

ETAPAS PARA ELABORAÇÃO DO PROJETO ESTRUTURAL DE UM GALPÃO METÁLICO UTILIZANDO FERRAMENTAS BIM: REVIT & ROBOT

Stages for preparing the structural design of a metallic scooter using BIM tools: Revit & Robot

Alice de Mello Cunha
Universidade Veiga de Almeida | Rio de Janeiro, RJ | alicecunha.eng@gmail.com

Danielle Malvaris Ribeiro
Universidade Veiga de Almeida | Rio de Janeiro, RJ | danielle.malvaris@uva.br

Thiago Thielmann de Araújo
Universidade Veiga de Almeida | Rio de Janeiro, RJ | thiago.araujo@uva.br

RESUMO

O conceito BIM (Modelagem da Informação da Construção) gera a melhoria na integração dos dados pela "interface" de programas que permitem a colaboração entre Arquitetura, Engenharia e Construção, por meio da bidirecionalidade. Neste sentido, o presente estudo objetivou elencar as etapas de elaboração da análise estrutural de um galpão metálico disponibilizado pelo Centro Brasileiro da Construção em Aço (CBCA) por meio da modelagem dos elementos (perfis metálicos) utilizando a ferramenta Revit Structure com o plug-in (comunicação direta) para o software Robot Structural Analysis. O projeto foi desenvolvido considerando a inserção de dados no programa de análise e as prescrições da ABNT NBR8800/08 (software Excel) para assegurar os resultados gerados pelo Robot utilizando a norma Americana AISC 360-10. Por fim, concluiu-se que, mediante ajustes, a comunicação entre os softwares Revit e Robot foi satisfatória para um fluxo de trabalho BIM com atendimento às normas brasileiras.

Palavras-chave: Modelagem da Informação da Construção (BIM); Interoperabilidade; Análise Estrutural; REVIT; ROBOT

ABSTRACT

The BIM (Construction Information Modeling) Concept generates the improvement in the data integration by the program "interface" that allow the collaboration between Architecture, Engineering and Construction, through the bi-directionality. In this sense, the present study aimed at listing the stages of elaboration of the structural analysis of a industrial metallic shed made available by the Brazilian Center of Steel Construction (CBCA) through the modeling of the elements (metallic profiles) using the Revit Structure tool with the plug-in (direct communication) for Robot Structural Analysis software. The project was developed considering the insertion of data in the analysis program and the ABNT NBR8800/08 requirements (Excel software) to ensure the generated results by the Robot using the American standard AISC 360-10. Finally, it was concluded that, through adjustments, the communication between Revit and Robot software was satisfactory for a BIM workflow complying with Brazilian standards.

Keywords: Building Information Modeling (BIM); Interoperability; Structural Analysis; Revit; Robot.

1 INTRODUÇÃO

O BIM tem por objetivo agregar valor ao projeto com as informações integradas, sendo as modelagens e análises estruturais armazenadas no banco de dados do empreendimento. A informação não se perde, sempre se renova facilitando a tomada de decisão em todas as fases da obra (PAPADOPOULOS, 2014).

No Brasil os trabalhos de BIM relacionados à estrutura ainda são escassos se comparados àqueles voltados para o projeto de arquitetura. Segundo Pravia (2010) e Mozzato (2012), o uso do BIM (Building Information Mode) tem demonstrado em vários países a importância para as mudanças de paradigmas na elaboração de projetos. Os principais entraves à automatização de processos encontram-se nas relações de intercâmbio entre o modelo BIM e os programas para projeto de estruturas, haja vista que a troca de informações apresenta limitações quando da conversão de dados entre os diferentes programas (TARRAFA, 2012).

Neste sentido, o software de modelagem, Revit está envolvido com o conceito BIM de integração dos dados, conforme Eastman et al.(2014) Hippert. Já o software de análise estrutural Robot tem sua importância no desenvolvimento automático dos cálculos dos estados limites últimos e de utilização configurada. Com o plug-in na ferramenta Revit para esse software, formatos nativos, existe a possibilidade de vínculo em todas as fases do projeto para as possíveis ampliações e otimizações da estrutura que será construída (AZEVEDO, 2015).

