

ANÁLISE DE ESTRUTURAS EM CONCRETO ARMADO COM UTILIZAÇÃO DOS SOFTWARES *BIM* REVIT E ROBOT STRUCTURE ANALYSIS

ARTHUR BEHENCK ARAMBURU¹; FABRICIO FERREIRA²;
HEBERT LUIS ROSSETTO³

¹*Universidade Federal de Pelotas – arthuraramburu@gmail.com*

²*EngenhaBim – suporte@engenhabim.com*

³*Universidade Federal de Pelotas – hlrossetto@ufpel.edu.br*

1. INTRODUÇÃO

O *BIM* (*Building Information Modeling*) é fruto de uma crescente necessidade de troca de informações em projetos da construção civil. Seu conceito possibilita um fluxo de trabalho entre diferentes profissionais em um único modelo virtual, acelerando e automatizando os processos de um projeto. (DE PINHO, 2013) Devido a isto, o *BIM* é apontado como a solução para problemas de compatibilização e comunicação no setor da construção civil. (DEMIAN; WALTERS, 2010).

O software Revit, distribuído pela empresa Autodesk, é um dos programas *BIM* mais utilizados por profissionais de arquitetura, engenharia e construção no Brasil (JUSTI, 2008). A disciplina *Structure*, presente no software, permite ao usuário a modelagem de elementos estruturais como vigas, pilares, grelhas, etc. Entretanto, o Revit não é capaz de calcular esforços em estruturas, devido a isso, projetistas *BIM* utilizam sua interoperabilidade com outros softwares, como o *Robot Structure Analysis* para suprir esta necessidade.

O *Robot Structure Analysis* é um software de análise e dimensionamento estrutural distribuído pela empresa Autodesk, nele é possível calcular estruturas de aço, concreto armado e madeira pelo modelo MEF (Método dos Elementos Finitos). O MEF é um procedimento numérico utilizado para determinar o estado de tensão e de deformação de um sólido sujeito a ações exteriores. O método é capaz de analisar elementos complexos de maneira mais satisfatória do que o cálculo pelo método de barras. (AZEVEDO, 2013). A utilização do *Robot* no Brasil ainda é limitada pelo fato do software não possuir suporte a norma nacional de projeto de estruturas de concreto NBR 6118 (ABNT, 2014).

O objetivo deste trabalho é suprir esta necessidade com o desenvolvimento de um fluxo de trabalho entre Revit, Robot Structure Analysis e MS Excel.

2. METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido com o estudo de caso de um edifício de pequenas proporções. O edifício possui cinco pavimentos tipo de 130,26m² de área construída e 63,79m² na cobertura.

O peso próprio da estrutura foi calculada com os seguintes parâmetros:

- Alvenaria cerâmica convencional com blocos 14 x 19 x 24cm;
- Revestimento argamassado de 2,5cm tanto no interior quanto no exterior das paredes;
- Contrapiso de concreto de 5cm.

O fluxo de trabalho executado em cada programa é apresentado a seguir.

2.1. Revit

O fluxo de trabalho no Revit é feito da seguinte forma:

- Lançamento de vigas, pilares, lajes e fundações da estrutura;
- Configuração das propriedades mecânicas do material empregado na estrutura conforme a classe C25 da NBR 6118 (ABNT, 2014);
- Definição das cargas permanentes e acidentais na estrutura conforme NBR 6120 (ABNT, 1980);
- Ajuste no modelo analítico para exportação, conforme Figura 1.

