

ANÁLISE DA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA BRIDGE INFORMATION MODELING EM LOD400 PARA PROJETOS DE OBRAS DE ARTE ESPECIAL

¹ Arthur Pastorelli Mello; ² Cássia Silveira de Assis.

¹ Aluno de Iniciação Científica do Instituto Mauá de Tecnologia (IMT/CEUS-IMT);

² Professora do Instituto Mauá de Tecnologia (IMT/CEUS-IMT).

Resumo. *Em se tratando de mobilidade urbana, as pontes desempenham papel crucial na rede rodoviária e, portanto, grande investimento e um minucioso gerenciamento, tanto no processo construtivo quanto nas periódicas manutenções, são indispensáveis. Tais estruturas, juntamente com os viadutos e túneis, são chamadas de Obras de Arte Especiais (OAE). Um bom planejamento e uma previsão orçamentária são muito importantes para a otimização dos custos e o sucesso da obra. Buscou-se com esta Iniciação Científica analisar a aplicação da metodologia Bridge Information Modeling (BrIM) para o projeto, planejamento e gerenciamento de uma OAE. Primeiramente, a partir de um projeto real de uma ponte, elaborado pela empresa ENGETI CONSULTORIA E ENGENHARIA Ltda., foi realizada a modelagem paramétrica das formas e armações da mesma a nível de detalhamento LOD400 com o auxílio do software ALLPLAN Engineering, da empresa Nemetschek. Assim, foi possível extrair informações para uma previsão orçamentária e de tempo de construção o mais precisa e próxima da realidade possível, evitando gastos desnecessários, retrabalho e perda de tempo.*

Introdução

A construção civil, como qualquer outro setor da indústria, está em constante evolução, seja por aprimorar metodologias tradicionais ou pelo desenvolvimento de novas tecnologias. Tais esforços têm como missão, entre outras coisas, a otimização do tempo gasto nas diferentes etapas do processo construtivo e a diminuição dos custos e gastos excedentes durante a elaboração dos projetos e a construção de estruturas diversas.

Com o objetivo de atender às novas necessidades do mercado de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) e de minimizar problemas e dificuldades antigos do mesmo, a metodologia *Building Information Modeling* (BIM) surge como uma das mais promissoras e sólidas para o setor de AEC. Consiste em um conjunto de processos, políticas e tecnologias que permitem que as várias áreas de atuação envolvidas na concepção de um empreendimento possam trabalhar de maneira integrada e colaborativa para projetar, construir e gerenciar uma construção. De modo conciso, desenvolve-se um modelo virtual em três dimensões (3D) do futuro empreendimento, neste são inseridas informações importantes para cada elemento do modelo como o material utilizado, tipo, fabricante, fornecedor, data de início e de término da implementação na obra, custo, tempo estimado para manutenções periódicas e outros.

É possível lançar mão de modalidades descritivas escalonadas, fazendo referência às instâncias de um projeto em BIM como tempo, custos, sustentabilidade e gestão. Estas correspondem às dimensões do BIM, são elas: 3D – Modelagem tridimensional e paramétrica do empreendimento; 4D – Planejamento construtivo no tempo; 5D – Orçamentação; 6D – Análise de sustentabilidade; 7D – Gestão das instalações.

