

DETALHAMENTO DA ARMADURA DE UMA OBRA DE ARTE ESPECIAL UTILIZANDO A METODOLOGIA BRIDGE INFORMATION MODELLING

Isadora Lourençon Cestari¹; Cassia Silveira de Assis²

¹ Aluna de Iniciação Científica da Escola de Engenharia Mauá (EEM/CEUN-IMT);

² Professora da Escola de Engenharia Mauá (EEM/CEUN-IMT).

Resumo. *As pontes constituem um elo crítico na rede rodoviária e exigem um grande investimento de capital tanto para a construção quanto para manutenção. Essas estruturas, juntamente com os viadutos e túneis, são chamadas Obras de Arte Especiais. O detalhamento das armaduras ativas e passivas de uma estrutura desse tipo é uma etapa fundamental para o projeto e influencia significativamente no planejamento e na execução da obra. Este trabalho visa a continuidade dos projetos de iniciação científica realizados nos anos de 2019 e 2020 e tem como objetivo a utilização da metodologia Bridge Information Modelling (BrIM), com foco na modelagem paramétrica das armaduras ativas e passivas utilizando o software Revit da Autodesk, para que ao término pudessem ser expostas as facilidades e as dificuldades que este software apresentou durante a modelagem dos elementos.*

Introdução

O mundo está em constante evolução, trazendo em evidência a otimização do tempo e na área da engenharia civil tem acontecido muitas mudanças em prol desse seguimento. Com o pensar que poucas décadas atrás os projetos eram feitos a mão, demandavam enorme quantidade de tempo e espaço. Com a evolução da tecnologia e sua popularização, surgiu uma nova forma de criação de projetos, o *Computer Aided Drafting* (CAD), que consiste em virtualizar-los em duas dimensões usando ferramentas computacionais, assim possibilitando agilidade e maior organização.

No entanto, apesar dos desenhos em formato CAD já terem permitido uma otimização de tempo, não possui informações dos elementos desenhados, como afirmado por Hergunsel (2011). Assim surge uma nova necessidade, a criação de uma tecnologia capaz de inserir informações dos elementos contidos no desenho.

O *Building Information Modeling* (BIM) é uma metodologia inovadora de trabalho colaborativo baseada na elaboração de um modelo virtual que vem proporcionar uma nova abordagem à gestão da informação na construção.

A utilização desse detalhamento torna o projeto mais custoso e demorado nas etapas iniciais, mas ainda sim promove economia, como pode ser visualizado na Figura 1, visto que a documentação e todas as informações necessárias já foram inseridas no arquivo durante o detalhamento do projeto, é capaz de antecipar os problemas que só seriam notados durante a obra e é capaz de simular o funcionamento de toda a edificação.

