



Avaliação do Projeto do Viaduto de São Gonçalo (RJ-104) via Utilização da Metodologia BIM (Building Information Modeling)

Bruno Pedro Nadal¹, Glauco José de Oliveira Rodrigues², Cristiano Saad Travassos do Carmo³, Luiz Octavio de Souza Bueno Oliveira⁴, José Guilherme Santos da Silva⁵

¹ UERJ / Departamento de Estruturas e Fundações / nadal.bruno@graduacao.uerj.br

² UERJ / Departamento de Estruturas e Fundações / glauco.jose.rodrigues@uerj.br

³ UFF / Departamento de Engenharia Civil / cristianotravassos@id.uff.br

⁴ UERJ / Departamento de Construção Civil e Transportes / luiz.oliveira@eng.uerj.br

⁵ UERJ / Departamento de Estruturas e Fundações / jgss@uerj.br

Resumo

A Engenharia Civil consiste em uma área diretamente influenciada pelo avanço tecnológico, que, quando devidamente explorado, pode trazer benefícios significativos à prática profissional. Dentre esses avanços, a metodologia BIM (Building Information Modeling) destaca-se como uma ferramenta essencial para a evolução técnica e organizacional de projetos. Assim sendo, este trabalho de pesquisa aborda a transição da metodologia convencional baseada em CAD (Computer Aided Design) para a metodologia BIM, com base na avaliação do projeto de obra de arte especial: o Viaduto de São Gonçalo. O fluxo de trabalho deste estudo compreende a modelagem detalhada do viaduto via uso do software Revit, utilizando famílias parametrizadas, templates, materiais e elementos específicos criados especialmente para este projeto. Posteriormente, um arquivo do tipo IFC, referente a um formato de arquivo aberto, conforme padrão internacional ISO 16739, é gerado e importado para o software CSI Bridge, no qual será realizada a análise estrutural da ponte investigada. Após a análise estrutural do viaduto, caso sejam necessários ajustes no projeto, o fluxo prevê o retorno ao Revit para modificações na geometria ou nos parâmetros do modelo, garantindo a interoperabilidade entre as plataformas e melhor execução do projeto. Como resultado da pesquisa, é apresentado o funcionamento desse fluxo de trabalho e o processo de execução de um projeto de uma obra de arte especial através da metodologia BIM, desde a extração de informações e quantitativos até informações pertinentes ao cálculo da estrutura do viaduto. O estudo destaca como a metodologia BIM, aliada ao uso de ferramentas especializadas e processos automatizados, contribui para maior produtividade, eficiência na compatibilização de informações e redução de retrabalhos. Finalmente, ressalta-se a relevância da adoção do BIM (Building Information Modeling) para atender às demandas atuais da Engenharia Civil, promovendo maior evolução tecnológica no setor.

Palavras-chave

BIM (Building Information Modeling); Dimensionamento Estrutural; Interoperabilidade; Pontes e Viadutos.

1. Introdução

Desde tempos remotos, a necessidade de superar barreiras geográficas tem impulsionado a construção de pontes, tornando-se ainda mais prevalente atualmente devido ao crescimento populacional e à urbanização global (FERNANDES & CORREIA, 2017). Esses projetos envolvem uma vasta gama de profissionais de diferentes disciplinas, exigindo estudos detalhados para viabilizar desde a demanda inicial até as condições ambientais críticas para sua construção. Em alguns casos a importância dessas estruturas requer um planejamento eficiente para evitar retrabalhos e minimizar desperdícios, além dos prazos desafiadores que são propostos aos profissionais.

Em resposta a esses desafios, a otimização dos processos construtivos tem se tornado indispensável, marcada pela introdução de novas ferramentas que melhoram a eficiência e os resultados dos projetos. De acordo com este contexto, a metodologia BIM (Building Information Modeling) tem se destacado como uma abordagem essencial para aprimorar a concepção, planejamento e execução de empreendimentos. Ao permitir a modelagem tridimensional integrada a informações paramétricas relevantes, a metodologia BIM

proporciona maior precisão na elaboração dos projetos, reduzindo incompatibilidades e retrabalhos ao longo do desenvolvimento desses projetos (MACHADO & SOUZA, 2024).

