

AVALIAÇÃO DE QUANTITATIVOS E PLANEJAMENTO DE CUSTOS UTILIZANDO PROCESSO BIM

Evaluation of quantitative and cost planning using BIM process

Laercio Adriano Benazzi Junior
Universidade Tecnológica Federal do Paraná | Apucarana, PR | benazzi.junior@gmail.com

Fábio Freire
Universidade Tecnológica Federal do Paraná | Apucarana, PR | fabiofreire@utfpr.edu.br

RESUMO

Tradicionalmente, a utilização de tecnologia na indústria da construção civil tem ocorrido de forma desconexa entre projeto e construção, acarretando na ineficiência das extrações de informações. Estudos experimentais que utilizem o processo BIM tornam-se importantes ferramentas para aprimorar a avaliação de quantitativos e controle de custos. Deste modo, o objetivo deste estudo foi realizar análise comparativa de quantidades e custos, extraídos de dois projetos de arquitetura modelados e classificados em BIM. Atribuiu-se prioridade a quantificação do item Revestimento de Paredes, considerado um dos elementos críticos da curva ABC. Após análise, constatou-se que no processo BIM há ganhos na visualização e precisão nas informações obtidas do modelo, necessários ao planejamento de custos.

Palavras-chave: Modelagem da informação na construção, Extração de quantitativos; Planejamento de custos.

ABSTRACT

Traditionally, the use of technology in construction has occurred in a disconnected way between design and construction, leading to inefficient information extraction. Experimental studies using the BIM process have become an important tool for quantitative and cost control evaluation. Therefore, the aim of this study was to perform comparative analysis of quantities and costs extracted from two architecture designs modeled and classified in BIM. Attention was given to the quantification of the Wall Coating item, considered one of the most important elements of the ABC curve. The analysis verified that the BIM process brings gains in visualization and precision from the information obtained from the model, necessary to cost planning.

Keywords: Building Information Modeling; Extraction of quantitative; Cost planning.

1 INTRODUÇÃO

O sistema tradicional de construção é desconexo e complexo, dividido principalmente em duas áreas - projeto e construção - nos quais, os envolvidos na indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) raramente atuam de forma colaborativa. Apesar das diversas tentativas, a colaboração na indústria AEC ainda não é tão bem-sucedida, quando comparado a outros setores (EASTMAN *et al.*, 2008).

Na literatura científica recente, relacionada a tecnologia da informação na construção, o processo BIM (*Building Information Modeling*) surge como a solução para muitos problemas de gestão das informações em um edifício, dado que o protótipo virtual produzido por *softwares* BIM possibilita a extração de informações automatizadas e precisas.

O modelo BIM é um protótipo virtual com banco de dados próprio e todos os *softwares* BIM fornecem banco de dados vinculado diretamente ao protótipo virtual (WITICOVSKI; SCHEER, 2011; EASTMAN *et al.*, 2008). Assim, com base nas informações que o modelo BIM disponibiliza é possível aprimorar o processo de planejamento e controle de custos de edifícios.

O planejamento de custos de um edifício tem como premissa básica os projetos, nos quais são identificados os serviços necessários à sua construção e respectivas quantidades (MATTOS, 2006). Nesta perspectiva, o refinamento nos procedimentos para levantamento de quantidades, a partir de modelo BIM, contribui

decisivamente para obtenção de melhores resultados no processo de planejamento e controle de custos de edifícios.

O método empregado, neste estudo experimental, para avaliar a eficiência do processo BIM no levantamento de quantidades e custos utiliza os softwares ARCHICAD e EXCEL, executado por meio da troca de dados de forma bidirecional. Também foi comparada a precisão das informações obtidas em modelos BIM e sistema tradicional de orçamentação.