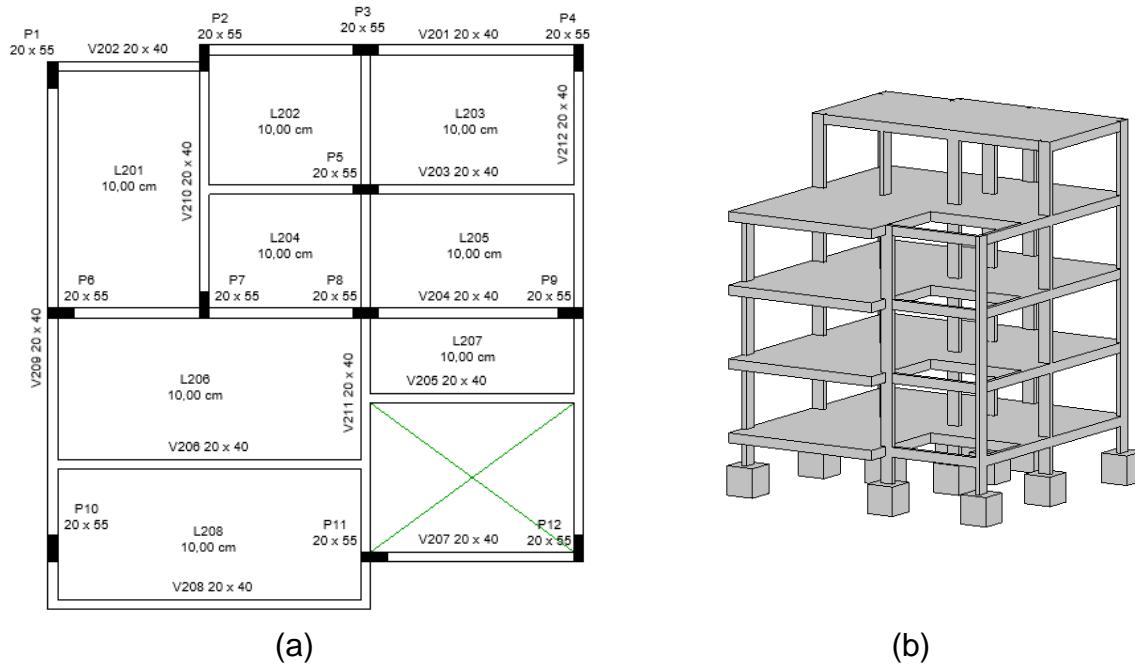


Figura 1 – (a) Lançamento estrutural do Pavimento tipo (b) Esqueleto estrutural

2.2. Robot

O modelo analítico do Revit é importado para o *Robot* por meio do *plugin* do programa e segue o seguinte fluxo:

- Importação do modelo analítico;
- Cálculo da estrutura;
- Geração de resultados de esforços, tensões, reações, etc.

3.3. Excel

O *plugin* “Results Connects” do *Robot* permite a importação dos dados gerados no programa para o Excel em forma de células. A posse de dados como esforços, dimensões e cargas permite a configuração de uma tabela para o cálculo da estrutura conforme a NBR 6118 (ABNT, 2014).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após executado o fluxo de trabalho apresentado na metodologia, os resultados encontrados para os esforços no *Robot* são apresentados na figura 2.

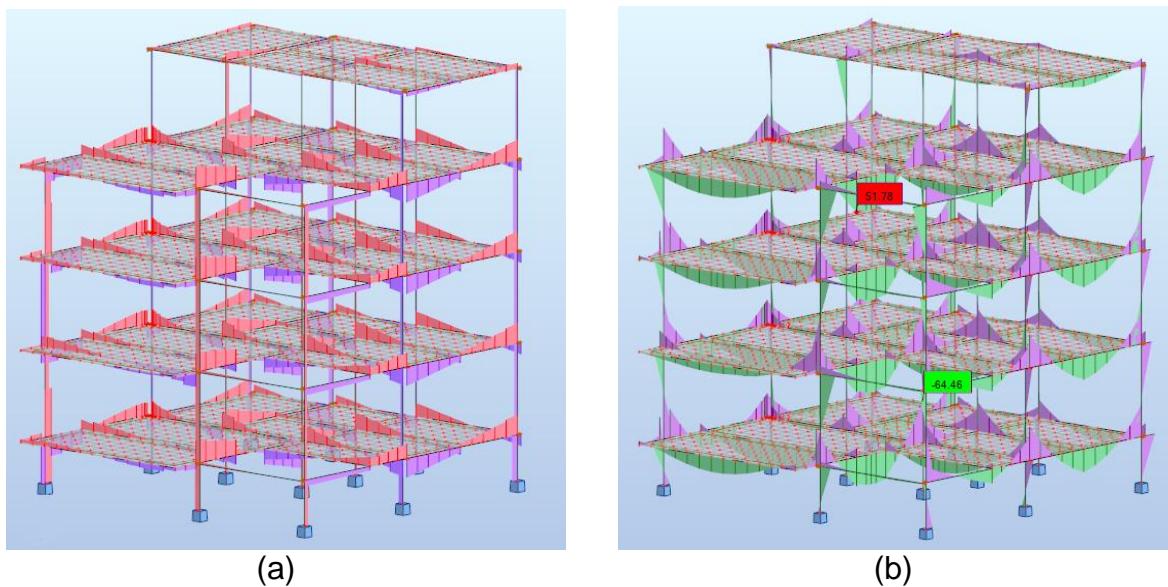


Figura 2 – (a) Diagramas de esforço cortante na estrutura (b) Diagramas de momento na estrutura