Deste modo, a metodologia BIM tem se consolidado como uma abordagem eficaz para aprimorar a gestão e o desenvolvimento de projetos na engenharia civil, permitindo a integração entre modelagem geométrica, extração de quantitativos e análise estrutural (BARBIERI, 2021). Sua aplicação possibilita uma comunicação mais eficiente entre disciplinas, minimiza erros e melhora a compatibilidade entre diferentes softwares, fatores essenciais para a execução de obras complexas, como pontes e viadutos.

Este trabalho explora a transição de um projeto de viaduto do método CAD para a metodologia BIM, avaliando os impactos dessa mudança na eficiência e precisão dos processos. Durante o estudo, foram analisadas a extração de quantitativos para orçamento e a interoperabilidade entre o Revit e o CSI Bridge, buscando otimizar a exportação do modelo estrutural para garantir sua correta interpretação pelo software de análise. Os resultados evidenciam melhorias no fluxo de trabalho, na consistência dos dados e na integração entre plataformas, reforçando a importância do BIM na modernização dos processos de engenharia civil.

2. Metodologia BIM (Building Information Modeling)

A metodologia BIM (Building Information Modeling) surgiu a partir das ideias de Charles Eastman na década de 1970 e tem se desenvolvido como um modelo de trabalho que integra modelagem tridimensional e gestão de informações ao longo do ciclo de vida da construção. Mais do que uma representação 3D, o BIM possibilita a colaboração entre disciplinas, permitindo planejamento, orçamento e acompanhamento mais precisos. De acordo com PENTTILÄ (2006): “Building Information Model (BIM) consiste em uma metodologia para gerenciar a base do projeto de construção e os dados do projeto em formato digital ao longo do ciclo de vida, da construção”. A interoperabilidade garante a compatibilização dos projetos em um ambiente digital unificado. Tal adoção vem crescendo globalmente, impulsionada pelos benefícios na eficiência e na gestão de obras, consolidando-se como um padrão na indústria da construção (Figura 1).

A interoperabilidade entre softwares BIM é fundamental para a integração eficiente de diferentes disciplinas em projetos de engenharia e construção, permitindo a troca precisa de informações por meio de arquivos neutros (Figura 1). Essa conectividade possibilita um fluxo de trabalho mais colaborativo, que ajuda a reduzir erros, ter retrabalhos e identificar inconsistências ao garantir que todos os envolvidos trabalhem sobre um modelo atualizado e consolidado. Em projetos complexos, a adoção de um modelo BIM federado torna-se importante, pois permite que cada disciplina desenvolva sua modelagem de forma independente, mas referenciada em um sistema de coordenadas unificado. Isso melhora a compatibilização, facilita a detecção de interferências e aumenta a confiabilidade dos dados, tornando o processo de projeto mais preciso e eficiente ao longo de todo o ciclo de vida da construção. (CONCEIÇÃO & QUEVEDO, 2023); (FREIRE & MEDEIROS, 2016).