2 METODOLOGIA

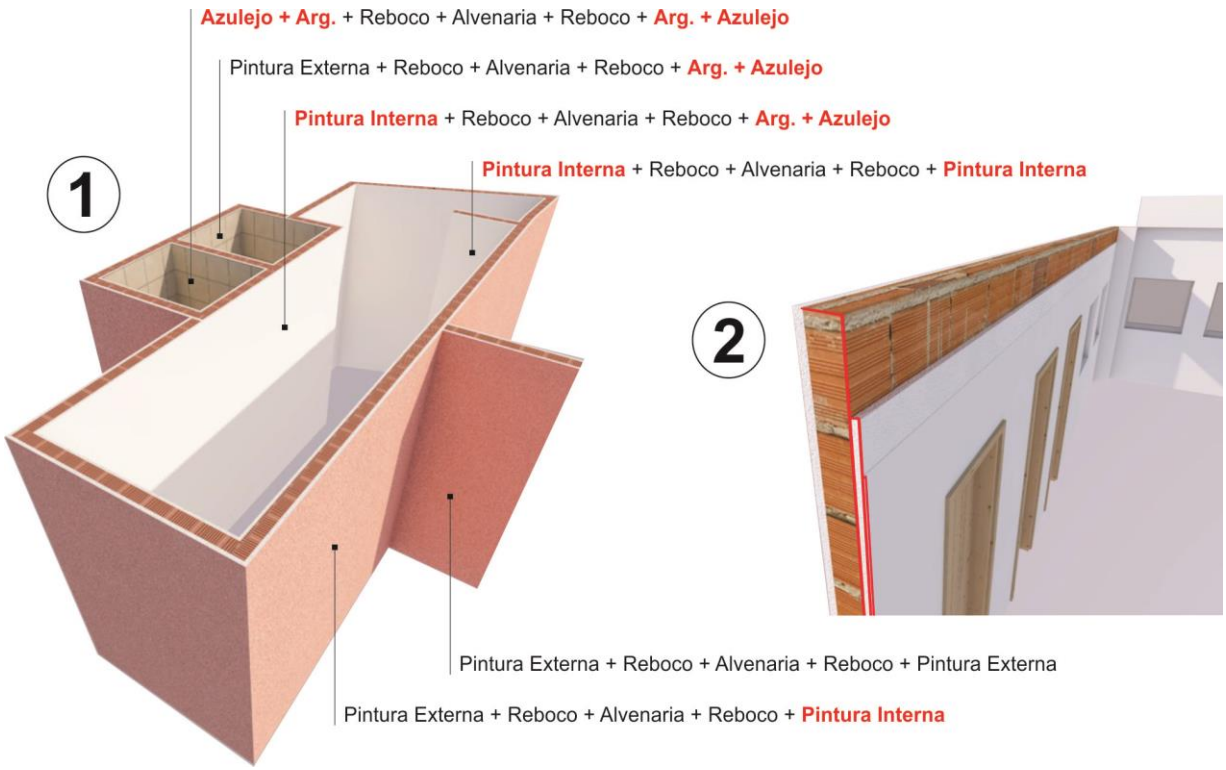
Deu-se início a esse estudo a partir de modelos de arquitetura BIM desenvolvidos pelo autor. O estudo busca quantificar o item Revestimento de Paredes, considerado um dos elementos críticos da curva ABC, em dois modelos arquitetônicos de edifícios, um com características de construção horizontal e outro vertical. Optou-se pela utilização do software ARCHICAD 21 BR para a modelagem de arquitetura BIM, combinado ao software EXCEL.

No modelo de arquitetura o elemento parede foi sistematizado, com inserção das camadas de revestimentos, e classificado de acordo com o padrão existente no software ARCHICAD. Para tornar verossímil as quantidades extraídas, optou-se pela combinação do modelo de arquitetura e estrutura em um único arquivo. Nesse caso, considera-se que a arquitetura e estrutura estão compatibilizadas. É importante ressaltar que os modelos BIM foram organizados e classificados, de tal forma que os quantitativos pudessem ser extraídos exaustivamente em diversas situações (por ex. pavimento, setor, ambientes).

