

ANÁLISE DE QUANTITATIVOS PROVENIENTES DE UM MODELO BIM PARA ADEQUAÇÃO AO PROCESSO ORÇAMENTÁRIO DAS EMPRESAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL

Analysis of quantities from a BIM model to attend a cost estimation process of civil construction companies

Denise Latreille¹, Sergio Scheer¹

RESUMO: Este artigo tem como objetivo analisar quantitativos provenientes de um modelo BIM para utilização em processos orçamentários previamente estabelecidos em empresas de construção civil. A pesquisa bibliográfica aponta que a dificuldade da implantação de BIM em conjunto com a orçamentação é um problema causado pela falta de padronização e subjetividade inerentes ao processo de orçamentação. No estudo de caso apresentado, o mesmo projeto foi quantificado de duas maneiras distintas. Uma delas foi a quantificação denominada tradicional, que envolve a interpretação de projetos em duas dimensões e registro dos dados coletados em planilhas. A outra forma de quantificação se desenvolveu com base na Modelagem da Informação da Construção (*Building Information Modeling* – BIM). Como resultado do estudo de caso, foram obtidos dois conjuntos de quantitativos referentes às mesmas atividades. Análises sobre os resultados foram realizadas para verificar a possibilidade de validação de um modelo BIM por pessoas que não estejam envolvidas diretamente na modelagem (gerentes de custo e orçamentistas, por exemplo). Com um modelo validado, é possível utilizar os dados gerados pelo software BIM e ganhar tempo na orçamentação.

¹ Universidade Federal do Paraná - UFPR

PALAVRAS-CHAVE: BIM; Quantitativos; Orçamento; Validação.

ABSTRACT: This paper aims to analyze the quantity take-off from a BIM model for use in cost estimation processes previously established in construction companies. Bibliographic research points out that the difficulty of implementing BIM in conjunction with budgeting is a problem caused by the lack of standardization and subjectivity inherent in the process. In the case study presented, the same project was quantified in two different ways. One of them was called traditional quantification, which involves the interpretation of two-dimensional projects and the recording of data collected in spreadsheets. The other form of quantification was developed based on Building Information Modeling (BIM). As a result of the case study, two sets of quantitative data regarding the same activities were obtained. Result analyses were performed to verify if the validation of a BIM model by people not directly involved in the modeling (cost managers and budget planner, for example) is possible. With a validated model, data generated by BIM software can be used and save time on cost estimation.

KEYWORDS: BIM; Quantity take-off; Cost estimation; Validation.

How to cite this article:

LATREILLE, D.; SCHEER, S. Análise de quantitativos provenientes de um modelo BIM para adequação ao processo orçamentário das empresas de construção civil. **Gestão e Tecnologia de Projetos**, São Carlos, v.16, n.1, p.96-108, jan.2021. <http://dx.doi.org/10.11606/gtp.v16i1.163499>

Fonte de financiamento:

Declaro não haver

Conflito de interesse:

Declaro não haver

Submetido em: 24/10/2019

Aceito em: 16/12/2020

[Disponível online em Dezembro de 2020]



INTRODUÇÃO

A implantação da Modelagem da Informação da Construção (*Building Information Modeling* - BIM) incorre em mudanças não apenas na fase de projeto, mas também durante o ciclo de vida de uma edificação. A forma de interação entre as pessoas envolvidas é uma das modificações provenientes do uso de BIM no setor da construção civil (SAKAMORI, 2015). Um benefício percebido pelas empresas que estão migrando para o uso de BIM em seus empreendimentos é que, devido à maior integração entre os envolvidos, há melhora na compatibilização do projeto, evitando problemas durante a fase de execução (MONTEIRO; MÉDA; MARTINS, 2014).

Visto que podem fornecer diversas informações, os modelos BIM podem ser classificados de acordo com suas finalidades. Por exemplo, um modelo BIM pode ser utilizado para fins de estimativa de custo, contendo informações a serem utilizadas no levantamento de quantitativos e precificação de atividades (SUCCAR; SALEEB; SHER, 2016).

A orçamentação de um projeto, quando feita sem a utilização de BIM, demanda tempo e organização, principalmente para a etapa de quantificação (SABOL, 2008). Visando a otimizar o processo orçamentário com relação à qualidade e à rastreabilidade da informação, assim como garantir a economia de tempo, as empresas de construção apostam cada vez mais na contratação de tecnologia BIM. No entanto, existe um problema que pode ocorrer durante a fase de implementação da tecnologia. Tendo como base a proposição de que a planilha orçamentária tende a estar consolidada nas empresas, o orçamentista deve, então, orientar o responsável pela modelagem BIM para que os quantitativos provenientes deste modelo representem uma informação que possa ser utilizada dentro de um processo de orçamento já firmado. Com base nisso, questiona-se como é possível que os quantitativos fornecidos pela modelagem sejam validados por terceiros.

O objetivo deste artigo é analisar os quantitativos provenientes de um modelo BIM, com foco na utilização desses dados para a substituição do processo tradicional de levantamento de quantitativos. A possibilidade de validar um modelo BIM para atender a uma planilha orçamentária já estabelecida pode contribuir para a melhoria do processo orçamentário, principalmente em empresas de construção que estão em fase de implementação da tecnologia BIM.