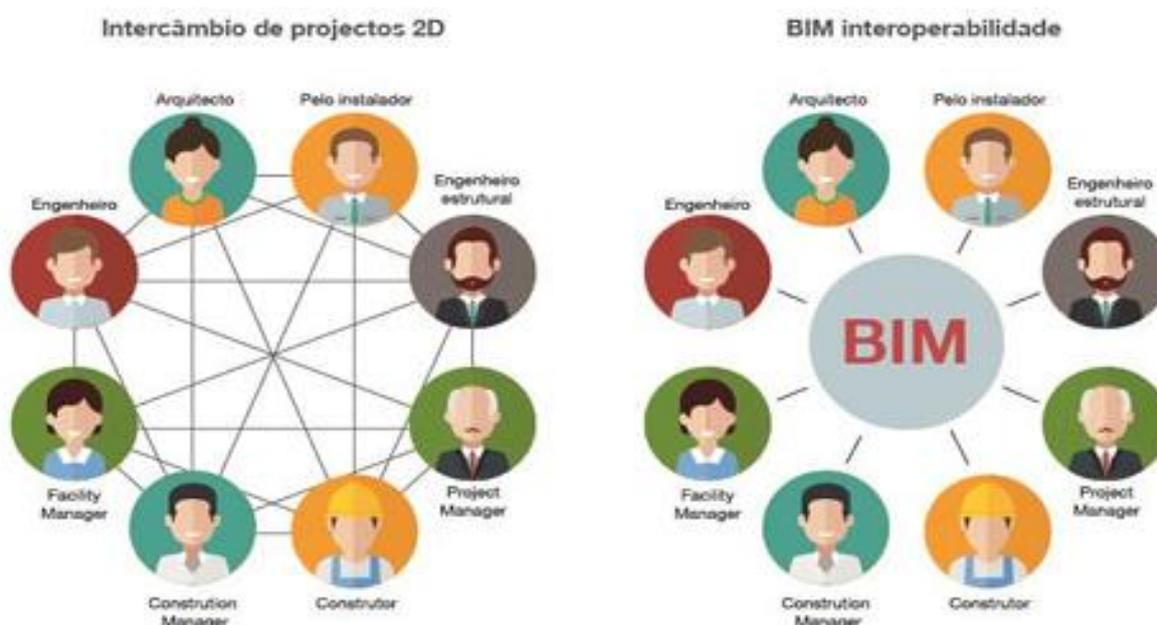


Figura 1 – Interoperabilidade BIM (DER-MG, 2024)

Além disso, o BIM oferece diversas funcionalidades que podem ser aplicadas conforme as necessidades de cada projeto, incluindo modelagem de arquitetura e engenharia, detecção de interferências, extração de quantitativos, documentação em 2D, planejamento e controle da execução, modelagem *as built* e gerenciamento do projeto. Essas funcionalidades operam de forma integrada, permitindo um fluxo de trabalho mais colaborativo e preciso, contribuindo para a redução de erros e retrabalhos ao longo do ciclo de vida do empreendimento (PIRES, 2018). No estudo apresentado, a aplicação desta metodologia envolveu a modelagem da geometria do viaduto, a extração de quantitativos e a exportação do modelo 3D para análise estrutural, buscando melhorar a organização das informações e a compatibilização entre as etapas do projeto de uma obra de arte especial.

Assim sendo, a transição da metodologia tradicional baseada no CAD para o BIM representa uma mudança significativa na concepção e gestão de projetos, influenciando não apenas a forma como as informações são modeladas e compartilhadas, mas também a dinâmica de trabalho entre os profissionais envolvidos. A integração e colaboração aprimoradas pelo BIM resultam em maior controle sobre o projeto, redução de erros e otimização dos processos. Comparando-se essas metodologias, observa-se que o BIM não se limita a uma mudança tecnológica, mas também demanda novos conhecimentos e adaptações na forma de trabalho, destacando seu impacto na eficiência e na gestão das informações ao longo do ciclo de vida das construções (Figura 2).

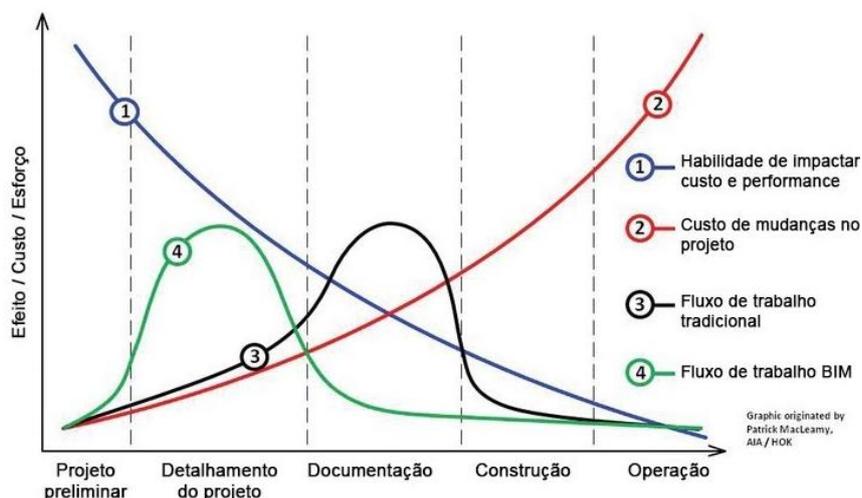


Figura 2 – Curva de MacLeamy (MATOS, 2015)

3. Desenvolvimento do Projeto e Processo de Modelagem 3D do Viaduto RJ-104

A realização do projeto do Viaduto de Vista Alegre, na rodovia RJ-104, foi desenvolvida para realizar a transição do CAD para a metodologia BIM, visando otimizar a elaboração e gestão de projetos de infraestrutura no DER-RJ. O uso do BIM buscou melhorar a produtividade e precisão, com etapas que incluíram a análise dos arquivos originais em CAD e a modelagem 3D no Revit. Apesar das dificuldades na adaptação de processos e integração de ferramentas, os resultados evidenciaram melhorias na eficiência e na qualidade do projeto final.

