

# DIRETRIZES PARA MODELAGEM 3D DIRECIONADA A OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE QUANTIFICAÇÃO<sup>1</sup>

GIESTA, J. P., Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, email: josyanne.giesta@ifrn.edu.br; SILVA, J. A. A. da, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, email: jessyka.annykelly@gmail.com; COSTA, T. G., Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, email: thalitagiesta@yahoo.com.br; LIRA, E. C. F. da S., Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, email: ceciliaemilha56@gmail.com

## ABSTRACT

*The process of quantification of engineering services are of great relevance for the development of the budget of the work and for the physical-financial schedule, with the definition of the term of execution of the enterprise. However, in spite of all its importance, the quantitative survey is still very individualized, that is, without a standardization of quantification criteria. In this way, it is a job that requires a qualified professional, with experience in constructive techniques and who has an excellent view of projects, this being a time consuming and susceptible to errors and omissions process, besides presenting great difficulty to the conference. Studies have pointed out the possibility of insertion of BIM in this activity, with a perspective of great advantages, due to the ease of extraction of information from 3D models. Nevertheless, more detailed studies that present guidelines that can guide companies and professionals in the quantification process through BIM models are scarce. In this context, the present article proposes to develop, based on bibliographical review and in a case study, a flowchart with guidelines that guide the quantification process via BIM models.*

**Keywords:** BIM. 3D modeling. Quantification.

## 1 INTRODUÇÃO

A leitura correta dos projetos, para o desenvolvimento do processo de quantificação é essencial para o sucesso de um empreendimento de engenharia. Com os quantitativos, é possível definir o custo da obra, identificando assim sua viabilidade. Também é através da quantificação que o prazo de execução de uma obra é determinado. Nesse contexto percebe-se como o levantamento de quantidades é uma atividade chave, no entanto, ainda há pouco material e discussão a respeito de suas boas práticas, conforme afirmam Melhado e Pinto (2015).

Novas tecnologias, como o *Building Information Modeling* (BIM), podem ser implementadas visando a otimização do processo de quantificação. Segundo Andrade (2012), a contribuição do BIM na fase de levantamento de quantitativos resulta em três vantagens: maior precisão com a extração automática das tabelas de quantitativos; proporcionar maior necessidade de reflexão sobre a tecnologia da construção para o projetista ou arquiteto; e evolução da forma de projetar objetivando a eficiência do processo.

Todo o processo de automatização requer cuidados específicos, e definições

<sup>1</sup> GIESTA, J. P., SILVA, J. A. A. da, COSTA, T. G., LIRA, E. C. F. da S. Diretrizes para modelagem 3D direcionada a otimização do processo de quantificação. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 20188.

claras dos objetivos finais. Quanto mais padronizados forem os processos, menos chance de ocorrência de erros e maior facilidade nos procedimentos de checagem e conferências. Nesse sentido, o objetivo deste artigo é apresentar, por meio de um estudo de caso, as diretrizes de modelagem BIM para quantificação de serviços e materiais, através de tabelas em softwares de modelagem BIM.

## 2 MÉTODO DE PESQUISA

O método de pesquisa utilizado foi o *Design Science Research* (DSR), que segundo Dresch, Lacerda e Antunes Jr. (2015), se caracteriza como uma abordagem metodológica indicada para pesquisas onde o pesquisador trabalha de forma colaborativa com empresas para testar ideias novas em situações reais. O trabalho é estruturado em três etapas: a) delimitação do problema; b) produção do artefato e c) resultado (Figura 1).

Figura 1 – Etapas da pesquisa



Fonte: Os autores.

Com relação a delimitação do problema, foi identificado um problema real, que é o processo de quantificação de serviços para a orçamentação de obras de engenharia pelo método tradicional. Processo esse, que apresenta elevada possibilidade de erros e omissões, dependendo fortemente da experiência do profissional orçamentista.

Para a produção do artefato, foi necessário o desenvolvimento de três fases: Revisão sistemática da literatura, Treinamento em software de modelagem 3D e Estudo de caso.