Este artigo foi produzido com base na dissertação de mestrado de Latreille (2018), cujo título é “Análise da validação de quantitativos obtidos de um modelo BIM de arquitetura para atender a estimativa orçamentária de empresas de construção civil”.

REVISÃO DE LITERATURA

Um modelo BIM deve ser elaborado de modo a permitir a extração de quantitativos de acordo com a estrutura da planilha orçamentária (LEE; KIM; YU, 2014). A intervenção humana é necessária para interpretar os dados advindos do modelo BIM, de forma a organizar e transformar um conjunto de dados em informações úteis ao orçamento (LIU; LU; AL-HUSSEIN, 2016). Monteiro e Martins (2013) afirmam que, como o orçamento é baseado na interpretação humana, está sujeito a erro.

A falta de padronização nos orçamentos e nos softwares de orçamentação fomentam a subjetividade desse processo (ABANDA; KAMSU-FOGUEM; TAH, 2017). Harrison e Thurnell (2015) alertam para o cuidado que deve ser tomado quanto à orientação dada para a modelagem. A comunicação pode desencorajar o trabalho conjunto entre modeladores e orçamentistas quando muitas regras de modelagem são impostas. A heterogeneidade da modelagem BIM e orçamentação levam à lenta adoção de BIM nessas atividades (LAWRENCE et al., 2014). Na pesquisa de Hartmann et al. (2012),

a tentativa de implementar o BIM em uma organização gerou maior colaboração entre os envolvidos, que, por sua vez, permitiu customizar a implementação para atender às necessidades da empresa.

BIM e validação

Harrison e Thurnell (2015) sugerem que há inúmeros benefícios no BIM sobre os métodos tradicionais, principalmente através do aumento da eficiência e visualização que este modelo provê junto com a rápida identificação das mudanças de projeto. À medida que se aumenta o uso do BIM, ocorrerá uma mudança cultural na qual este modelo será visto como o caminho do futuro, e passará a ser amplamente utilizado pelos pesquisadores. Entretanto, devido a barreiras como projetos incompletos, falta de padrões para a orçamentação, questões legais e falta de suporte governamental, a realização destes benefícios encontra limitações.

A Figura 1, a seguir, descreve o processo de orçamentação através de um software BIM.

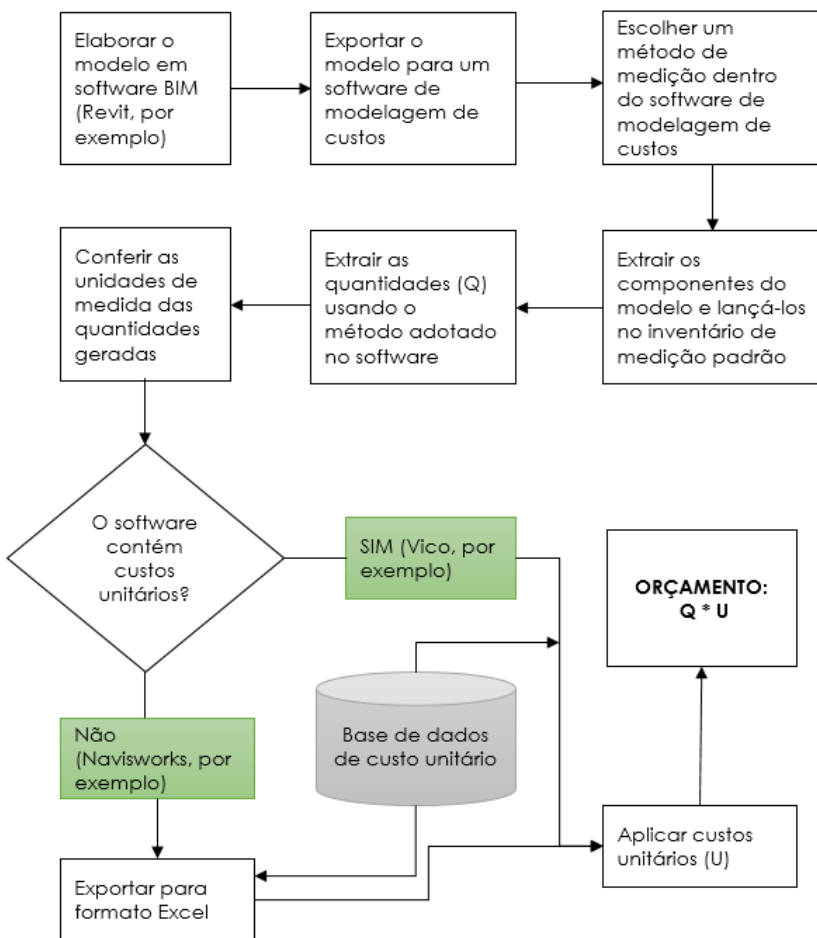


Figura 1: Processo de orçamentação em BIM

Fonte: Adaptado de Abanda, Kamsu-Foguem e Tah (2017, p. 444).