CUNHA, A. M.; RIBEIRO, D. M.; ARAUJO, T. T. Etapas para elaboração do projeto estrutural de um galpão metálico utilizando ferramentas bim: Revit & Robot. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 2, 2019, Campinas. **Anais [...].** Porto Alegre: ANTAC, 2019. Disponível em: https://antaceventos.net.br/index.php/sbtic/sbtic2019/paper/view/132

Ferramentas tecnológicas que se comunicam são percebidas em *softwares* que utilizam o modelo e formato de arquivo IFC (*Industry Foundation Class*). Este modelo aberto de comunicação sugere uma maior integração entre as ferramentas de diferentes fornecedores, que podem interpretá-lo e processá-lo (EASTMAN, 2014).

Considerando o exposto, este estudo objetivou esclarecer as etapas da elaboração do projeto estrutural de um galpão metálico bem como documentar a utilização do BIM em projetos estruturais com o auxílio das ferramentas: Revit (software de modelagem) e Robot (análise estrutural).

1.1 *BUILDING INFORMATION MODELING* – BIM e o *software* REVIT

Eastman (2014) afirma que o BIM é um fluxo de informações que se comportam de maneira colaborativa utilizando interoperabilidade. Para que a solução BIM aconteça de fato, as ferramentas tecnológicas precisam se comunicar.

Atualmente os softwares Revit e Robot, ambos da Autodesk utilizam comunicação direta em termos da bidirecionalidade e agregam valor ao projeto no tocante a rapidez de execução.

1.2 O projeto de estruturas na tecnologia BIM

Em termos estruturais, a oportunidade de colaboração próxima entre engenheiros calculistas e arquitetos com o intercâmbio de dados aptos ao suporte, a cooperação e consistência entre modelos são válidas ao conceito BIM. Uma vez que o modelo do projeto é definido para a análise e se tem um formato de intercâmbio como fluxo bidirecional, o projetista passa o arranjo estrutural e seus carregamentos, como também qualquer impeditivo relacionado a seções transversais, ao engenheiro estrutural (PAPADUPOULOS, 2014)

O software Autodesk Robot Structural Analysis (Robot) é um programa integrado ao conceito BIM que permite modelar, analisar e projetar vários tipos de estruturas complexas (AZEVEDO, 2015).

2 METODOLOGIA

Este estudo parte buscou elaborar o dimensionamento estrutural de um galpão metálico utilizando a tecnologia BIM. Para isto, o método tradicional de dimensionamento de estrutura metálica foi confrontado com o dimensionamento utilizando softwares que utilizam a tecnologia BIM.

Neste sentido, algumas ferramentas e dados foram manipulados manualmente nos softwares de modelagem e de análise, tais como:

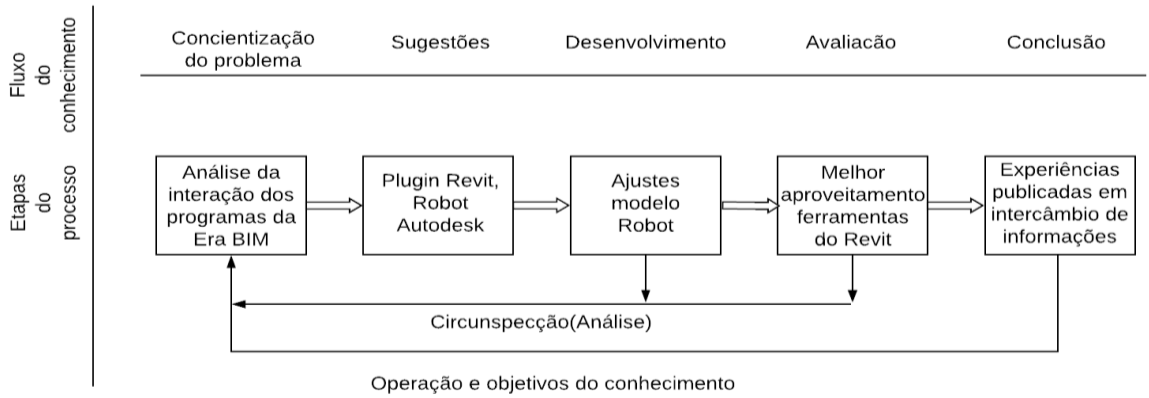
1. Visualização e interpretação do projeto básico do galpão disponível no Manual do CBCA em formato 2D (PRAVIA et al., 2010);