A revisão sistemática da literatura abordou os critérios de quantificação de serviços de engenharia e a quantificação com apoio de softwares de modelagem 3D. Iniciou-se com a seleção de base de dados para consulta, definição de palavras-chave e posteriormente aplicou-se o *snowball*, como estratégia para captura de trabalhos relevantes que não foram alcançados na primeira coleta.

Os treinamentos em modelagem 3D e geração de tabelas de quantitativos de serviços e materiais, ocorreram no laboratório do Núcleo de Pesquisa em BIM (NP-BIM) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), sendo utilizado o software Revit (Autodesk).

O estudo de caso foi no Setor de Engenharia do Campus Natal Central (CNAT) do IFRN, e ocorreu em dois momentos distintos: No primeiro foi observado o fluxo de trabalho de quantificação no setor, e através de questionário estruturado, foram coletadas as principais informações acerca dos critérios

próprios aplicados no processo de quantificação de serviços. Sendo ainda, selecionado um projeto de uma obra já quantificada pelo setor, para a posterior validação do artefato. O segundo momento consiste na análise do artefato proposto, a saber, as diretrizes para modelagem 3D que permitam uma quantificação a partir de tabelas geradas no Revit, em atendimento aos critérios do Setor de Engenharia do CNAT/IFRN.

### **3 PROCESSO DE QUANTIFICAÇÃO**

Para a determinação da viabilidade dos empreendimentos de engenharia, é requisito a elaboração de orçamentos que indiquem de forma assertiva o valor da obra. No entanto, os orçamentos requerem a quantificação dos serviços, através da leitura e interpretação dos projetos. Esses procedimentos pelo método tradicional são demorados, e solicitam um profissional orçamentista experiente.

Nesse sentido, o *Building Information Modeling* (BIM), como um banco de dados visual dos componentes do edifício, pode fornecer a quantificação exata e automatizada (SABOL, 2008 *apud* SANTOS *et al.*, 2009), se constituindo em uma inovação de grande valor para o processo de orçamentário.

No entanto, cada empresa tem liberdade para definir seus critérios de quantificação, que guardam relação com as composições de custos unitários aplicadas. Estes, por sua vez, são "fórmulas" empíricas em que se relacionam à quantidade de insumos (materiais, mão-de-obra e equipamentos) necessários à execução de uma unidade de serviço (GONZÁLEZ, 2008).

Nesse cenário, cada empresa pode requerer condições diferenciadas no levantamento das quantidades, solicitando, por exemplo, descontos ou acréscimos, impossibilitando uma tomada de forma direta, exigindo assim cuidados especiais na geração de tabelas no software de modelagem 3D.

### **4 ESTUDO DE CASO**

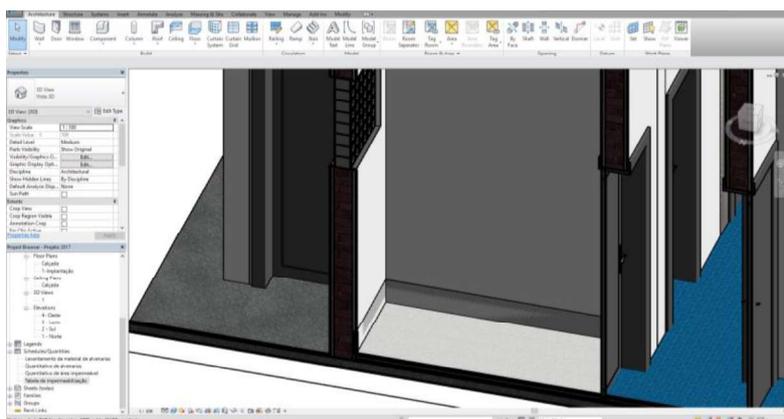
Com o estudo de caso desenvolvido no Setor de Engenharia do CNAT/IFRN, é possível definir dois eixos de atuação: a) critérios de modelagem 3D; e b) diretrizes de quantificação por serviços específicos.