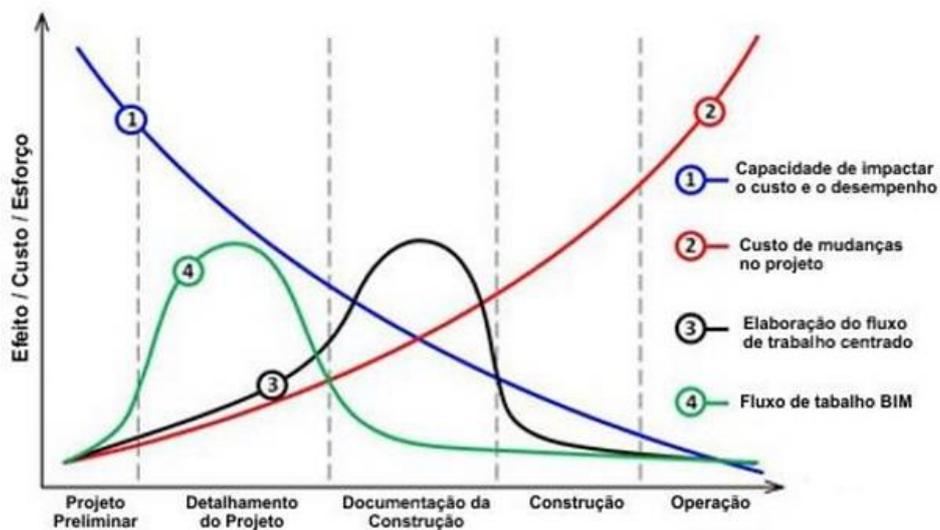


Figura 1 – A relação entre custo/esforço e as diferentes etapas de uma construção.
 Fonte: Adaptado de Macleamy (2010).

Tendo em vista a grande quantidade de projetos diferentes envolvidos na construção de um mesmo empreendimento, é comum o desperdício de tempo e recursos devido à incontáveis retrabalhos resultantes da pouca comunicação e intercâmbio de informações entre os autores de tais projetos, que os desenvolvem individualmente. Assim sendo, a interoperabilidade é característica fundamental para a elaboração do modelo virtual seguindo a metodologia BIM.

Interoperabilidade consiste na possibilidade se poder trabalhar ou operar em um mesmo arquivo eletrônico através de diferentes softwares para que seja possível projetar simultaneamente, trabalhando e comunicando-se com fluidez entre as disciplinas e setores, independentemente dos fornecedores e das ferramentas preferidas pelos projetistas. Assim, de modo integrado e em um mesmo arquivo virtual, pode-se prever determinadas incompatibilidades entre os projetos antes do início das obras, permitindo correções rápidas e evitando desperdícios ainda maiores que apareceriam na fase construtiva (Figura 2).

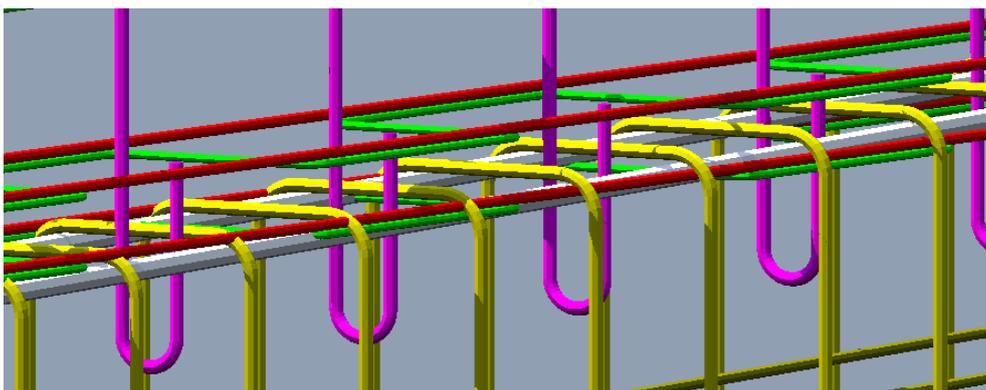


Figura 2 – Exemplo de incompatibilidade detectada via BIM.
 Fonte: Projeto em estudo.

Com o objetivo de organizar o nível do desenvolvimento de um empreendimento usando o BIM, Bedrick (2008), juntamente com o Instituto Americano de Arquitetos (em inglês: *American Institute of Architects*), sugeriu a classificação LOD (*Level of Development*). Assim, existem cinco níveis:

- LOD100: Equivale a representação gráfica quase sem detalhes ou informações além da fôrma da construção, detalhes do terreno e outras informações preliminares;
- LOD200: É a etapa de anteprojeto, quando se está planejando em termos mais gerais as dimensões do futuro empreendimento, ainda requer aprovação para ser executado;
- LOD300: Quando o anteprojeto já está aprovado, com dimensões definidas e os detalhamentos dos projetos executivos passam a ser desenvolvidos;
- LOD400: Onde já são representadas com precisão as informações geométricas de elementos e sistemas. Além disso, tais elementos já possuem planejamento com relação a tempo e custo;
- LOD500: Corresponde à uma representação fiel e realista do empreendimento, com foco no pós-obra, ou seja, em processos de gerenciamento e manutenção.