3.1 Análise da Documentação Recebida

A transição para a metodologia BIM começou com a análise dos arquivos em CAD, que foram utilizados como base para o desenvolvimento do modelo tridimensional. Os arquivos continham informações preliminares do projeto, incluindo vistas frontal, lateral e superior, cortes e detalhes técnicos, como os relacionados às longarinas, fundações e aparelhos de apoio. Destaca-se que a análise da documentação foi a primeira etapa no processo de adaptação do projeto para o BIM.

3.2 Criação do Template

Inicialmente foi criado o *template* que foi desenvolvido para garantir a consistência e a padronização ao longo do processo de modelagem no BIM. Ele define aspectos como unidades de medida, tipos de materiais, famílias, fases e filtros de exibição, alinhando os elementos do projeto desde o início. Para o Viaduto de Vista Alegre, o *template* foi ajustado conforme as características do projeto, com níveis estabelecidos a

partir de um pilar de referência, determinando as posições dos elementos estruturais, como vigas, pilares e fundações. Os materiais utilizados incluem concreto de fck 30 MPa e 40 MPa para as estruturas e neoprene para os aparelhos de apoio.

3.3 Criação das Famílias Paramétricas

As famílias paramétricas desempenham um papel fundamental na metodologia BIM, oferecendo flexibilidade e eficiência durante a modelagem. Esses elementos são definidos por parâmetros que controlam suas dimensões, materiais e comportamentos, tornando o modelo dinâmico e adaptável. A principal vantagem desse recurso é a capacidade de refletir automaticamente qualquer modificação realizada em um parâmetro em todas as representações do modelo, garantindo consistência, precisão e agilidade na atualização do projeto (Figuras 3 e 4).