#### **4.1 Critérios de modelagem 3D**

Quando a modelagem 3D tem como objetivo final a extração de quantitativos de serviços, o seu nível de detalhamento é especial, pois a generalização pode comprometer os resultados. Exemplos disso são: a) a área de impermeabilização de pisos de áreas molhadas, quando modelada como simplesmente a área da base do piso, não considerando os 20cm de subida nas paredes de contorno; e b) a omissão do encunhamento sobre as alvenarias e abaixo das vigas de concreto armado.

A Figura 2 mostra uma modelagem de impermeabilização de piso, com subida do material nas paredes, indicando o nível de detalhamento recomendado para o processo de quantificação.

Figura 2 – Modelagem detalhada do serviço de impermeabilização de piso



Fonte: Os autores.

A Tabela 1 apresenta um resumo de um exemplo prático do que ocorre na quantificação do serviço de impermeabilização de pisos ( $m^2$ ), quando a extração dos quantitativos, através de software de modelagem 3D, considera uma modelação simplificada, utilizando apenas a área de piso. Para um único banheiro, de dimensões bem reduzidas, percebe-se uma diferença de aproximadamente 47% da área de piso, que deixou de ser considerada, em se tratando de um edifício de apartamentos, com vários apartamentos por pavimento e muitos pavimentos, tem-se a dimensão do erro acumulado que decorre do critério de modelagem 3D aplicado.

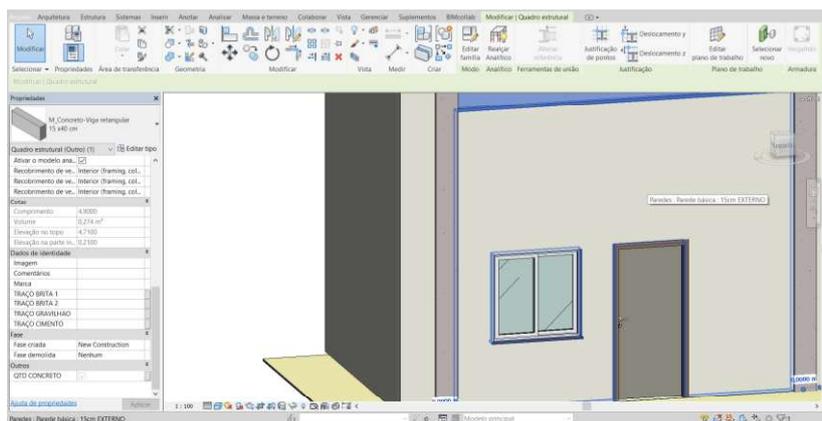
Tabela 1 – Impermeabilização de pisos

<b>Ação</b>	<b>Modelagem simples</b>	<b>Modelagem detalhada</b>
Dimensões piso ambiente	2,20x1,20m	2,20x1,20m
Dimensões porta (largura)	0,60m	0,60m
Acréscimos nas paredes h=20cm	-	1,24m <sup>2</sup>
Área piso	2,64m <sup>2</sup>	2,64m <sup>2</sup>
Área total	-	3,88m <sup>2</sup>
Acréscimo	-	46,97%

Fonte: Os autores.

A Figura 3 indica uma modelagem sem detalhamento do elemento encunhamento, com a parede diretamente fixada à viga de concreto. Tal modelagem compromete não apenas a quantificação dos serviços e materiais, como também o planejamento da obra (BIM 4D), quando a tarefa encunhamento do cronograma não encontra possibilidade de vinculação a um objeto 3D.