O BrIM consiste na aplicação da metodologia BIM para Obras de Arte Especial, e mostra-se uma grande aliada para otimização dos processos de elaboração de projeto e construção destes empreendimentos que são de alta complexidade. Isto traz a necessidade da utilização de softwares com a potência e a capacidade necessárias para atender à estas demandas.

Material e Métodos

A fim de analisar a aplicação da metodologia *Bridge Information Modeling* (BrIM), uma extensão do BIM para OAEs, em LOD400, utilizou-se como base uma ponte em grelha isostática, com longarinas protendidas, dois vão com 2545cm e uma travessa de apoio intermediário. Esta está localizada na BR-116, Régis Bittencourt, km 490 + 320m – Transversal (Figura 3).



Figura 3 – Obra de Arte Especial estudada.
Fonte: Nogueira *et al.* (2018)

A partir dos projetos em duas dimensões (2D) da OAE estudada, decidiu-se pela utilização do ALLPLAN Engineering para a modelagem 3D da fôrma e das armações da estrutura. Como parte do grupo Nemetschek, o ALLPLAN Engineering apresenta um fluxo de trabalho extremamente intuitivo e desenvolvido especialmente para engenheiros. Graças a uma abordagem única para modelagem de estruturas diversas, o ALLPLAN Engineering torna mais simples, rápido e fácil a modelagem de elementos curvos e com seções variadas, modelando-as parametricamente. Tal característica torna o software uma ferramenta extremamente eficaz para o projeto em BIM de pontes, túneis, rodovias, viadutos e outras estruturas.

Portanto, utilizando-se do ALLPLAN Engineering, a elaboração do modelo virtual iniciou com a modelagem da fôrma de concreto, que foi desenvolvida a partir de linhas espaciais que formavam sólidos, estes eram, posteriormente, preenchidos. Esta metodologia de elaboração de estruturas de concreto é muito interessante para OAEs, visto que o formato de seus elementos estruturais como travessas, longarinas, transversinas, lajes e tabuleiros podem variar bastante. Isso tornaria complexa a elaboração destes modelos através de softwares mais dependentes da importação de elementos prontos em blocos.

As armações, foram modeladas a partir de cortes transversais e longitudinais nas fôrmas de concreto. Utilizando-se destes desenhos 2D, as armações foram desenhadas e, depois, lançadas ao longo do elemento de concreto a qual pertencem.

Resultados e Discussão

A OAE em estudo foi modelada em sua inteireza (Figuras 4, 5 e 6) e pôde ser constatado, ao longo de todo o período de modelagem, as vantagens da utilização de um software alinhado à metodologia BIM.