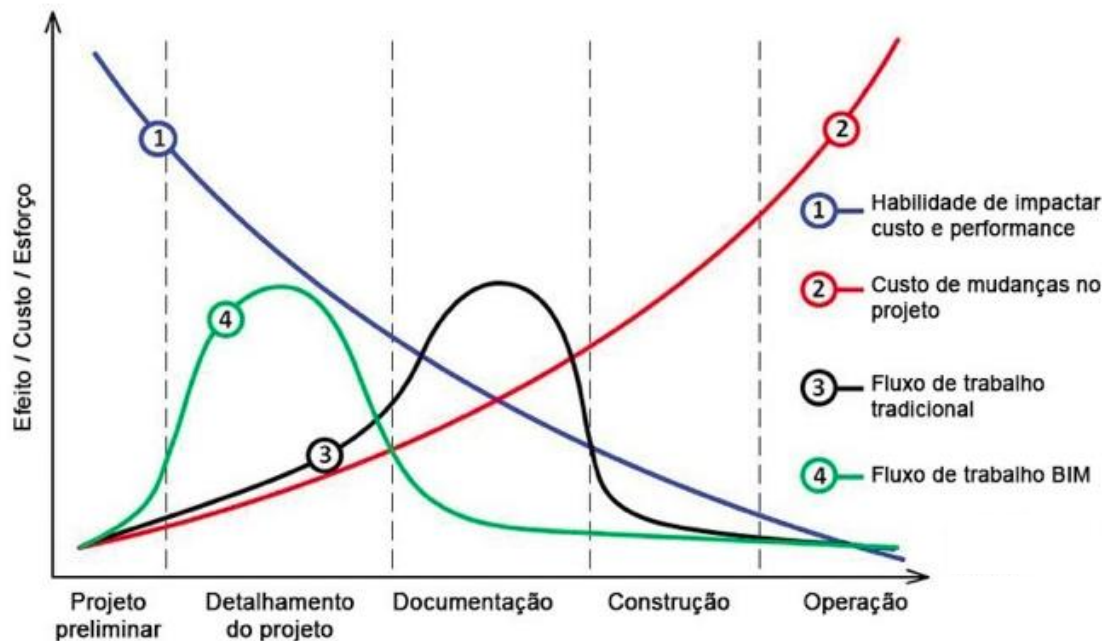


Figura 1 - Comparação entre a relação custo/tempo de uma obra tradicional e usando BIM.

Fonte: Adaptado de Macleamy (2010).

A partir da metodologia BIM os projetos podem ser classificados de acordo com o nível de detalhamento (*Level of Development – LOD*) atingido, sendo do LOD 100 que mostra a representação volumétrica mostrando a existência do componente, sem se preocupar com a forma, tamanho ou localização precisa até o LOD 500 que representa a obra concluída: onde terá informações e geometria adequadas para dar suporte às operações, manutenção e criações de manuais, focado no pós-obra. Nesse quesito, esse trabalho visa atingir um nível de detalhamento de LOD 400, no qual, já representa detalhes com precisão suficiente para a fabricação, montagem, instalação e orçamento.

a) Conceito BrIM

Como o BIM, aplicado aos edifícios, surge o conceito de BrIM (do inglês, *Bridge Information Modeling*) aplicado a obras de artes especiais (OAE), o BrIM está se tornando uma ferramenta amplamente eficaz na indústria de engenharia e construção, visto que não se trata apenas de uma representação geométrica de pontes, mas uma representação inteligente de pontes, pois contém todas as informações necessárias sobre pontes ao longo de seu ciclo de vida, sendo capaz de acoplar três tipos de dimensões, o 3D, 4D e o 5D. A dimensão 3D tem recursos como: atualização de desenhos, lista de materiais e levantamentos quantitativos, na dimensão 4D é possível conectar elementos do modelo e elaborar cronogramas de tempo e na dimensão 5D é viável integrar uma estimativa de custo no tempo.

b) Interoperabilidade

Eastman *et al.* (2011) diz que a interoperabilidade representa a necessidade de passar dados entre aplicações, permitindo que vários colaboradores contribuam de forma simultânea para o trabalho em questão, de modo que cada especialista cuide da sua área de atuação apartadamente, mas que o resultado seja visto em modo conjunto.

Para solucionar o problema dos múltiplos formatos, houve um esforço mundial entre indústrias. A partir da década de 1980, segundo Eastman *et al.* (2011), foram desenvolvidos

modelos de dados para dar suporte às trocas de informação entre modelos de produtos e objetos, dentro de diferentes setores, utilizando a padronização ISO e uma linguagem em comum chamada de EXPRESS. Deste esforço surgiu o modelo de dados, Industry Foundation Classes (IFC), amplamente utilizado em fases de planejamento, projeto, construção e gerenciamento de edificações (EASTMAN *et al.*, 2011).

De acordo com Andrade (2009) os primeiros esforços ligados diretamente ao IFC surgiram entre as principais organizações americanas ligadas a indústria da AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção), através da Industry Alliance for Interoperability, em 1994, onde foi rapidamente expandida para a International Alliance for Interoperability (IAI). Esta última, um consórcio entre empresas e instituições de pesquisas, hoje presente em cerca de 20 países. (International Alliance for Interoperability, 2008a). O IFC foi projetado pensando em atender a todas as informações do edifício, durante todo o ciclo de vida da edificação. (ANDRADE; RUSCHEL, 2009).

Material e Métodos

A ponte escolhida foi a mesma do trabalho de Nogueira *et al.* (2018). Trata-se de uma ponte em grelha isostática, com longarinas protendidas, dois vãos com 2545 cm e uma travessa de apoio intermediária, conforme apresentado na Figura 2.



Figura 2 - OAE estudada.
Fonte: Nogueira *et al.* (2018)

A Figura 3 apresenta o fluxo de trabalho realizado.