Figura 3 – Modelagem sem o objeto encunhamento



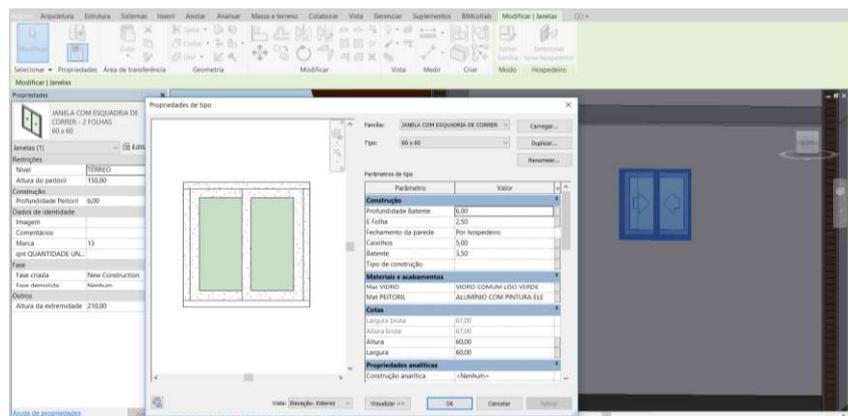
Fonte: Os autores

## 4.2 Diretrizes de quantificação por serviços específicos

As composições unitárias dos serviços é que determinam como deve ser o procedimento a ser executado no levantamento das quantidades, evitando-se assim omissões ou duplicidades. Em casos específicos, as quantidades não podem ser extraídas diretamente do software, sendo necessário a inserção de fórmulas nas próprias tabelas do Revit. Como exemplos tem-se: a) cálculo da área de alvenarias com ou sem a aplicação do desconto pela regra dos 2,00m<sup>2</sup>; e b) cálculo do volume de bota-fora do material escavado com ou sem o acréscimo do empolamento.

A Figura 4 mostra uma edificação com janela de 60 x 60cm, resultando em uma área menor que 2,00m<sup>2</sup>. Seguindo critérios de base empírica, a área resultante da esquadria não deveria ser reduzida da área total de alvenaria, no entanto, a precisão de base geométrico-matemática do software promove tal redução.

Figura 4 – Detalhe esquadria com área menor que 2,00m<sup>2</sup>



Fonte: Os autores

A Tabela 2 apresenta um resumo de um exemplo prático do que ocorre na quantificação do serviço de alvenaria (m<sup>2</sup>), quando a extração dos quantitativos, através de software de modelagem 3D, considera uma extração direta, sem a inserção de fórmula. Para um pequeno ambiente, com apenas duas esquadrias, percebe-se uma diferença de 7,87% da área de

alvenaria, que deixou de ser considerada, em virtude dos descontos dos vãos das esquadrias, sem a aplicação da regra dos 2,00m<sup>2</sup>. Em se tratando de um edifício de apartamentos, com vários apartamentos por pavimento e muitas esquadrias, tem-se a dimensão do erro acumulado que decorre da diretriz de quantificação assumida.

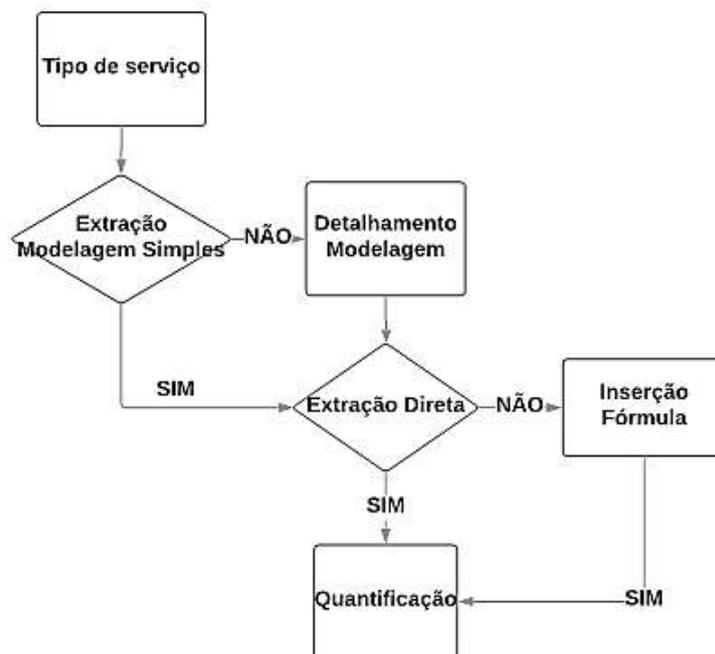
Tabela 2 – Área de alvenaria (e=15cm)