Posteriormente a modelagem BIM, obtém-se informações, na forma de tabelas do banco de dados dos modelos, em formato compatível com o software EXCEL. Destaca-se que na versão 22 do software ARCHICAD, apresentada em meados de julho de 2018, é possível utilizar expressões incorporados ao próprio aplicativo.

Finalmente, após a obtenção de dados dos modelos BIM, combinados ao software EXCEL, é realizada análise comparativa com dados obtidos no processo tradicional de orçamentação - projetos desenvolvidos em CAD (C*omputer Aided Design*), em que grande parte dos dados são calculados manualmente pelo projetista.

Figura 1: Modelo BIM genérico – organização das camadas dos elementos de parede (1) e Modelo BIM genérico – camadas com alturas variadas para alvenaria, reboco e pintura (2).



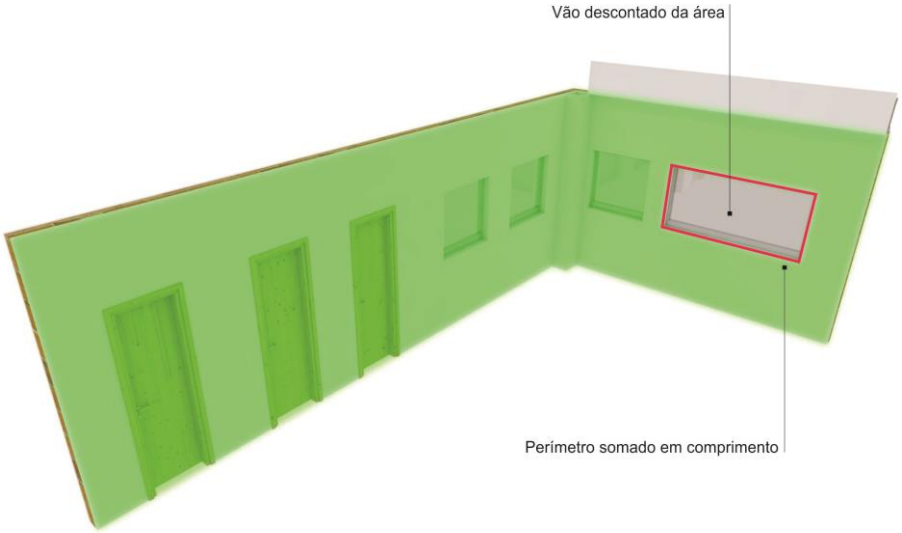
Fonte: Autor, 2018.

Figura 2: Modelo BIM genérico - validação de regras para obtenção de dados quantitativos (1) e Modelo BIM genérico – com regras para obtenção da área líquida (2).



Fonte: Autor, 2018.

Figura 3: Modelo BIM genérico – com regras para obtenção da área bruta, descontando vãos > 2,00 m^2.



Fonte: Autor, 2018.

2.1 Características do modelo de edificação horizontal

A primeira etapa do estudo consistiu em desenvolver um protótipo digital de um edifício de 02 (dois) pavimentos, com elementos de vedação em alvenaria/drywall e revestimentos em reboco, pintura e cerâmica, localizado no município de São João da Barra – RJ (conf. Figura 4).

Figura 4: Modelo BIM de arquitetura (esquerda) e estrutura (direita) de edifício comercial de 02 (dois) pavimentos.