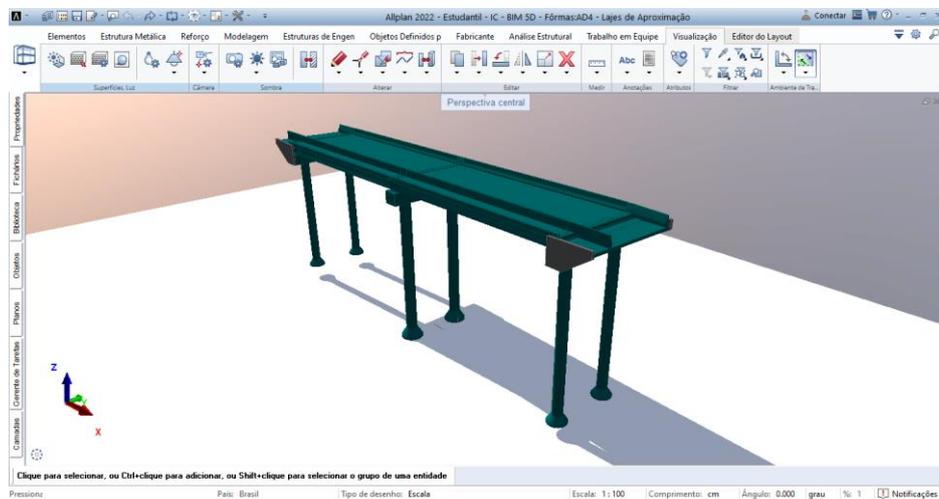


Figura 4 – Vista isométrica realista da fôrma de concreto do modelo virtual.

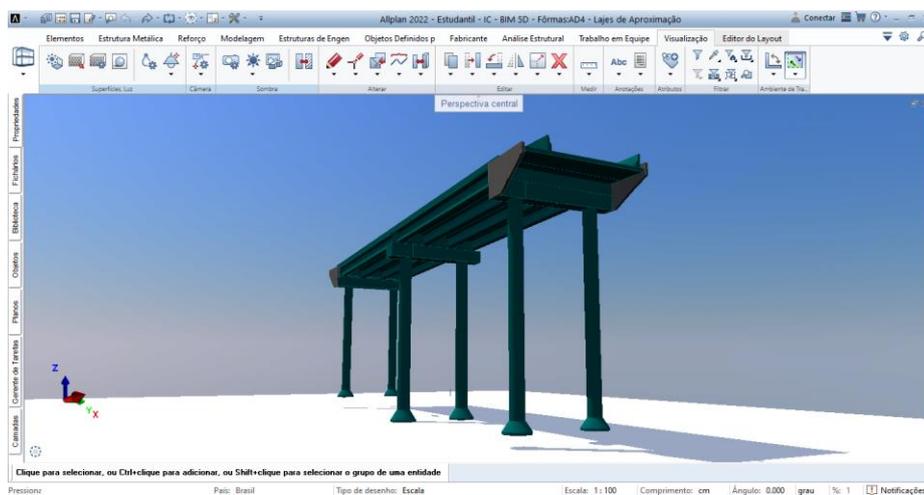


Figura 5 – Vista isométrica realista da fôrma de concreto do modelo virtual.

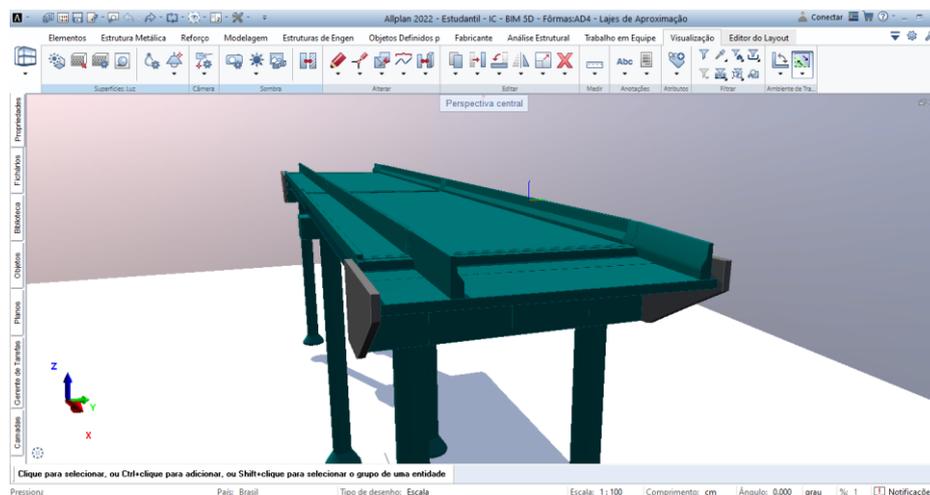


Figura 6 – Vista isométrica realista da fôrma de concreto do modelo virtual.