2. Verificação e a validação de cálculos utilizando a ferramenta Excel Microsoft, através da Norma ANBNT NBR8800-2018;

3. Utilização dos dados desenvolvidos no Software Visual Ventos.

No que tange aos dados desenvolvidos automaticamente, foram utilizados dados do Manual do CBCA, para modelagem dos elementos no Revit e cálculo estrutural no Robot. Abaixo o fluxograma (Figura 1) design science research com as especificações acerca do desenvolvimento da pesquisa:

Figura 1: Fluxograma troca de Informações Revit - Robot



Fonte: O Autor.

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 Software de modelagem REVIT

O software Revit considera os objetos organizados por famílias (NUNES e LEÃO, 2018) e tipos, podendo ser ajustadas ou criadas de maneira a oferecer possibilidade para confecção de múltiplos objetos virtuais considerados concretos. As formas e atributos do objeto dependem da indicação do usuário assim como dos parâmetros e relações estabelecidas com qualquer outro tipo de objeto (AZEVEDO, 2015)

Na criação de um modelo paramétrico 3D, a partir da documentação 2D, do projeto convencional (dados obtidos através do dimensionamento de um galpão metálico calculado pelo Manual do CBCA), os métodos de modelagem BIM são desenvolvidos com ênfase na disciplina de Estrutura. Segue abaixo as fases de desenvolvimento da modelagem e famílias utilizadas no programa, de acordo com (Quadro 1) e (Figura 2). Maiores detalhes podem ser verificados em (CUNHA, 2018).

Quadro 1: Modelagem no Revit

FASE	ELEMENTO	DESCRIÇÃO	FAMÍLIA
1	Eixos (Grids)	Referência de posicionamento dos pilares, visualização dos cortes 2D. Criação das restrições.	Ferramenta Revit
2	Níveis	Planos horizontais de referências verticais (altura dos pilares e cumeeira).	Ferramenta Revit
3	Colunas	Na disciplina estrutural a inserção das colunas se dá diretamente através dos grids	Perfil W310X38,7Gerdau
4	Apoios	As bases dos pilares foram feitas com apoio rotulado.	Piso Revit
5	Vigas	Adicionadas logo após os pilares com a preocupação da união dos elementos topo a topo do elemento.	Perfil W310X38,7Gerdau
6	Terças	Sendo o plano de apoio inclinado, cria-se um plano de referência com a inclinação de 10% para auxiliar na inserção das terças rotacionadas	U ASTM A36 Gerdau
7	Contraventamentos	Editar uma família de barra existente transformando-se uma seção comum na específica.	Autodesk barra 20mm

Fonte: O Autor.

3.2 Plug-in REVIT - ROBOT

A proposta da exportação de um modelo virtual construído no Revit Structure, com plug-in para o software de análise Robot é calcular diretamente os dados gerados pela modelagem, sem a necessidade de definir novamente a geometria. Dessa forma obtém-se o comprometimento com a integridade geral do BIM (PAPADOPOULOS, 2014).