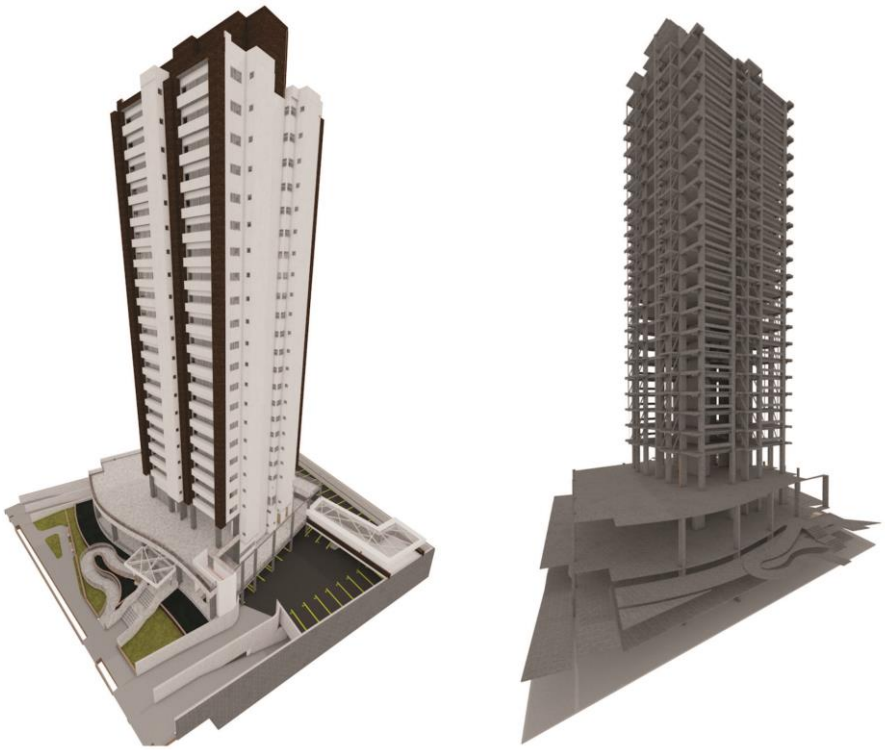


Fonte: Autor, 2018.

2.2 Características do modelo de edificação vertical

O segundo protótipo digital utilizado neste estudo, ainda na primeira etapa, é de um edifício vertical de 23 (vinte e três) pavimentos, com elementos de vedação em alvenaria/drywall e revestimentos em reboco, pintura e cerâmica, localizado no município de Londrina – PR (conf. Figura 5).

Figura 5: Modelo BIM de arquitetura (esquerda) e estrutura (direita) de edifício residencial de 23 (vinte e três) pavimentos.



Fonte: Autor, 2018.

3 RESULTADOS

A análise comparativa entre o método tradicional e o processo BIM, para obtenção de quantidades de revestimentos de parede utilizados nesse estudo, apurou que o método tradicional deixou de identificar 8,44% (edifício horizontal) e 7,38% (edifício vertical) das quantidades apuradas no modelo BIM.

Tabela 1: Quantificação de revestimentos de parede, de edifício horizontal, utilizando modelo BIM

Revestimentos	Material (m²)	M.O. (m²)	M.O. (m)
Argamassa Colante	555,92	595,40	192,94
Azulejo	558,14	597,24	192,94
Bloco de Concreto - Enchimento	241,68	241,68	---
Drywall RU - Chapa Resistente à Umidade	417,45	440,71	192,94
Drywall ST - Chapa Standard	1.817,50	1.643,67	1.655,26
Estuque - Áspero	2.591,19	2.605,90	700,91
Ferro container	31,22	31,22	16,40
Madeira Compensada	71,66	71,66	---
Montante - M48	15,43	15,43	13,94
Montante - M70	921,37	960,38	40,40
Pedra - Fachada	28,61	28,61	---
Pintura - Branco Acetinado	3.053,34	2.898,35	2.222,12
Reboco externo	3.155,30	3.171,60	700,91
Reboco interno	948,40	985,94	566,86
Tijolo - Cerâmico 11,5x19x39	1.495,06	1.532,60	591,06

Fonte: Autor, 2018.

As áreas na Tabela 1 de Material (m²) consideram superfícies líquidas, e para M.O. (mão de obra) (m²) superfícies com critério de vãos maiores que 2,00 m² (dois metros quadrados) desconsiderados da área bruta, e considerado o perímetro desse vão para a quantidade M.O. (m).