O conteúdo de um modelo paramétrico deve ser validado para garantir resultados confiáveis. A validação dos modelos paramétricos deve ser um esforço conjunto feito pelos modeladores e pelo cliente para melhorar a qualidade das soluções do projeto e atender às necessidades do cliente. Portanto, verificar a modelagem na fase de quantificação é fundamental. Pode-se citar como exemplo um erro na modelagem de dois pisos sobrepostos, o que pode levar à dupla contagem dos materiais utilizados.

MÉTODO DE PESQUISA

Esta pesquisa é do tipo exploratória, cujo objetivo é o aprimoramento de ideias. A estratégia de pesquisa utilizada para a elaboração deste artigo é um estudo de caso, que, de acordo com Gil (2007), tem o propósito de explorar situações da vida real cujos limites não estão claramente definidos, descrever a situação do contexto em que está sendo feita a investigação, e explicar as variáveis causais de determinado fenômeno em situações complexas em que não é possível a utilização de estratégias como o levantamento e os experimentos.

A Figura 2 a seguir ilustra as três etapas da pesquisa. A primeira delas foi marcada pela compreensão da lacuna de conhecimento, com base na revisão de literatura, que buscou compreender em profundidade a temática e a validação de modelos BIM.

A segunda etapa foi a realização do estudo empírico, que utilizou o processo tradicional de orçamentação e o processo BIM para quantificar um mesmo projeto, resultando em dois conjuntos de quantitativos. Com base nesses resultados, foram realizadas duas análises. Uma delas avalia a comunicação entre os envolvidos durante o estudo empírico. Já a segunda compara o tempo consumido para a revisão do orçamento nos dois processos. Em seguida, na terceira etapa da pesquisa, realizou-se uma verificação dos quantitativos fornecidos pelo modelo BIM de arquitetura do projeto, visando à validação dos dados.

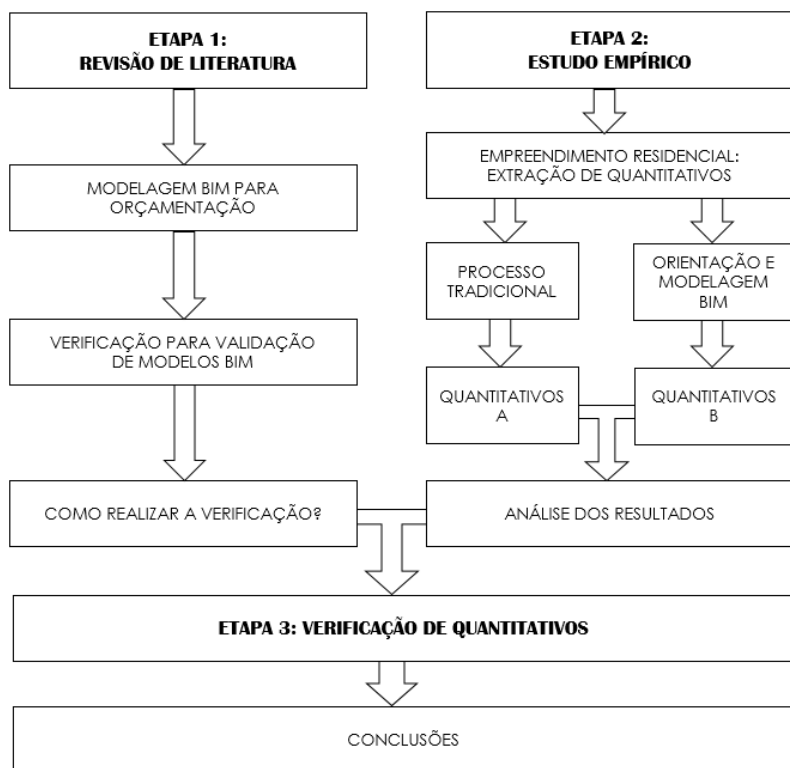


Figura 2: Etapas da pesquisa
Fonte: Os autores.

Estudo empírico

A orçamentação do projeto foi de responsabilidade da primeira autora deste artigo. Já a modelagem BIM do projeto foi realizada por uma empresa especializada no uso dessa tecnologia, neste estudo identificada como “empresa C”. A empresa C recebeu orientação quanto à forma com que os dados poderiam ser modelados para que os quantitativos se adequassem à planilha orçamentária.

O estudo foi desenvolvido com base em um empreendimento localizado na cidade de Curitiba – PR. O empreendimento, com área construída de 7.231,86 m², é composto por uma torre residencial (2 blocos), contendo dois subsolos, pavimento térreo e mais seis pavimentos acima do térreo, totalizando 35 apartamentos e 75 vagas de garagem. A vista 3D do empreendimento pode ser observada na Figura 3 abaixo.



Figura 3: Vista 3D do modelo

Fonte: Os autores.

A empresa C utiliza um software chamado CGEP, programado em linguagem PHP (Personal Home Page) para efetuar a gestão do projeto e a orçamentação. Esta é uma linguagem de programação adequada para desenvolver conteúdo na World Wide Web (WEB). Até o momento, não há comercialização do software para outras empresas que utilizam processos BIM. A Figura 4 a seguir sintetiza o processo BIM da empresa C para a criação de um modelo com dados de custo para uso na orçamentação.