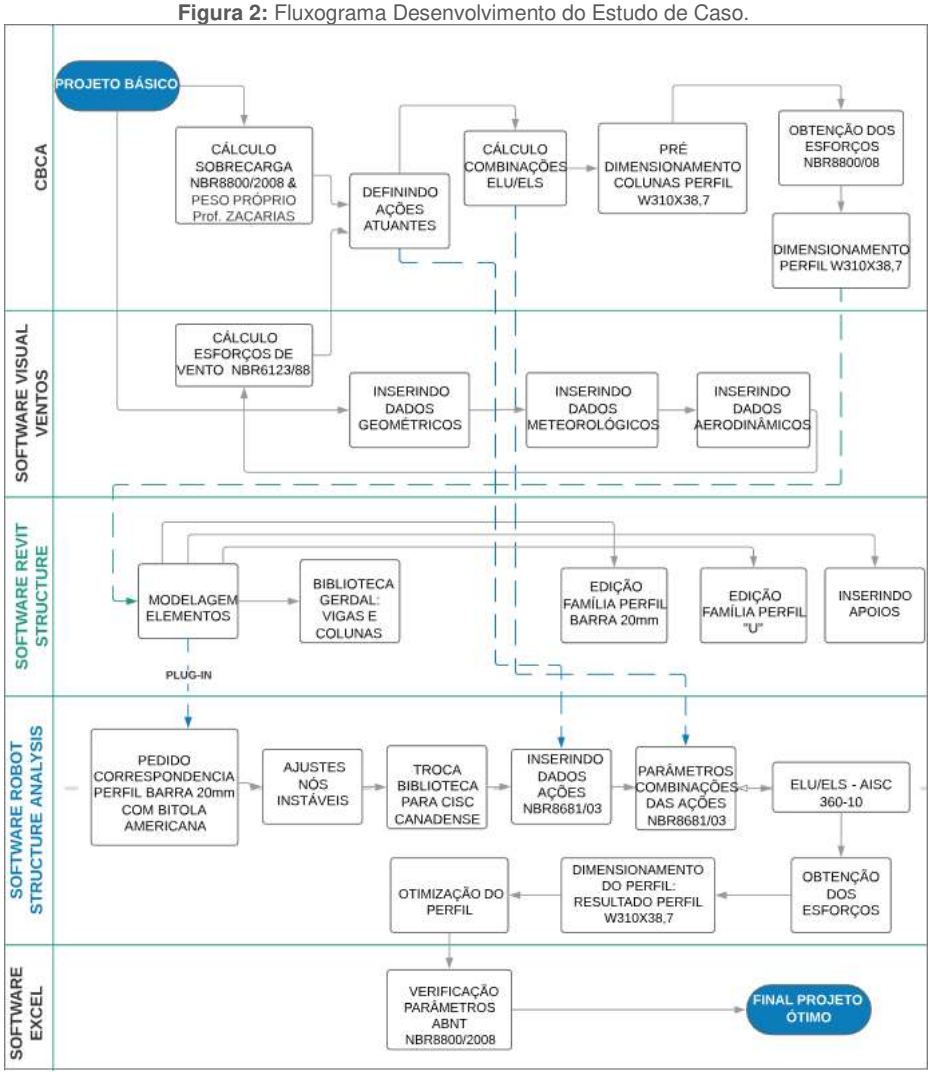
A facilidade da transferência de dados do Revit Structure para o Robot Structural Analysis, além de mostrar como as mudanças no modelo feitas no Robot podem ser refletidas novamente no Revit Structure, mantém a integridade do Modelo com informações de construção, através do conceito da bidirecionalidade entre ferramentas BIM (PAPADOPOULOS, 2014).

3.3 Software VISUAL VENTOS

Para o presente dimensionamento o Software Visual Ventos desenvolve os cálculos analíticos para a obtenção das ações dinâmicas do vento consideradas como estáticas. O software calcula a velocidade característica do vento e a pressão dinâmica, obtém-se dessa forma a pressão de obstrução, tanto para a altura do galpão como para a cumeeira. Deve-se inserir o dado da isopeta de vento referente a região de estudo (PRAVIA, 2010).

Em seguida, os coeficientes de pressão externa e interna são calculados, de acordo com a ABNT NBR6123 (1988), sendo definido os maiores esforços resultantes do vento. (GUERRA e PRAVIA, 2014). Estes dados deverão ser inseridos no software de análise Robot.

Figura 2: Fluxograma Desenvolvimento do Estudo de Caso.



Fonte: O Autor.

3.4 Software de análise estrutural ROBOT

Para utilizar o software deve-se seguir pelo menos 4 fases para a análise estrutural:

1. Ajuste Geometria importada - Sendo a representação analítica dos elementos distintos em ambos os softwares, implica que quando é iniciado o modelo no Revit, são necessários posteriormente, ajustes e alterações adicionais no Robot para compatibilizar a geometria (AZEVEDO, 2015).