A processo de feitura do modelo virtual da travessa ilustrada nas Figuras 7, 8 e 9, representa bem as vantagens da implementação do BIM e da utilização do ALLPLAN Engineering para Obras de Arte Especial. Seu formato não é comum a uma viga convencional: Sua base tem seção variada, além disso, apresenta um pescoço, também com seção variada e com uma articulação no topo que serve de apoio para a laje de aproximação. Também são inseridas informações importantes aos elementos como o nome, o tipo de material, o formato e a posição, o que facilita o fluxo de trabalho BIM.

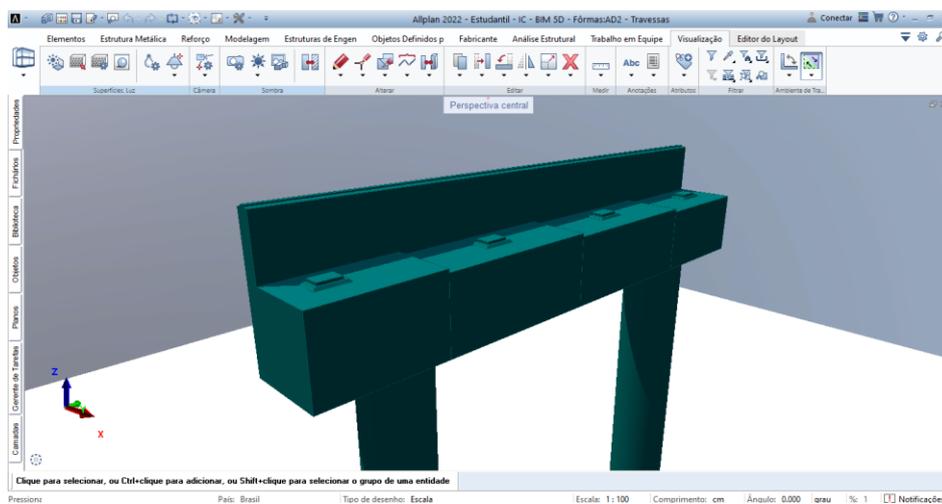


Figura 7 – Vista isométrica realista da fôrma de concreto da travessa TR1.

Tais vantagens evidenciam-se ainda mais quando se trata da modelagem das armações. Como já mencionado anteriormente, as armações são desenhadas a partir de cortes transversais e longitudinais das massas de concreto. É interessante notar que a representação em 3D é feita simultaneamente pelo próprio software, assim como a atribuição de características das barras de aço como suas dimensões, nome, tipo, material e posição. Este processo facilita muito a pré-visualização de possíveis interferências e incompatibilidades entre as barras.

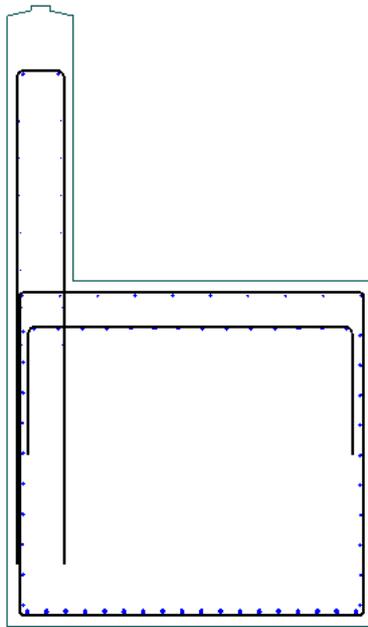


Figura 8 – Corte transversal da travessa TR1 utilizado para modelagem das armações.