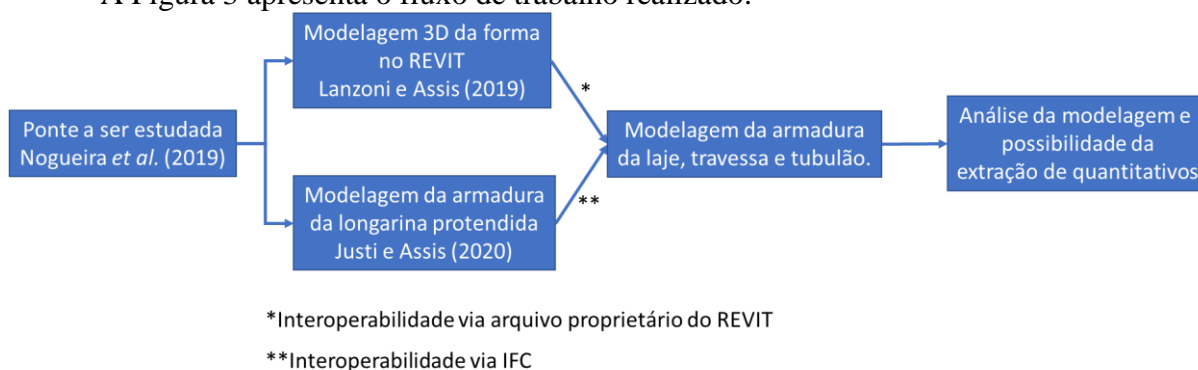


Figura 3 - Metodologia para o trabalho.
Fonte: A autora.

Depois de escolhida a OAE, os modelos dos trabalhos de Lanzoni e Assis (2019) e Justi e Assis (2020) devem ser unidos em um único modelo.

No modelo de Lanzoni e Assis (2019) houve a necessidade de atualizar o arquivo, visto que a modelagem foi realizada utilizando o Revit versão 2019, atualizou-se para a formatação do Revit versão 2021. Feita a atualização muitos itens do modelo foram bloqueados ou travados, então foram feitas as liberações para que fosse possível alocar novamente as longarinas junto à laje na obra de arte.

O modelo de Justi e Assis (2020), que engloba toda a armação da longarina protendida, foi desenvolvido no software Tekla Structures e foi necessário verificar a interoperabilidade entre este software e o Revit. Apesar da existência de um plugin para a interoperabilidade entre os softwares, optou-se por usar o IFC por ser um formato comumente aceito dentre os softwares utilizados em BIM. É importante frisar que o modelo não foi inserido diretamente no modelo final. Foi necessária uma análise criteriosa para identificar se houve perda de informações, analisou-se também a facilidade de transferência do arquivo. Ainda no modelo das longarinas foram alocadas lajes estruturais, com o comando que o próprio Revit disponibiliza.

Com a união dos dois modelos, foi possível armar os elementos estruturais conforme os desenhos de armação disponibilizados no AutoCAD. Utilizou-se o comando Rebar do Revit para facilitar na modelagem da barra, este comando indica um elemento local que é uma instância de barra com as propriedades do tipo de barra especificada, forma e geometria orientada pela forma modelada.

Resultados e Discussão

Foi necessário atualizar os arquivos, modelo da ponte e o modelo da longarina, mostrada na Figura 4, que foi transferida para o Revit, visto que a formatação dos mesmos estava em Revit 2019. Após a atualização para o Revit 2021, foram feitas algumas checagens para garantir que não houvesse perda de informação, principalmente no arquivo da longarina armada. Percebeu-se que alguns itens do modelo da ponte estavam travados pela própria ferramenta do software, que se deu devido à segurança para a atualização do arquivo. Os itens foram destravados para que a longarina fosse alocada devidamente, seguindo as plantas em CAD disponibilizadas.