2. Preparar o Modelo para receber o carregamento - definem-se os carregamentos assim como algumas configurações da Norma, em se tratando dos coeficientes, que serão utilizados nos cálculos do software. Maiores detalhes podem ser verificados em Cunha (2018).

3. Aplicar o carregamento - aplicado na estrutura utilizando as diversas combinações desenvolvidas pelo programa (Vide Figura 2).

4. Analise Estrutural e Otimização - o software Robot Structural Analysis não efetua a análise do Estado Limite Último em conjunto com Estado Limite de Serviço de maneira que os efeitos devem ser analisados em separado.

3.5 Software EXCEL MICROSOFT®

O software Excel, segundo Godoi e Silva (2017) é bastante utilizado no meio acadêmico e por profissionais que não possuem experiência com os softwares avançados, fazendo uso para validação e compreensão das fases de inserção de dados no programa de análise.

Dessa maneira o referido programa foi utilizado para ratificação das fases de pré-dimensionamento, dimensionamento e otimização da estrutura do galpão, de acordo com os parâmetros da norma ABNT NBR8800- 2008 quando comparado aos dados gerados pelo Robot, utilizando a Norma AISC 360-10.

4 RESULTADOS

As etapas de utilização dos softwares foram explicadas com base na (Figura 2). Os softwares inseridos no processo BIM, em especial os que mantém comunicação direta, desempenharam linearidade no desenvolvimento do projeto, assim como facilidade de comunicação e confecção de um banco de dados integrado obtido por exemplo, com a biblioteca CISC Canadense.

A análise estrutural no Robot utilizando a norma AISC 360-10 contribuiu para uma avaliação próxima a norma brasileira NBR8800/08. O software Robot encontrou o mesmo perfil mencionado pelo manual: W310X38,7. Quanto ao dimensionamento da coluna e em relação à resistência e otimização encontrando-se o perfil W250X38,5, considerado mais esbelto com um peso equivalente ao da primeira análise, levou-se portanto mais leveza ao projeto e menor impacto nos custos para a compra desse perfil. Informações que podem ser verificadas com maiores detalhes em Cunha (2018).

A bidirecionalidade é verificada entre os componentes modelados no Revit quando estes são preenchidos automaticamente na análise feita no Robot. Sua integridade será mantida quando há a atualização das famílias previamente empregadas. Existe retrabalho na modelagem dos nós quando não se tem a detecção de erros ativa no programa Revit.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto estrutural de um galpão metálico, dentro da plataforma BIM com o auxílio do Revit e Robot contribuiu para a elaboração do projeto, mesmo existindo certo retrabalho com a modelagem da estrutura na “interface” dos softwares. Atenção deve ser dada aos ajustes dos nós para os elementos modelados no Revit. Ainda deve ser realizada uma análise apurada da integridade dos dados das famílias de perfis importados para modelagem.

Embora não tenham utilizado a ferramenta Revit juntamente com o Robot, Nunes e Leão (2018) realizando um estudo comparativo entre os modelos tradicional e BIM, relataram a importância além desses dois modelos, da utilização do Robot no cálculo de estruturas.

Infere-se e deve ser mantida a responsabilidade do engenheiro estrutural, em utilizar “softwares” inseridos no processo BIM, que possam contribuir para a tomada de decisão na utilização do perfil que melhor atenda ao projeto. Entendendo que a inserção de dados corretos no programa de análise responde ao retorno de resultados confiáveis ao projeto evidenciado com a utilização do Software Excel.

Sugere-se para trabalhos futuros os estudos relevantes dos softwares que possuem plug-in entre arquitetura e cálculo estrutural, incorporados ao Ambiente BIM, de maneira a auxiliar ao corpo acadêmico na utilização e verificação dos dados de analise cada vez mais complexos.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, V. S. **Análise do modelo BIM numa perspectiva do projeto de estruturas.** 2015. 150 p. Dissertação (Engenharia Civil) — Técnico Lisboa. Disponível em:<https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/281870113702460/Analise%20do%20modelo%20BIM%20numa%20perspetiva%20do%20projeto%20de%20estruturas.pdf>. Acesso em: 01/10/18.