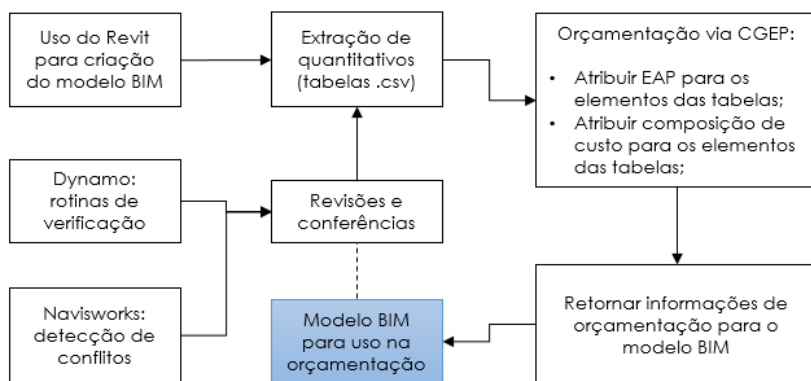


Figura 4: Processo BIM da empresa C

Fonte: Os autores.

RESULTADOS

Na Tabela 1, são apresentadas as quantidades obtidas para as atividades da planilha orçamentária. A coluna QUANT. A refere-se ao processo tradicional de orçamentação, enquanto a QUANT. B refere-se aos dados obtidos do processo BIM. É interessante notar que existem algumas atividades sem dados na coluna QUANT. B, o que significa que não foram informadas no software CGEP.

Tabela 1: Quantitativos A (processo tradicional) e B (processo BIM)

Fonte: Os autores.

ATIV.	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE	UN.	QUANT. A	QUANT. B
3.2	Tela de fachada	m ²	2.922	
4.1	Balancins e andaimes	m ²	3.599	
6.4	Limpeza permanente da obra - apartamentos e área comum	m ²	7.866,95	
8.5	Aterro com rachão/saibro	m ³	1.037	
12.1.1	Alvenaria geral, platibandas, chaminés, dutos, guarda-corpo	m ²	10.455,2	10.399,15
12.1.3	Muros (subsolos e implantação)	m ²	1.253,3	1.092,34
12.1.4	Paredes em drywall ou placa cimentícia (shafts)	m ²	238	
12.2.1	Cobertura com telhas + estrutura de madeira	m ²	355,7	
13.1	Cristalização	m ²	1.505,3	
13.2	Manta e proteção mecânica	m ²	1.566,1	2782,56
14.1	Contrapiso interno	m ²	4.097,7	4267,69
14.2	Contrapiso externo	m ²	1.736,3	1924,72
14.4	Emboço interno	m ²	14.399,8	14.797,10
14.5	Emboço externo fachada e implantação (exceto muros). Inclui toda a parte de cobertura e área técnica + muros terraço + dobras para telhados + chaminés e dutos + floreiras	m ²	6.659,1	5.778,84
14.6	Emboço muros	m ²	1.312,9	1.200,84
15.1	Pintura interna	m ²	12.632,7	13.630,12
15.2	Pintura subsolos: tubulação, vagas, faixas	m	2702,5	
15.3	Pintura subsolos: parede, pilares e teto	m ²	3.461,5	687,60

Tabela 1: Continuação

15.4	Textura rolada externa: muros térreos	m ²	601,4	984,62
15.5	Textura rolada interna: escadaria e área técnica	m ²	1.619,7	720,81
15.6	Textura em argamassa projetada fachada e implantação (exceto muros). Inclui toda a parte de cobertura e área técnica + muros terraço + dobras para telhados + chaminés e dutos + floreiras	m ²	4.117,0	5.196,60
15.7	Pintura piso: escadaria e área técnica	m ²	411,0	275,44
16.1	Forro drywall	m ²	4.106,3	3.374,89
16.2	Porcelanato piso	m ²	2.516	1.626,76
16.3	Cerâmica piso	m ²	2.542	1.890,48
16.4	Cerâmica parede	m ²	4.326	3.453,27
16.5	Litocerâmica e porcelanato fachada e implantação	m ²	2.963	36,73
16.6	Piso laminado e piso vinílico	m ²	1.222	1.288,25
16.7	Rodapé de cerâmica ou porcelanato	m	991,8	
16.8	Rodapé de madeira	m	2.920,9	
17.1	Bancada de granito + acessórios	m ²	79,8	
17.3	Granito piso/pórtico elevadores e escadas	m ²	38,8	
17.4	Soleiras	m	263,5	337,86
18.1	Portas de madeira	m ²	483,0	478,77
18.3	Esquadrias de alumínio + vidros	m ²	1.017,51	916,65
18.4	Guarda corpo com corrimão - externo (sacada, laje técnica e térreo)	m ²	216,8	172,14
18.5	Guarda corpo com corrimão - interno (duplex e mezanino)	m ²	27,8	
18.6	Esquadria e vidro para janela especial guarita	m ²	7,8	7,07
18.7	Brisas metálicas em fachada	m ²	35,9	48,46
19.2	Janela de aço escadaria	m ²	10,4	
19.4	Corrimão metálico simples (escadas de incêndio)	m	245	
19.5	Portão de veículos	m ²	42,3	
19.6	Gradil frontal com portão de pedestres e ventilação frontal subsolo 1	m ²	81,6	
23.1	Paisagismo	m ²	1.474	
23.2	Móveis e marcenaria	m ²	306	
24.1	Piso de concreto subsolo e rampas	m ²	1.523,9	1.581,19
24.2	Calçadas e meio-fio	m ²	182,0	81,88

Existem 47 atividades listadas na tabela acima. No entanto, apenas 28 delas (60%) possuem quantidades informadas no CGEP para o projeto em questão. Quando questionada sobre o motivo da falta dos dados, a empresa C informou que, por não haver informação suficiente no projeto arquitetônico fornecido, não houve modelagem de todas as atividades da lista.