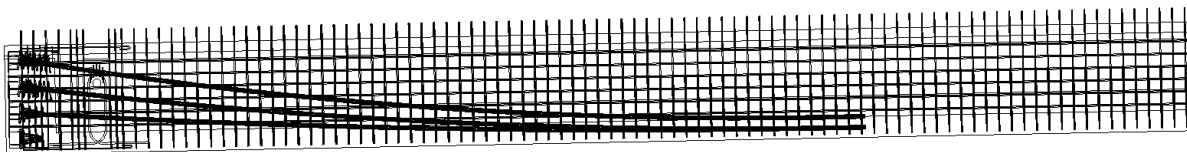


Figura 4 – Imagens da longarina no Software Revit.
Fonte: Justi e Assis (2020)

Para a modelagem da laje foi utilizada a função “Laje Estrutural”, já disponível no software (Revit), no modelo da longarina armada, alocando-a por cima da longarina, tomando o cuidado para que não sobrepusesse nenhum item. Após a criação da estrutura a laje foi armada, utilizando a ferramenta “Rebar”. Foi possível apenas armar os itens listados como estruturais, os listados como arquitetônicos não permitiam a armação. A Figura 5 indica o modelo adotado e a Figura 6 mostra os arranjos em planta e corte

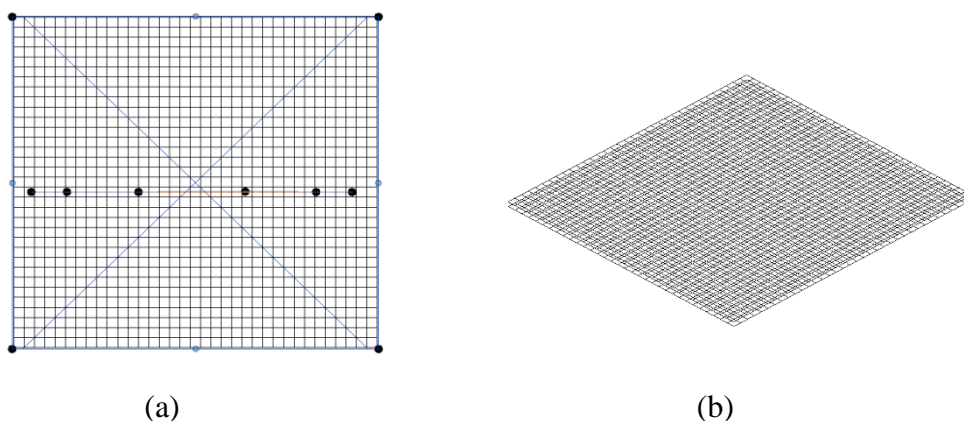


Figura 5 – Imagens da armadura da laje: (a) vista superior; (b) vista em perspectiva;
Fonte : A Autora

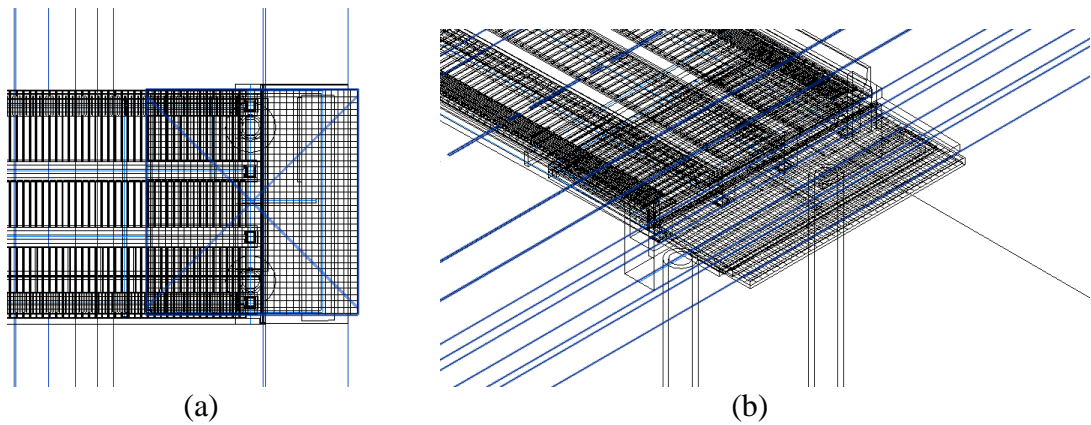


Figura 6 – Imagens da armadura da lajona estrutura: (a) vista superior; (b) vista em perspectiva

Fonte: A Autora

Após a liberação dos itens no modelo da ponte e construção da laje no modelo da longarina, a longarina armada junto a laje pode ser realocada ao modelo da ponte. Foi necessário ocultamento de boa parte da ponte para que a longarina fosse posicionada corretamente. A Figura 7 mostra as vistas da longarina posicionada e a Figura 8 mostra o posicionamento dentro da OAE



Figura 7 – Imagens da longarina posicionada: (a) vista superior; (b) vista frontal.