O processo de quantificação em BIM resulta em quantidades específicas para o planejamento e aquisição de material, assim como, para o pagamento da mão-de-obra por área e comprimento (conf. Tabela 2). Os custos do metro linear de mão de obra (M.O. (R$/m)) equivale à 50% dos custos do metro quadrado (M.O. (R$/m²)).

Tabela 2: Custos de revestimentos de parede, de edifício horizontal, utilizando análise BIM

Revestimentos	Material (R$/m²)	M.O. (R$/m²)	M.O. (R$/m)	Material (R$)	Mão-de-obra (R$)
Argamassa Colante	R$7,00	NA	NA	R$3.891,42	---
Azulejo	R$30,00	R$15,00	R$7,50	R$16.744,19	R$10.405,59
Bloco de Concreto	R$23,00	R$30,00	R$15,00	R$5.558,71	---
Drywall RU	R$60,00	NA	R$12,00	R$25.047,05	R$2.315,26
Drywall ST	R$60,00	NA	R$12,00	R$109.050,23	R$19.863,15
Estuque - Aspero	R$30,00	R$15,00	R$7,50	R$77.735,75	R$44.345,29
Ferro container	R$70,00	NA	NA	R$2.185,50	---
Madeira Compensada	R$200,00	R$50,00	R$25,00	R$14.331,98	R$3.583,00
Montante - M48	R$30,00	R$12,00	NA	R$462,90	R$185,16
Montante - M70	R$30,00	R$12,00	NA	R$27.641,07	R$11.524,52
Pedra - Fachada	R$30,00	R$15,00	R$7,50	R$858,32	R$429,16
Pintura - Branco Acetinado	R$12,50	R$15,00	R$7,50	R$38.166,80	R$60.141,24
Reboco externo	R$8,00	R$25,00	R$12,50	R$25.242,43	R$88.051,29
Reboco interno	R$6,00	R$22,00	R$11,00	R$5.690,42	R$27.926,23
Tijolo - Cerâmico	R$23,00	R$30,00	NA	R$34.386,28	R$45.977,85
				Material (R$)	**Mão de obra (R$)**
			Sub-total	**R$386.993,06**	**R$314.747,74**
			Total	**R$701.740,80**	

Fonte: Autor, 2018.

O resultado do método tradicional, que não identifica quantidades especificas para mão de obra, é apresentado na Tabela 3. Todos os custos são aplicados com base na quantidade líquida.

Tabela 3: Custos de revestimentos de parede, de edifico horizontal, utilizando método tradicional.

Revestimentos	Mat + M.O. (R$/m²)	Mat + M.O. (R$)
Argamassa Colante	R$7,00	R$3.891,42
Azulejo	R$45,00	R$25.116,29
Bloco de Concreto - Enchimento	R$53,00	R$12.809,20
Drywall RU - Chapa Resistente à Umidade	R$60,00	R$25.047,05
Drywall ST - Chapa Standard	R$60,00	R$109.050,23
Estuque - Áspero	R$45,00	R$116.603,63
Ferro container	R$70,00	R$2.185,50
Madeira Compensada	R$250,00	R$17.914,98
Montante - M48	R$42,00	R$648,06
Montante - M70	R$42,00	R$38.697,50
Pedra - Fachada	R$45,00	R$1.287,48
Pintura - Branco Acetinado	R$27,50	R$83.966,96
Reboco externo	R$33,00	R$104.125,01
Reboco interno	R$28,00	R$26.555,30
Tijolo - Cerâmico 11,5x19x39	R$53,00	R$79.237,94
	Total	**R$647.136,56**

Fonte: Autor, 2018.

A diferença apurada entre o total da Tabela 2 – modelo BIM e Tabela 3 – método tradicional representa um custo 8,44% inferior quando se utiliza o método tradicional para quantificação de custos.