Dentre as atividades que possuem dados informados nos dois processos orçamentários, é possível analisar a variação percentual entre os resultados. Além disso, é possível organizá-las de acordo com a curva ABC de atividades, cuja função é destacar as atividades que representam os maiores custos do orçamento. Para o estudo de caso foram inseridas no grupo A as atividades que, somadas em ordem decrescente de custo, representam 80% do custo total da obra (custo da atividade obtido via processo tradicional de orçamentação). No grupo C, estão contidas as atividades que somam 5% do custo da obra quando somadas em ordem crescente de custos de cada atividade. No grupo B estão as atividades restantes que não se encontram dentro do grupo A e C, representando 15% do custo da obra.

Desta forma, a Tabela 2 descreve as atividades da Tabela 1, reorganizadas conforme curva ABC de atividades e conforme decrescente variação percentual entre os resultados dos quantitativos A e B.

CATEGORIA	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE	VARIAÇÃO ENTRE QUANTITATIVOS
A	Litocerâmica e porcelanato fachada e implantação	6104,5%
A	Porcelanato piso	43,7%
A	Manta e proteção mecânica	28,0%
A	Cerâmica piso	25,9%
A	Guarda corpo com corrimão - externo (sacada, laje técnica e térreo)	21,7%
A	Forro drywall	19,0%
A	Textura em argamassa projetada fachada e implantação (exceto muros). Inclui toda a parte de cobertura e área técnica + muros terraço + dobras para telhados + chaminés e dutos + floreiras	14,7%
A	Emboço externo fachada e implantação	11,0%
A	Muros (subsolos e implantação)	8,6%
A	Esquadrias de alumínio + vidros	7,3%
A	Pintura interna	4,8%
A	Contrapiso interno	4,0%
A	Piso de concreto subsolo e rampas	3,6%
A	Emboço interno	3,4%
A	Portas de madeira	2,7%
A	Alvenaria geral, platibandas, chaminés, dutos, guarda-corpo	0,9%
B	Pintura subsolos: parede, pilares e teto	403,4%
B	Paisagismo	261,3%
B	Textura rolada interna: escadaria e área técnica	124,7%
B	Contrapiso externo	9,8%
B	Emboço muros	9,3%
B	Piso laminado e piso vinílico	5,1%
C	Calçadas e meio-fio	122,3%
C	Pintura piso: escadaria e área técnica	49,2%
C	Textura rolada externa: muros térreos	38,9%
C	Brisas metálicos em fachada	25,9%
C	Cerâmica parede	22,0%
C	Soleiras	10,3%
C	Esquadria e vidro para janela especial guarita	9,0%
C	Corrimão metálico simples (escadas de incêndio)	7,5%

Tabela 2: Variação entre quantitativos A e B organizada pela curva ABC

Fonte: Os autores.

Análise da comunicação

Levando em consideração a falta de dados para completar o conjunto de quantitativos B, é interessante investigar questões de comunicação e alinhamento entre os envolvidos. Visto que a EAP do projeto e a forma de quantificação das atividades foram informadas à equipe BIM em uma reunião que precedeu a modelagem, questionam-se quais motivos poderiam ter ocasionado esta ausência de dados. Vejamos o Quadro 1 a seguir.

Quadro 1: Atividades não quantificadas e justificativas

Fonte: Os autores.