Ação	Extração direta	Extração com a inserção de fórmula
Dimensões ambiente	2,20x1,20m	2,20x1,20m
Dimensões porta	0,60x2,10m	0,60x2,10m
Dimensões janela	0,60x0,60m	0,60x0,60m
Área do ambiente (pé direito = 3,00m)	22,20m <sup>2</sup>	22,20m <sup>2</sup>
Descontos esquadrias	1,62m <sup>2</sup>	Nenhuma esquadria excede 2,00m <sup>2</sup>
Área após descontos	20,58m <sup>2</sup>	22,20m <sup>2</sup>
Decréscimo	7,87%	-

Fonte: Os autores

Com base na revisão bibliográfica realizada e no estudo de caso, define-se o fluxograma (Figura 5), como mecanismo para a otimização do processo de quantificação dos serviços de engenharia, utilizando software de modelagem 3D.

Figura 5 – Fluxograma para quantificação



Fonte: Os autores

## 5 CONCLUSÕES

Com a revisão bibliográfica e o estudo de caso, foi possível propor um fluxograma das diretrizes requeridas no processo de quantificação, utilizando modelagem 3D e geração de tabelas nos softwares de modelagem BIM. Alertando, assim, para cuidados que devem ser tomados quanto à automatização do processo de quantificação, contribuindo ainda para a disseminação da utilização de softwares de modelagem BIM na extração de quantitativos de serviços e materiais.

## AGRADECIMENTOS

Ao Setor de Engenharia do CNAT/IFRN, pela colaboração na pesquisa; à PROPI – Pró-Reitoria de Pesquisa e Inovação do IFRN pela concessão da bolsa do projeto; e à DIPEQ – Diretoria de Pesquisa e Inovação do CNAT/IFRN pelo apoio fornecido para a realização das atividades.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, L. S. **A contribuição dos sistemas BIM para o planejamento orçamentário das obras públicas**: estudo de caso do auditório e da biblioteca de Planaltina. 2012. 122 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de Brasília, Brasília, 2012. Disponível em: <[http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/10637/1/2012\\_LudmilaSantosAndrade.pdf](http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/10637/1/2012_LudmilaSantosAndrade.pdf)>. Acesso em: 24 mar. 2018.

DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; ANTUNES Jr., J. A. V. **Design Science Research**: Método de Pesquisa para Avanço da Ciência e Tecnologia. Porto Alegre: Bookman, 2015. 204 p.

GONZÁLEZ, M. A. S. **Noções de orçamento e planejamento de obras**. São Leopoldo, 2008. Notas de aula da Universidade do Vale do Rio dos Sinos. 49 p. Disponível em: <<http://engenhariaconcursos.com.br/arquivos/Planejamento/Nocoesdaorçamentoeplanejamentodeobras.pdf>>. Acesso em: 24 mar. 2018.

MELHADO, S.; PINTO, A. C. Benefícios e desafios da utilização do BIM para extração de quantitativos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 9., ENCONTRO LATINO AMERICANO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 6., 2015, São Carlos. . **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2015. Disponível em: <[http://www.infohab.org.br/sibraelagec2015/artigos/SIBRAGEC-ELAGEC\\_2015\\_submission\\_45.pdf](http://www.infohab.org.br/sibraelagec2015/artigos/SIBRAGEC-ELAGEC_2015_submission_45.pdf)>. Acesso em: 24 mar. 2018.

SABOL, L. Challenges in cost estimating with Building Information Modeling. IFMA World Workplace. 2008. *apud* SANTOS, A. P. L. *et al.* A utilização do BIM em projetos de construção civil. **Revista Iberoamericana de Engenharia Industrial**, Florianópolis, SC, v. 1, n. 2, dez. 2009. ISSN 2175-8018. Disponível em: <[http://incubadora.periodicos.ufsc.br/index.php/IJIE/article/view/171/pdf\\_49](http://incubadora.periodicos.ufsc.br/index.php/IJIE/article/view/171/pdf_49)>. Acesso em: 24 mar. 2018.