A visualização dos esforços de forma gráfica é importante para o pré-dimensionamento da estrutura. Caso o calculista perceba um esforço elevado, é possível tomar a decisão de adicionar um novo elemento na estrutura antes de realizar o dimensionamento do concreto armado.

O banco de dados foi ligado ao Excel pelo *Results Connects* e uma planilha foi configurada de modo que calculasse automaticamente a área de aço longitudinal necessária para resistir ao esforço de flexão simples segundo a NBR 6118 (ABNT, 2014).

Os resultados gerados para as vigas do segundo pavimento são apresentados na tabela 1:

Identificação	Seção	My (+)	My (-)	Armadura positiva		Armadura negativa		As,min (cm ²)
				As (cm ²) (+)	As' (cm ²) (+)	As (cm ²) (-)	As' (cm ²) (-)	
V201	20 x 40	17,85	-29,00	1,17	-	1,93	-	1,2
V202	20 x 40	10,16	-15,84	0,66	-	1,03	-	1,2
V203	20 x 40	17,96	-46,87	1,17	-	3,20	-	1,2
V204	20 x 40	18,08	-36,19	1,18	-	2,43	-	1,2
V205	20 x 40	19,14	-15,63	1,25	-	1,02	-	1,2
V206	20 x 40	37,13	-12,92	2,50	-	0,84	-	1,2
V207	20 x 40	2,07	-8,35	0,13	-	0,54	-	1,2
V208	20 x 40	24,63	-7,60	1,63	-	0,49	-	1,2
V209	20 x 40	25,78	-45,61	1,71	-	3,11	-	1,2
V210	20 x 40	26,32	-45,64	1,74	-	3,11	-	1,2
V211	20 x 40	47,96	-61,79	3,28	-	4,32	-	1,2
V212	20 x 40	36,51	-51,27	2,45	-	3,52	-	1,2
Armadura positiva utilizada				Armadura negativa utilizada				As < As,min

Tabela 1 – Resultados do dimensionamento de armadura longitudinal

A viga com maiores momentos fletores aplicados é a V211, isso se deve ao fato de existirem duas vigas apoiadas em sua extensão, gerando esforços elevados. Podemos ainda inferir pelos resultados que não foi preciso a utilização de armadura dupla (As') nas vigas, se o projetista verificasse a necessidade da utilização da mesma, poderia aumentar a seção transversal da viga para evitá-la. Essa visualização clara dos resultados é de grande utilidade para fazer dimensionamentos mais seguros e econômicos.

4. CONCLUSÕES

O fluxo de trabalho e a interoperabilidade entre os softwares se deu de maneira dinâmica e intuitiva. Uma vez configurada, a tabela do Excel é utilizada com facilidade e gera resultados fáceis de serem interpretados. Outro fator importante é a facilidade de se realizar simulações dentro da tabela, o usuário pode editar as células de dados diretamente no Excel e obter resultados instantâneos, o que não ocorre nos softwares de cálculo, onde é preciso editar a geometria e propriedades dentro do ambiente do programa.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto — Procedimento.** Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6120: Cargas para o cálculo de estruturas de edificações.** Rio de Janeiro, 1980.

AZEVEDO, A. F. M. **Método dos elementos finitos.** Porto, 2011.

DE PINHO, S. M. F. **O Modelo IFC como Agente de Interoperabilidade - Aplicação ao domínio das estruturas.** 2013. Dissertação de mestrado – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade do Porto.

DEMIAN, P.; WALTERS, D. The advantages of information management through building information modelling. **Construction Management and Economics**, v. 32, n. 12, p. 1153-1165, 2014.

JUSTI, A. R. Implantação da plataforma Revit nos escritórios brasileiros. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 3, n. 1, p. 140-152, 2008.