as necessidades específicas. A divisão de todo o trabalho garante um melhor controle do escopo do projeto e, portanto, um planejamento mais preciso e estimativa de custos [11].

Nesse sentido, se as equipes estabelecerem que o orçamento e o cronograma serão divididos em pavimentos, todo os projetos devem seguir o mesmo padrão. Dentro do projeto arquitetônico, essa informação pode vir por meio dos níveis de lançamento do

projeto, para que seja possível quantificar por exemplo a alvenaria do pavimento térreo separada do pavimento superior. Sendo assim, uma parede que tenha sido lançada no térreo, porém extrudada até o pavimento de cobertura, não atenderia a EAP, devendo estar modelada separadamente. Caso contrário, o orçamento não refletiria esse mesmo padrão, salvo com a edição manual ou adoção de percentuais, que não é o foco de um processo BIM que preza pela assertividade.

CONFORMIDADE COM A BASE DE DADOS ORÇAMENTÁRIA

Após a definição da base orçamentária principal e do conhecimento de seus cadernos técnicos e forma de aferição dos serviços, foi possível elencar quais os parâmetros adicionais devem ser inseridos, em sua maioria em forma de texto, para atender ao padrão de tal base. No presente estudo, a base principal foi o SINAPI.

Um exemplo desse impacto foi a orçamentação do sistema construtivo das obras, paredes de concreto moldadas *in loco*, com composições diferentes para o sistema de fôrmas, devido à variação da produtividade da mão de obra se forem localizadas em faces internas da edificação ou em panos de fachada. Tal informação foi então repassada para a equipe de arquitetura, que por sua vez, criou um parâmetro denominado “local de instalação” separando as paredes internas e externas para que essa quantificação pudesse estar nos padrões da composição de custo unitária. Com a informação adicionada, foi possível a criação de uma fórmula no OrçaBIM na qual a parede com o local de instalação “externa” teria uma face interna e a outra como pano de fachada, e as “internas” com duas faces internas.

Felisberto *et al*. [12] comentam que os parâmetros de texto são eficazes nessa compatibilização e que ajudam a melhorar o processo e a precisão das estimativas pré-licitação.

LINKS DOS MODELOS ARQUITETÔNICOS

O planejamento dos processos de projeto também deve passar pela aquisição de *hardware* compatível com o nível de processamento exigido pelos modelos. Devido às limitações de processamento computacional, o projeto pode ser modelado separadamente e *linkado* posteriormente no *Autodesk Revit* em um único modelo de visualização para um panorama geral do projeto.

No estudo de caso em questão, devido à natureza das soluções sugeridas pelas equipes de pesquisa, os projetos foram subdivididos em blocos funcionais, refletidos na EAP, o que permitirá a implantação parcial ou total das soluções de acordo com a necessidade e o planejamento do cliente.

Dessa forma, foi levantada a necessidade da criação de um parâmetro em forma de texto que possibilitasse essa quantificação separada para cada modelo *linkado*. Caso contrário, sem a atribuição desse filtro o OrçaBIM apresenta a quantidade total de elementos, como todas as lajes ou todas as paredes, o que não estaria em conformidade com a EAP.

PADRONIZAÇÃO E MANUTENÇÃO DE PARAMETRIZAÇÃO ADOTADA

É imprescindível a padronização dos processos por meio de documentos técnicos que registrem a evolução da maturidade BIM, um “protocolo BIM” que registre todas as etapas e os padrões estabelecidos em todo o seu desenvolvimento [13-14]. Dentro desse protocolo, deve existir também a padronização da nomenclatura dos elementos modelados, sejam eles arquivos, famílias ou filtros.

O fluxo de trabalho exigido pelo OrçaBIM, embora demorado inicialmente durante a aplicação dos filtros nas composições orçamentárias, permite uma otimização nas etapas seguintes quando há atualização dos projetos e, consequentemente, do orçamento. Quando os filtros já foram estabelecidos corretamente, a vinculação de um novo modelo permite a atualização automática dos quantitativos.

No entanto, essa automatização só funciona se não houver nenhuma mudança na nomenclatura das categorias e parâmetros entre as versões do projeto, o que inicialmente foi um problema no estudo de caso. As regras são válidas inclusive para a diferenciação do gênero das palavras, onde uma parede com o parâmetro “local de instalação” interna, não será lida pelo OrçaBIM caso seja trocado para “interno”, exigindo retrabalho para adequação dos filtros. Situação semelhante ocorre quando não existe nomenclatura das famílias definida em fase preliminar de projeto, mas, com a evolução para anteprojeto e executivo, os projetistas optam por trocar.

CONCLUSÃO

O presente trabalho se propôs a comentar a visão acadêmica da modelagem da informação em projetos arquitetônicos inseridos no processo BIM e como tal informação é utilizada para a elaboração de orçamentos. Apesar das fontes comentarem diversidade de softwares e demandas do LOD necessário, enfatizou-se a necessidade de aprofundar a extração de quantitativos além da geração automática de tabelas, e teste dos softwares para que se adequem à realidade de orçamentação brasileira. O segundo objetivo, de resumir o conhecimento sobre o tema em um estudo de caso de edificações especiais complexas, permitiu a elaboração de cinco requisitos para a orçamentação em BIM a partir de projetos arquitetônicos: alinhamento das famílias usadas na modelagem, atendimento à estrutura analítica de projeto, conformidade com a base de dados orçamentária, links dos modelos arquitetônicos, e padronização e manutenção da parametrização adotada.