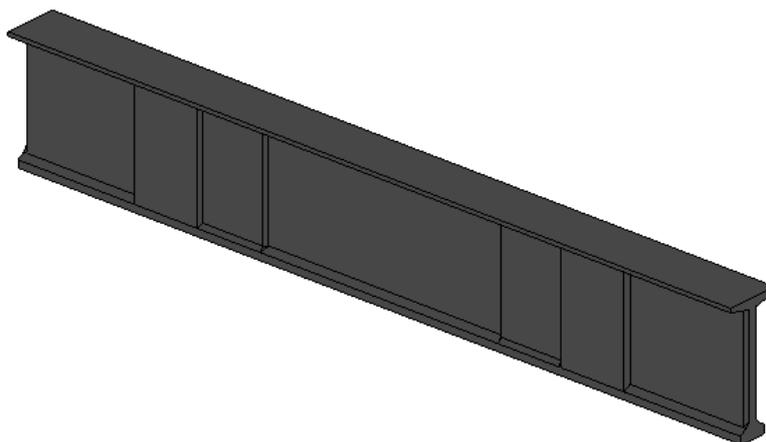


Figura 3 – Família da longarina de 190cm

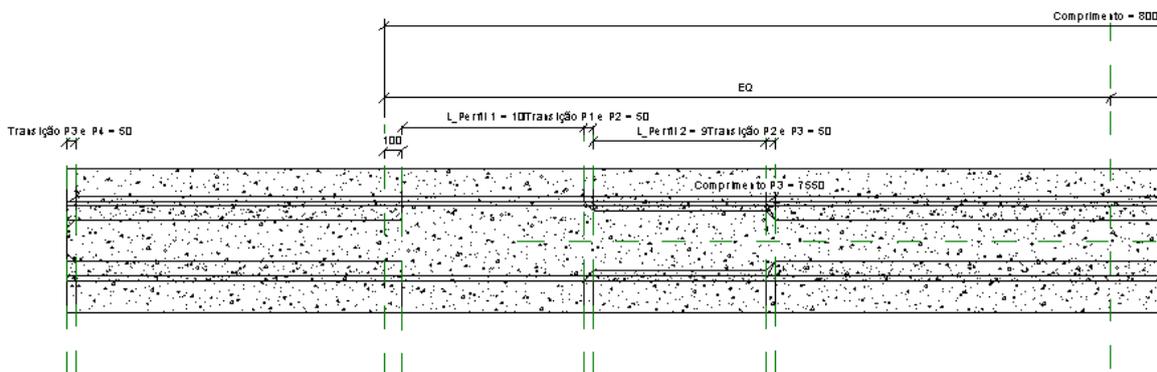


Figura 4 – Parâmetros da longarina de 190cm

No projeto do Viaduto de Vista Alegre, foram desenvolvidas famílias paramétricas para representar elementos estruturais como estacas, blocos de coroamento, pilares, vigas travessas, aparelhos de apoio, longarinas e barreiras tipo New Jersey. A parametrização desses componentes permitiu ajustes rápidos em suas dimensões, materiais e posicionamento, garantindo flexibilidade durante o desenvolvimento do modelo. Integradas ao *template* do projeto, essas famílias facilitaram revisões sem a necessidade de remodelagem completa, otimizando o fluxo de trabalho e reduzindo retrabalhos. Além disso, a utilização de parâmetros compartilhados possibilitou a extração automatizada de quantitativos e aprimorou a integração com outras etapas do projeto, assegurando maior precisão no planejamento e execução da obra.

3.4 Modelagem 3D

Após a conclusão das etapas iniciais, iniciou-se a modelagem tridimensional completa do viaduto, seguindo um fluxo de trabalho estruturado de acordo com a sequência de execução da obra, ou seja, começando pela fundação e avançando para o topo (Figuras 5 a 7). Esse processo garantiu que a modelagem refletisse a realidade da construção, permitindo uma representação precisa das diferentes etapas do projeto. A abordagem adotada visou assegurar que a sequência de construção fosse adequadamente refletida no modelo, facilitando a análise e a coordenação das disciplinas envolvidas ao longo do ciclo de vida do empreendimento.