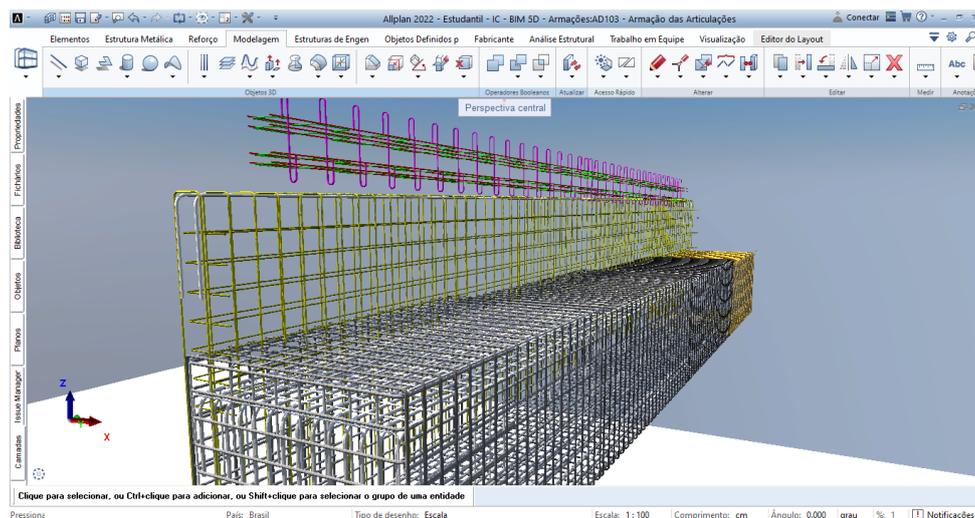


Figura 10 – Vista isométrica realista das armações da travessa TR1.

Conclusões

Por intermédio deste projeto de Iniciação Científica que teve por objetivo analisar a implementação da metodologia BIM para Obras de Arte Especial, uma série de conclusões importantes puderam ser tiradas.

A proposta de Macleamy (2010) de que o seguimento do fluxo de trabalho BIM anteciparia o pico da curva de Esforço/Custo para a fase de projeto (Figura 1) foi observada e comprovada durante os estudos. Certamente, o BIM (ou, no caso estudado, BrIM) torna significativamente mais complexa, trabalhosa e custosa a fase de projeto, uma vez que softwares cada vez mais potentes e especializados, a integração de todas as diferentes áreas para interoperabilidade e a necessidade de prever o maior número de possíveis incompatibilidades são essenciais e indispensáveis para o bom desenrolar do processo construtivo. Este aumento de Esforço/Custo nas fases preliminares de projeto seria, entretanto, benéfico, uma vez que são proporcionalmente extremamente inferiores a

possíveis gastos gerados por retrabalhos contínuos que decorreriam da observação tardia de incompatibilidades durante a construção.

Em se tratando de OAEs, a utilização do software ALLPLAN Engineering, do grupo Nemetscheck, mostrou-se de muito proveito. Tendo em vista a complexidade dos elementos estruturais da OAE em questão, o estilo de modelagem livre de fôrmas e armações apresentado pelo software é característica essencial e trouxe facilidade e agilidade para a elaboração de um modelo virtual o mais próximo possível da realidade.

Não há dúvida, portanto, que a implementação da metodologia BrIM é de grande proveito para as fases de projeto, planejamento e gerenciamento de uma Obra de Arte Especial e deve, sim, ser cada vez mais buscada pelo setor da Arquitetura, Engenharia e Construção.

Referências Bibliográficas

- AZHAR, S. *Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry. Leadership and Management in Engineering*. p. 241-252, jul. 2011. Acesso em 28 out. 2022.
- 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.
- JUSTI, A.B; ASSIS, C.S. *Detalhamento de estruturas de concreto armado usando a metodologia BIM*. 12º Seminário Mauá de Iniciação Científica 2020 – Curso de Engenharia Civil, Instituto Mauá de Tecnologia. São Paulo, 2020. Disponível em: https://maua.br/graduacao/iniciacao_cientifica/anais-do-11--seminario-maua-iniciacao-cientifica. Acesso em 28 out. 2022.
- MACLEAMY, P. *The Future of the Building Industry - The Effort Curve*. 2010. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=9bUIBYc_GI4. Acesso em 28 out. 2022.
- 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. Acesso em 28 out. 2022
- BEDRICK, J. *Organizing the development of a building information model*, American Institute of Technology. Acesso em 28 out. 2022.