BELLEI, I. H. **Edifícios Industriais em Aço - Projeto e Cálculo.** 6ed. 533 p. São Paulo: PINI Ltda., 2010.

CUNHA, A. de M. **Análise Estrutural de um Galpão Metálico Utilizando o Software Robot Structural Analysis.** 2018. 95 p. Monografia (Engenharia Civil) — Universidade Veiga de Almeida. Disponível em:<https://drive.google.com/open?id=0ByOrbea_I9e7aHBCN3kzWUNXMC10MEJldGpGNWtnZndneG9z>.

EASTMAN, C. et al**. Manual do BIM Um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores.** 1. ed. [S.l.]: Bookman, 500p. 2014.

GODOI, R. M.; SILVA, S. S. da. **Análise de Estruturas Utilizando o Software Excel através do Método da Rigidez Direta.** In: Londrina, U. U. E. de (Ed.). EAIC - 26º Encontro Anual de Iniciação Científica. Umuarama - PR: [s.n.], 2017. Acesso em: 29 out 2018.

GUERRA, A.; PRAVIA, Z. M. C. **Obtenção de coeficientes aerodinâmicos através de mecânica computacional de fluidos para determinação de ações em edificações devidas ao vento.** In: CAMPELLO, E. de M. B. (Org.). Anais do 6º Congresso Latino-Americano da Construção Metálica (Construmetal) / VI Congresso Latino-Americano da Construção Metálica, São Paulo: ABCEM, 2014. p. 318 -366.Disponívelem: <https://www.abcem.org.br/construmetal/2014/downloads/contribuicao-tecnocientifica/Guerra-Chamberlain.pdf>. Acesso em: 15/10/18.

HIPPERT, M. A. S.; ARAÚJO, T. T. de. **BIM NA PEQUENA EMPRESA DE PROJETO: UM ESTUDO DE CASO.** In: VII Encontro Tecnológico da Engenharia Civil e Arquitetura. Maringá - PR: Enteca, 2009. p. 10 – 12. ISSN 1808-3625.

NUNES, G.; LEÃO, M. **Estudo comparativo de ferramentas de projetos entre o CAD tradicional e a modelagem BIM. Revista de Engenharia Civil** - Uminho, Guimarães - Portugal, n. 55, p. 47 – 61, 2018. Disponível em: <http://www.civil.uminho.pt/revista/artigos/n55/Pag.47-61.pdf>. Acesso em: 28 dez 2018.

PAPADOPOULOS, N. A. **Avaliação da metodologia BIM através da modelagem paramétrica 3D de um projeto convencional.** 2014. 124 p. Dissertação (Pós-graduação em Engenharia Civil) — Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Disponível em:<http://webserver2.tecgraf.puc-rio.br/~lfm/teses/NicolaPapadopoulos-Mestrado-2014.pdf>. Acesso em: 02/05/18.

PRAVIA, Z. M. C.; DREHMER, G. A.; MESACASA JÚNIOR, E**. Manual de Construções em Aço - Galpões para usos gerais.** 4. ed. 75p. Rio de Janeiro, 2010.

PRAVIA, Z. M. C.; MOZZATO, R. C. **Uso de BIM nas estruturas de aço: diagnóstico e desafios**. In: Construção Metálica. São Paulo: Associação Brasileira de Construção Metálica - ABCEN, 2012. p. 40 – 44. ISSN 1414-6517. Acesso em: 28 dez 2018.

TARRAFA, D. G. P. **Aplicabilidade prática do conceito BIM em projeto de estruturas.** 2012. 58 p. Dissertação (Engenharia Civil) — FCTUC - Departamento de Engenharia Civil - Faculdade de Ciências e Tecnologia Universidade de Coimbra. Disponível em: <https://www.scribd.com/document/380233358/BIM1-pdf>. Acesso em: 15 out 2018.