A Tabela 4 apresenta os itens, de revestimentos de parede, quantificados no projeto de edifício vertical.

Tabela 4: Quantificação de revestimentos de parede, de edifício vertical, utilizando modelo BIM.

Revestimentos	Material (m²)	M.O (m²)	M.O (m)
Argamassa Colante	2.724,16	2.424,67	2.216,56
Azulejo	2.469,99	2.167,39	2.216,56
Bloco de Concreto - Estrutural	1.786,65	1.786,65	---
Concreto	51,67	51,67	---
Concreto Armado - Estrutural	1.603,38	1.603,38	---
Drywall ST - Chapa Standard	5.083,91	4.632,90	3.232,87
Membrana - Impermeável	1.579,05	1.579,05	---
Montante M70 - para drywall	1.451,13	1.451,13	915,63
Pedra mármore	250,51	250,51	---
Placa Cimentícia	1.416,84	1.416,84	---
Reboco externo	9.416,00	10.213,36	1.233,69
Reboco interno	13.266,11	13.636,49	5.448,65
Tijolo - Cerâmico	8.937,29	9.765,75	2.669,57
Tinta externa clara	4.753,55	5.064,92	1.104,21
Tinta externa escura	3.451,99	3.563,86	129,48
Tinta interna branca	14.932,23	15.117,22	6.581,76

Fonte: Autor, 2018.

O processo de quantificação em BIM resulta em quantidades específicas para o planejamento e aquisição de material, assim como, para o pagamento da mão de obra por área e comprimento (conf. Tabela 5).

Tabela 5: Custos de revestimentos de parede, de edifício vertical, utilizando análise BIM

Revestimentos	Material (R$/m²)	M.O. (R$/m²)	M.O. (R$/m)	Material (R$)	M.O. (R$)
Argamassa Colante	R$7,00	NA	NA	R$19.069,15	---
Azulejo	R$30,00	R$15,00	R$7,50	R$74.099,65	R$49.135,10
Bloco de Concreto - Estrutural	R$23,00	R$30,00	R$15,00	R$41.092,92	R$53.599,46
Concreto	R$290,00	R$50,00	NA	R$14.985,17	R$2.583,65
Concreto Armado - Estrutural	R$290,00	R$50,00	NA	R$464.979,01	R$80.168,80
Drywall ST - Chapa Standard	R$60,00	NA	R$12,00	R$305.034,88	R$38.794,40
Membrana - Impermeável	R$25,00	R$13,00	NA	R$39.476,27	R$20.527,66
Montante M70 - para drywall	R$30,00	R$12,00	NA	R$43.533,80	R$17.413,52
Pedra mármore	R$30,00	R$15,00	R$7,50	R$7.515,24	R$3.757,62
Placa Cimentícia	R$100,00	R$30,00	R$15,00	R$141.683,57	R$42.505,07
Reboco externo	R$8,00	R$25,00	R$12,50	R$75.327,99	R$270.755,23
Reboco interno	R$6,00	R$22,00	R$11,00	R$79.596,69	R$359.937,89
Tijolo - Cerâmico	R$23,00	R$30,00	NA	R$205.557,70	R$292.972,58
Tinta externa clara	R$30,00	R$15,00	R$7,50	R$142.606,55	R$84.255,39
Tinta externa escura	R$30,00	R$15,00	R$7,50	R$103.559,70	R$54.429,03
Tinta interna branca	R$12,50	R$15,00	R$7,50	R$186.652,92	R$276.121,41
				Material (R$)	**M.O. (R$)**
			Subtotal	**R$1.944.771,22**	**R$1.646.956,82**
			Total		**R$3.591.728,04**

Fonte: Autor, 2018.

O resultado do método tradicional, que não identifica quantidades especificas para mão de obra, é apresentado na Tabela 6. Todos os custos são aplicados com base na quantidade líquida.

Tabela 6: Custos de revestimentos de parede, de edifico vertical, utilizando método tradicional.