Embora os cinco requisitos levantados possam ser considerados simples por profissionais que já tem familiaridade com o processo BIM, sua implementação no estudo de caso provocou uma melhora significativa nos processos de orçamentação no fluxo de informações entre a equipe de custos e a equipe de projeto arquitetônico. Mais ainda, as deficiências percebidas na modelagem do projeto arquitetônico puderam ser estendidas aos demais projetos complementares. Uma vez que a automatização da quantificação é uma das vantagens frequentemente apontadas para

uso da metodologia BIM, tais requisitos são fundamentais para uso do potencial completo dessa metodologia.

Vale ressaltar que tais procedimentos são passíveis de aplicação somente com o trabalho colaborativo, ou seja, com a participação do orçamentista desde a concepção do projeto, e não do modo tradicional, apenas na última etapa antes da execução. Deve haver constante retroalimentação da planilha de famílias, até que sejam validados os parâmetros atribuídos, e só então o projeto pode ser modelado de fato, além da elaboração da EAP em conjunto com todas as partes envolvidas, escolha da base de dados orçamentária e conhecimento dos seus cadernos técnicos, e a padronização de nomenclatura, documentos e forma de modelagem (modelo único ou vários *linkados*).

O processo de orçamentação, foco deste trabalho, só será efetivo se a concepção dos projetos atender aos requisitos e prover o nível de informação necessário. Caso contrário, um orçamento em BIM pode se igualar a um produto tradicional sem nenhum benefício que justifique a sua utilização.

É importante salientar também que a quantificação e estimação possibilitadas pelos modelos em BIM são apenas o primeiro passo no processo de orçamento como um todo. A maior precisão e automação no levantamento de quantitativos oferecida pelo BIM não lida com condições específicas do canteiro ou com a complexidade da edificação, que dependem da experiência do orçamentista [7].

Os aspectos aqui relatados são apenas alguns dos requisitos que uma orçamentação em BIM precisa apresentar aos projetistas para um uso da metodologia em seu nível de maturidade ideal. Dependendo dos softwares e, consequentemente, dos arquivos produzidos, problemas como perda de informação de elementos e uso de diferentes métodos de quantificação aparecem como novos desafios a serem superados em prol da qualidade dos modelos gerados. Além destes, planejamento, gerenciamento sistêmico e trabalho colaborativo continuam essenciais para uso do modelo BIM assim como são essenciais para modelos tradicionais de projeto. Tais metas de gerenciamento podem ser alcançadas após elaboração de um plano de execução BIM pelas pessoas interessadas.

REFERÊNCIAS

[1] BIM BR. **Estratégia BIM BR:** Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling – BIM. 2018. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. Livreto BR-6, 36 p.

[2] ABDI. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. **Guia 3 - BIM na Quantificação, orçamentação, planejamento e gestão de serviços da construção.** Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. Vol. 3, 22 p. Brasília, DF: ABDI, 2017.

[3] ABDI. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. **Guia 1 – Processo de projeto BIM.** Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. Vol. 1, 82 p. Brasília, DF: ABDI, 2017.

[4] ZIMA, K.; MITIERA-KIELBASA, E. Proposal of levels of detail LOD in building projects implementing BIM. **Advances and Trends in Engineering Sciences and Technologies III** – Al Ali & Platko (Eds) 2019 Taylor & Francis Group, London. P. 669-675. ISBN 978-0-367-07509-5.

[5] BABATUNDE, S. O. *et al.* An investigation into BIM-based detailed cost estimating and drivers to the adoption of BIM in quantity surveying practices. **Journal of Financial Management of Property and Construction,** v. 25, n. 1, p. 61-81, 2020. DOI: https://doi.org.br/10.1108/JFMPC-05-2019-0042

[6] ARAÚJO FILHO, L. *et al*. Orçamento de referência para licitação de obras públicas no Brasil: comparação do método tradicional de levantamento de quantitativos com a extração automática por meio de software BIM. In: CONGRESSO DE CONSTRUÇÃO CIVIL - CONSTRUÇÃO 2020, 2020, Brasília. **Anais [...]** Brasília. Universidade de Brasília, 2005, p.145-152. ISBN: 978-65-86503-22-7.

[7] EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **BIM Handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors**. 2. ed. Nova Iorque: John Wiley & Sons, 2011.

[8] ARAÚJO, L. *et al*. Orçamentação no processo BIM: cenário atual da construção civil brasileira e lições aprendidas. In: CONGRESSO DE CONSTRUÇÃO CIVIL - CONSTRUÇÃO 2020, 2020, Brasília. **Anais [...]** Brasília. Universidade de Brasília, 2005, p.188-194. ISBN: 978-65-86503-22-7.

[9] FENATO, T. M. *et al.* Método para elaboração de orçamento operacional utilizando um software de autoria BIM. **Ambiente Construído**, v. 18, n. 4, p. 279-299, 2018. DOI: http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212018000400305

[10] PMI. Project Management Institute. **A guide to the Project Management Body of Knowledge** (PMBOK guide). 6 ed. 2017.

[11] IBRAHIM, Y. M. *et al*. Towards automated progress assessment of workpackage componentes in construction projects using computer vision. **Advanced Engineering Informatics**, v. 23, p. 93–103, 2009. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.aei.2008.07.002

[12] FELISBERTO, A. D. *et al*. BIM cost estimation guidelines for Brazilian public sector infrastructure. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, v. 12, p. e021004, 2021. DOI: http://dx.doi.org/10.20396/parc.v12i00.8659766

[13] KUMAR, B. **A Practical Guide to Adopting BIM in Construction Projects.** [s.l.] Dunbeath, Scotland: Whittles Publishing, 2015.

[14] HO, H.H. BIM Standards in Hong Kong: Developmente, Impact and Future. In: 7th ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE ONARCHITECTURE AND CIVIL ENGINEERING (ACE 2019), 2019. **Anais [...]** 2019, p.519-527. DOI: http://dx.doi.org/ 10.5176/2301-394X_ACE19.606