Fonte: A Autora

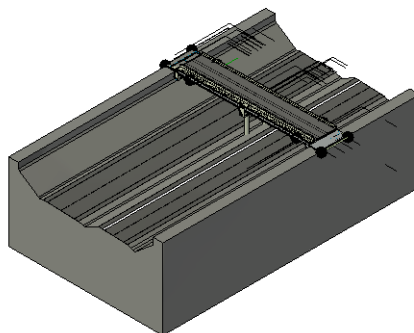


Figura 8 – Imagem da Obra de Arte.

Fonte: A Autora

Conclusões

Através da realização desse projeto de iniciação científica, foi possível tirar algumas conclusões. Como mencionado no início, a tecnologia envolvida no BrIM ainda está em desenvolvimento, o que fica claro na modelagem.

Para a atualização dos modelos, não foi notada nenhuma perda de informação, apenas estratégias de segurança do próprio software para que não ocorra perda de formatação durante o processo.

Embora o BrIM ainda não se adapte totalmente a todas as necessidades do mercado, o processo de detalhamento ter se mostrado trabalhoso, analisando o processo como um todo, essa alternativa ainda se mostra muito vantajosa quando comparada à ferramenta AutoCAD, ainda a mais usada nos dias atuais. Quando se compara a representação em CAD com os softwares da tecnologia BIM e BrIM, que disponibilizam a criação de um modelo 3D com todas as informações e propriedades do material e permite ao projetista prever muitos distúrbios, como a interseção ou sobreposição de trechos da armadura, problemas que na tecnologia CAD só seriam percebidos na execução. Além disso, permite o manuseio das estruturas e uma visualização muito mais prática e eficiente, além de corrigir ou atualizar qualquer elemento de forma mais rápida e automática.

Portanto, o uso do método BrIM se mostra mais vantajoso do que os métodos mais populares nos dias atuais em questão de prevenção e entendimento.

Referências Bibliográficas

- AZHAR, S; KHALFAN, M; MAQSOOD, T. *Building information modelling (BIM): now and beyond*. *Australasian Journal of Construction Economics and Building*, v. 12, n. 4, p.15-28, 2012.
- CASTRO, L.C.L.B. *Aplicação do building information modeling (bim) em projetos de infraestrutura nas fases pre-completion e/ou post-completion*. TCC - Especialista em Políticas de Infraestrutura. Distrito Federal, jun. 2019.
- C.S. SHIM, N.R. YUN, H.H. SONG. *Application of 3D Bridge Information Modeling to Design and Construction of Bridges*. 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705811010873>
- CHEN, W; DUAN, L. *Bridge Engineering Handbook: Construction and Maintenance*. 2014.
- HERGUNSEL, M.F. *Benefits of Building Information Modeling for Construction Managers and BIM Based Scheduling*. Masters Theses (All Theses, All Years). Worcester Polytechnic Institute. 230. abr. 2011.
- LANZONI, B.C; ASSIS, C.S. *A utilização do BIM na modelagem estrutural de pontes*. 11º Seminário Mauá de Iniciação Científica 2019 – Curso de Engenharia Civil, Instituto Mauá de Tecnologia, São Paulo, 2019. Disponível em: <https://maua.br/graduacao/iniciacao-cientifica/anais-do-11--seminario-maua-iniciacao-cientifica>. Acesso em 02 mar. 2020.
- MACLEAMY, P. *The Future of the Building Industry - The Effort Curve*. 2010. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=9bUIBYc_GI4. Acesso em: 20 nov. 2020.
- NOGUEIRA, B.R.; PESSOA, B.Q.; DIONIZIO, G.L.S.; ENGELMANN, V.A.M. *Análise dinâmica de pontes para conservação e manutenção da estrutura com o auxílio de um dispositivo móvel*. 2018. 98 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Instituto Mauá de Tecnologia, São Paulo, 2018.
- Sienge plataforma. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/tudo-sobre-lod-bim/>. Acesso em 27 out. 2020.

Sienge plataforma. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/dimensoes-do-bim/>.
Acesso em 26 out. 2020.

C.S. SHIM, N.R. YUN, H.H. SONG. **Application of 3D Bridge Information Modeling to Design and Construction of Bridges**. 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705811010873>

CHEN, W; DUAN, L. **Bridge Engineering Handbook: Construction and Maintenance**. 2014.