Revestimentos	Material + M.O. (R$/m²)	Material + M.O. (R$)
Argamassa Colante	R$7,00	R$19.069,15
Azulejo	R$45,00	R$111.149,48
Bloco de Concreto - Estrutural	R$53,00	R$94.692,38
Concreto	R$340,00	R$17.568,82
Concreto Armado - Estrutural	R$340,00	R$545.147,81
Drywall ST - Chapa Standard	R$60,00	R$305.034,88
Membrana - Impermeável	R$38,00	R$60.003,93
Montante M70 - para drywall	R$42,00	R$60.947,33
Pedra mármore	R$45,00	R$11.272,86
Placa Cimentícia	R$130,00	R$184.188,64
Reboco externo	R$33,00	R$310.727,94
Reboco interno	R$28,00	R$371.451,21
Tijolo - Cerâmico	R$53,00	R$473.676,44
Tinta externa clara	R$45,00	R$213.909,83
Tinta externa escura	R$45,00	R$155.339,55
Tinta interna branca	R$27,50	R$410.636,43
	Total	**R$3.344.816,67**

Fonte: Autor, 2018.

A diferença apurada entre o total da Tabela 5 - modelo BIM e Tabela 6 - método tradicional representa um custo 7,38% inferior quando se utiliza o método tradicional para quantificação de custos. O modelo BIM contabiliza as quantidades líquidas (descontando vãos) para materiais, e quantidades brutas para mão de obra com critério de excluir áreas de vãos maiores que 2,00 m² (dois metros quadrados) e somando o perímetro desses vãos para contabilização de metragem linear.

4 CONSIDERAÇÕES

O BIM oportuniza a extração de quantitativos e custos diretamente dos elementos do modelo, com a vantagem de permitir a constante atualização dos dados à medida que o projeto é alterado. Levantamentos a partir de um modelo BIM devem atender algumas condições básicas para que não apresentem falhas, são elas: classificação dos elementos, especificações e identificação de conflitos.

Nesse estudo, toda a informação gerada durante a extração de dados do modelo de arquitetura BIM resultou um banco de dados importante para a quantificação de materiais e custos. Outro aspecto relevante dos modelos de arquitetura BIM foi a possibilidade de visualização e checagem das informações, mais próximas às características geométricas da construção real.

Além do mais, é importante advertir que a interpretação e análise do projetista desempenha papel crítico na obtenção das informações. Todavia, as tarefas de organização e visualização em modelos BIM contribuem para reduzir tempo em uma estimativa de custos, esclarecer a origem dos dados e melhorar a precisão da estimativa, principalmente quando comparado ao método tradicional.

REFERÊNCIAS

EASTMAN, C. et al. **BIM Handbook**: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors. United States of America: John Wiley & Sons, 2008. 490 pg.

GOLDMAN, P. **Introdução ao Planejamento e Controle de Custos na Construção Civil brasileira**. 4. ed. São Paulo: Pini, 2004. 176 pg.

GRAPHISOFT. **Open BIM. 2018**. Disponível em: <http://www.graphisoft.com/archicad/open_bim/open_bim_program/>. Acesso em: 29 abr. 2018.

MATTOS, A. D. **Como preparar orçamento de obras**: dicas para orçamentistas, estudos de caso e exemplos. São Paulo: Ed. Pini, 2006. 281 pg.

MATTOS, A. D. **As utilidades da Curva ABC de Insumos**. 2014. Disponível em: <http://blogs.pini.com.br/posts/Engenharia-custos/as-utilidades-da-curva-abc-de-insumos-308820-1.aspx>. Acesso em: 16 fev. 2018.

WITICOVSKI, Lilian; SCHEER, Sergio. **Levantamento de quantitativos em projeto**: Uma análise comparativa do fluxo de informações entre as representações em 2D e o modelo de informações da construção (BIM). 2011. 200 f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Setor de Tecnologia, UFPR. Curitiba, 2011.