CÓDIGO EAP	ATIVIDADE	MOTIVOS PARA A AUSÊNCIA DE QUANTITATIVO BIM	POSSÍVEL SOLUÇÃO
3.2	Tela de fachada	<ul style="list-style-type: none"> Quantificação indireta pelo perímetro da fachada; Não consta no projeto arquitetônico; Não é permanente. 	<ul style="list-style-type: none"> Alinhamento sobre forma de quantificação entre orçamentista e empresa C.
4.1	Balancins e andaimes	<ul style="list-style-type: none"> Quantificação indireta pela área de emboço Não consta no projeto arquitetônico; Não é permanente. 	<ul style="list-style-type: none"> Alinhamento sobre forma de quantificação entre orçamentista e empresa C.
6.4	Limpeza permanente da obra: apartamentos e área comum	<ul style="list-style-type: none"> Não consta no projeto arquitetônico; Não é permanente. 	<ul style="list-style-type: none"> Alinhamento sobre forma de quantificação entre orçamentista e empresa C.
8.5	Aterro com rachão/saibro	<ul style="list-style-type: none"> Não consta no projeto arquitetônico; Quantificação indireta pela área de piso de subsolo (subjatividade). 	<ul style="list-style-type: none"> Alinhamento sobre forma de quantificação entre orçamentista e equipe BIM.
12.1.4	Paredes em drywall ou placa cimentícia (shafts)	<ul style="list-style-type: none"> Falha da orçamentista em não avisar sobre a inclusão deste item na EAP. 	<ul style="list-style-type: none"> Alinhamento sobre revisões na EAP.
12.2.1	Cobertura com telhas + estrutura de madeira	<ul style="list-style-type: none"> Motivo não identificado, visto que a área de cobertura está no projeto arquitetônico. 	<ul style="list-style-type: none"> Revisar processo orçamentário BIM.
13.1	Cristalização	<ul style="list-style-type: none"> Empresa C não identificou locais onde havia cristalização e considerou apenas impermeabilização com manta asfáltica. 	<ul style="list-style-type: none"> Revisar modelagem: cristalização em sacadas e áreas úmidas internas (banheiro, e área de serviço); Alinhamento sobre forma de impermeabilização.
15.2	Pintura subsolos: tubulação, vagas, faixas	<ul style="list-style-type: none"> Subjatividade na forma de quantificação: pintura de tubulação estimada pela área de subsolo. Faixas de pilares e linhas de vagas poderiam ser quantificadas. 	<ul style="list-style-type: none"> Revisar processo orçamentário BIM; Alinhamento entre orçamentista e empresa C.
16.7	Rodapé de cerâmica ou porcelanato	<ul style="list-style-type: none"> Motivo não identificado. Poderia estar modelado. A informação de rodapés consta no memorial descritivo. 	<ul style="list-style-type: none"> Revisar processo orçamentário BIM.
16.8	Rodapé de madeira	<ul style="list-style-type: none"> Motivo não identificado. Poderia estar modelado. A informação de rodapés consta no memorial descritivo. 	<ul style="list-style-type: none"> Revisar processo orçamentário BIM.

Quadro 1: Continuação

17.1	Bancada de granito + acessórios	<ul style="list-style-type: none"> Motivo não identificado. Poderia estar modelado. A informação consta no projeto arquitetônico. 	<ul style="list-style-type: none"> Revisar processo orçamentário BIM.
17.3	Granito piso/pórtico elevadores e escadas	<ul style="list-style-type: none"> Motivo não identificado. Poderia estar modelado. A informação consta no projeto arquitetônico. 	<ul style="list-style-type: none"> Revisar processo orçamentário BIM.
18.5	Guarda corpo com corrimão - interno (duplex e mezanino)	<ul style="list-style-type: none"> Motivo não identificado. Poderia estar modelado. A informação consta no projeto arquitetônico. 	<ul style="list-style-type: none"> Revisar processo orçamentário BIM.
19.2	Janela de aço escadaria	<ul style="list-style-type: none"> Motivo não identificado. Poderia estar modelado. A informação consta no projeto arquitetônico. 	<ul style="list-style-type: none"> Revisar processo orçamentário BIM.
19.5	Portão de veículos	<ul style="list-style-type: none"> Motivo não identificado. Poderia estar modelado. A informação consta no projeto arquitetônico. 	<ul style="list-style-type: none"> Revisar processo orçamentário BIM.
19.6	Gradil frontal com portão de pedestres e ventilação frontal subsolo 1	<ul style="list-style-type: none"> Motivo não identificado. Poderia estar modelado. A informação consta no projeto arquitetônico. 	<ul style="list-style-type: none"> Revisar processo orçamentário BIM.
23.2	Móveis e marcenaria	<ul style="list-style-type: none"> Quantificação subjetiva e indireta. É baseada na soma de áreas comuns do condomínio na planta do térreo 	<ul style="list-style-type: none"> Alinhamento sobre forma de quantificação entre orçamentista e empresa C.

Análise do tempo consumido para a revisão do orçamento

Devido à necessidade de revisão do orçamento durante o estudo empírico, foi possível avaliar o tempo consumido para esse processo. Foi necessário revisar os orçamentos pois o projeto arquitetônico sofreu alterações na altura dos pés-direitos e na área comum do pavimento térreo. Tal alteração de orçamento durou cerca de uma semana no processo tradicional de orçamentação, enquanto o tempo para a revisão do modelo BIM e respectivos quantitativos foi de três dias. Dois dias para revisão da modelagem, e um dia para revisão da orçamentação via CGEP, segundo a empresa C.

VERIFICAÇÃO

A verificação dos quantitativos BIM fornecidos é necessária para confirmar se os objetos modelados e quantificados em cada atividade também são os mesmos que foram considerados no processo de quantificação tradicional.

Durante o processo do estudo empírico, a inspeção visual do modelo através do software Autodesk Navisworks foi uma maneira identificada para efetuar a verificação dos quantitativos BIM. Para a inspeção visual do modelo, é gerado um arquivo em formato NWD (Navisworks Document). A seguir, será apresentada a verificação da modelagem das atividades de alvenaria, muros, emboço dos muros, fachada e implantação.

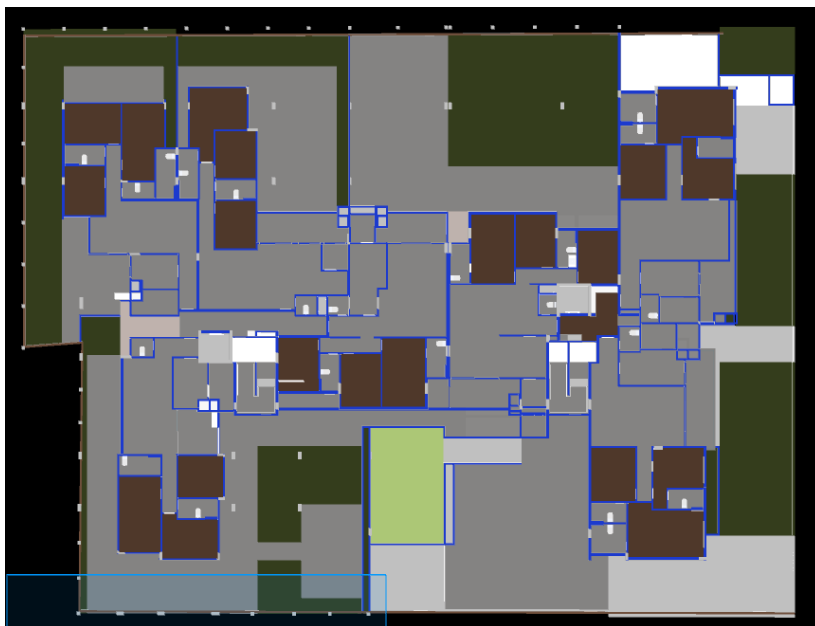


Figura 5: Inspeção da alvenaria no pavimento tipo
Fonte: Os autores.

Alvenaria e muros

A alvenaria e muros são atividades quantificadas separadamente no processo tradicional, pois os custos de material e mão de obra são diferentes. Todavia, é mais prático executar a inspeção visual das duas atividades simultaneamente. Em cada plano de corte realizado no modelo pode ser visto com destaque o que foi modelado como muro e o que foi modelado como alvenaria, apenas alternando a seleção destas atividades no Navisworks.

A Figura 5 a seguir exibe um corte no pavimento tipo com uma vista do topo da edificação. Na imagem, a atividade “Alvenaria” está selecionada. A cor azul destaca os objetos modelados como alvenaria.

Emboço muros, fachada e implantação

Como acontece na inspeção visual da alvenaria e muros, também é conveniente realizar a inspeção visual da atividade de emboço da fachada, implantação e dos muros de forma simultânea. Nessa inspeção, foi observado que, para a fachada, a modelagem está aprovada. No entanto, alguns emboços de muros no pavimento térreo deveriam estar modelados na atividade “Emboço muros”, mas estão modelados na atividade “Emboço externo fachada e implantação”. A implantação é a região do pavimento térreo, onde há floreiras, guarita e paredes que ficam na área externa. Apesar de alguns muros do projeto estarem localizados na região implantação (além de existirem nos subsolos), esses muros deveriam estar considerados na modelagem da atividade “Emboço muros”. Além disso, nos muros dos subsolos há locais em que não há emboço modelado. A correção destes detalhes possivelmente diminuiria as variações entre quantitativos, que são de 4,8% e 9,3% para as atividades “Emboço externo fachada e implantação” e “Emboço muros”, respectivamente.

A Figura 6 é uma captura de tela obtida durante a inspeção visual. Nela é possível observar que alguns muros na região frontal do térreo e nas divisas entre áreas comuns estão destacados. Isso significa um erro de modelagem que deve ser corrigido, efetuando a troca para que estes sejam quantificados na atividade “Emboço muros”, e não em “Emboço da fachada e implantação”.

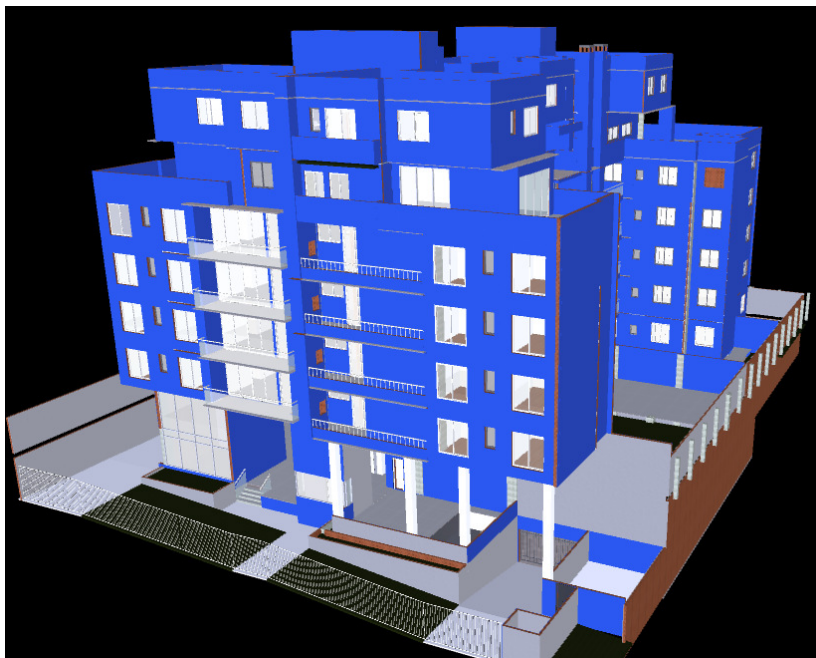


Figura 6: Inspeção visual do emboço da fachada e muros

Fonte: Os autores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A falta de padronização na orçamentação é um pretexto para a lenta adoção de BIM nesse processo. A existência de normas visando à padronização podem colaborar com a adoção de BIM no processo orçamentário. A NBR 15965 (Sistema de classificação da informação da construção) define uma terminologia e sistema de classificação para todos os componentes, processos, espaços, unidades, materiais, equipamentos e suas respectivas propriedades que integram a construção. Essa norma já é uma referência para os processos de interoperabilidade e colaboração BIM (LEUSIN, 2018).

A contratação de serviços em tecnologia BIM agregou diversos benefícios ao processo de concepção do projeto e orçamentação para o empreendimento estudado. O primeiro benefício foi a rápida visualização 3D do projeto. Além disso, o BIM permite maior agilidade na tomada de decisão quando são estudadas alterações no projeto. As análises sempre existiram, mas com a utilização da modelagem BIM é notável a maior velocidade no processo. A alteração do orçamento se mostrou mais rápida no processo BIM do que no processo tradicional. Um dos motivos para a maior velocidade se dá pela possibilidade de comunicação direta entre o modelo e o orçamento.

Por outro lado, algumas quantidades necessárias para a análise dos resultados não foram geradas no processo BIM. Além disso, foi percebida uma grande variação entre os quantitativos obtidos no processo BIM e no tradicional. Essa grande variação reflete que a modelagem BIM não estava totalmente adequada para a extração de quantitativos. Os motivos apontados para essa variabilidade permeiam a necessidade de maior comunicação entre os envolvidos e estabelecimento de procedimentos de modelagem e quantificação, para que a subjetividade do processo orçamentário possa ser minimizada.

Os autores concluem que os quantitativos BIM podem ser utilizados em uma planilha orçamentária gerenciada por alguém que não está dentro da equipe BIM. Entretanto, durante a modelagem, é importante que se estabeleça uma frequência de comunicação entre o responsável pela planilha orçamentária e a equipe BIM. Desta forma, ao término da modelagem, menos ajustes serão necessários para a validação das atividades.

AGRADECIMENTO

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil da Universidade Federal do Paraná e às empresas participantes do trabalho de pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ABANDA, F. H.; KAMSU-FOGUEM, B.; TAH, J. H. M. BIM – New rules of measurement ontology for construction cost estimation. **Engineering Science and Technology, an International Journal**, v. 20, p. 443–459, 2017.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 2007.
- HARRISON, C.; THURNELL, D. BIM implementation in a New Zealand consulting quantity surveying practice. **International Journal of Construction Supply Chain Management**, v. 5, n. 1, p. 1-15, 2015.
- HARTMANN, T.; MEERVELD, H.; VOSSEBELD B.; ADRIAANSE, A. Aligning building information model tools and construction management methods. **Automation in Construction**, v. 22, p. 605-613, 2012.
- LATREILLE, D. **Análise da validação de quantitativos obtidos de um modelo BIM de arquitetura para atender a estimativa orçamentária de empresas de construção civil**. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2018.
- LAWRENCE, M.; POTTINGER, R.; STAUB-FRENCH, S.; NEPAL, M. P. Creating flexible mappings between Building Information Models and cost information. **Automation in Construction**, v. 45, p. 107-118, 2014.
- LEE, S.; KIM, K.; YU, J. BIM and ontology-based approach for building cost estimation. **Automation in Construction**, v. 41, p. 96-105, 2014.
- LEUSIN, S. **BIM: Orçamentos e estimativas de custos**. LigaBlog. 28 mai. 2018. Disponível em <https://blogdaliga.com.br/bim-orcamentos-e-estimativas-de-custos/>. Acesso em: 28 jul. 2020.
- LIU, H.; LU, M.; AL-HUSSEIN, M. Ontology-based semantic approach for construction-oriented quantity takeoff from BIM models in the light-frame building industry **Advanced Engineering Informatics**, v. 30, p. 190-207, 2016.
- MONTEIRO, A.; MARTINS, J. P. A survey on modeling guidelines for quantity takeoff-oriented BIM-based design. **Automation in Construction**, v. 35, p. 238-253, 2013.
- MONTEIRO, A.; MÊDA, P.; MARTINS, J. P. Framework for the coordinated application of two different integrated project delivery platforms. **Automation in Construction**, v. 38, p. 87-99, 2014.
- SABOL, L. **Challenges in cost estimating with Building Information Modeling**. IFMA World Workplace: 2008.
- SAKAMORI, M. M. **Modelagem 5D (BIM) - Processo de orçamentação com estudo sobre controle de custos e valor agregado para empreendimentos de construção civil**. 177 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil) – Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.
- SUCCAR, B.; SALEEB, N.; SHER, W. **Model Uses: Foundations for a Modular Requirements Clarification Language. Australasian Universities Building Education (AUBEA2016)**, 2016.

Denise Latreille
deniselatreille@gmail.com

Sergio Scheer
sergioscheer@gmail.com