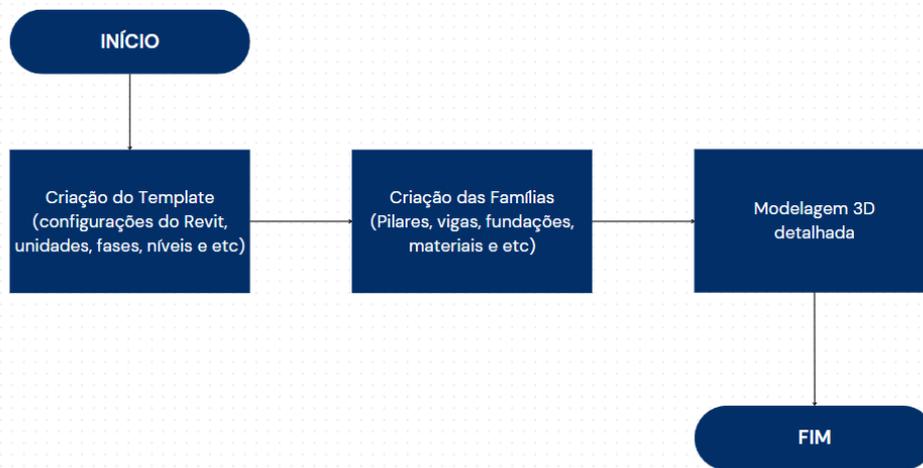


Figura 5 – Fluxo simplificado para início de modelagem 3D

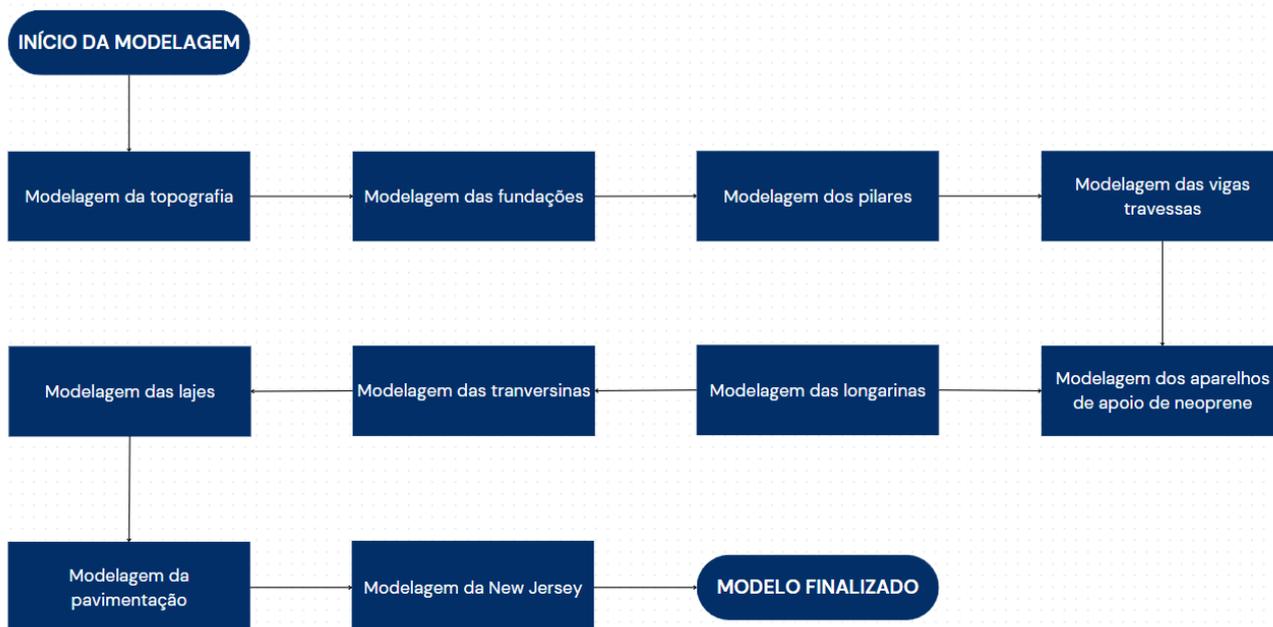


Figura 6 – Fluxo da modelagem 3D do viaduto

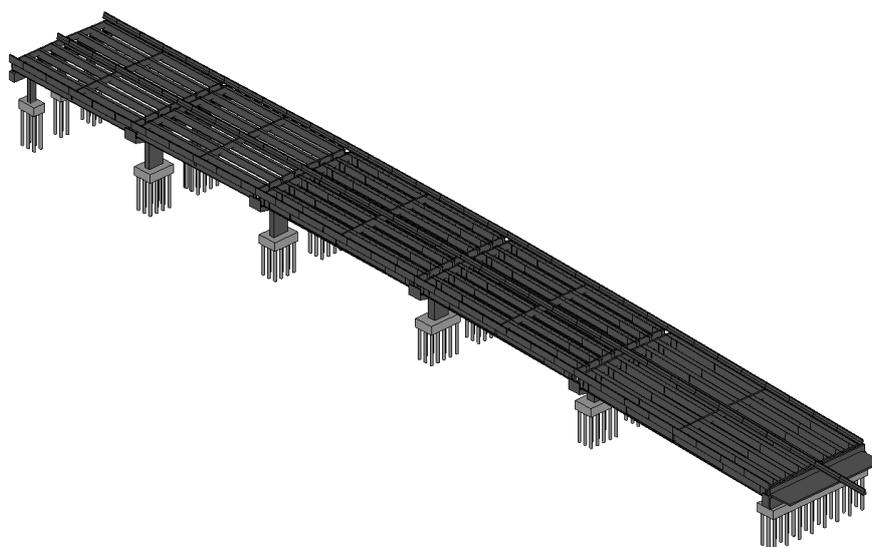


Figura 7 – Modelo 3D final do viaduto

Após o posicionamento dos elementos nas localizações corretas e a realização dos ajustes finais, o modelo tridimensional foi concluído, possibilitando a continuidade do desenvolvimento do projeto. Com o modelo finalizado (Figura 7), foi possível avançar para a geração das pranchas necessárias à execução da obra.

4. Modelo Estrutural Verificado

Após a finalização do modelo detalhado, iniciou-se a exportação para o software de análise estrutural. A interoperabilidade através do formato IFC foi inicialmente testada de duas maneiras, mas não preservava as informações necessárias, o que exigiu ajustes adicionais diretamente no CSI Bridge, tornando o processo mais trabalhoso. Assim, inicialmente, o formato DXF foi considerado o mais adequado, pois assegurou que as informações das coordenadas dos elementos fossem exportadas corretamente (Figura 8).

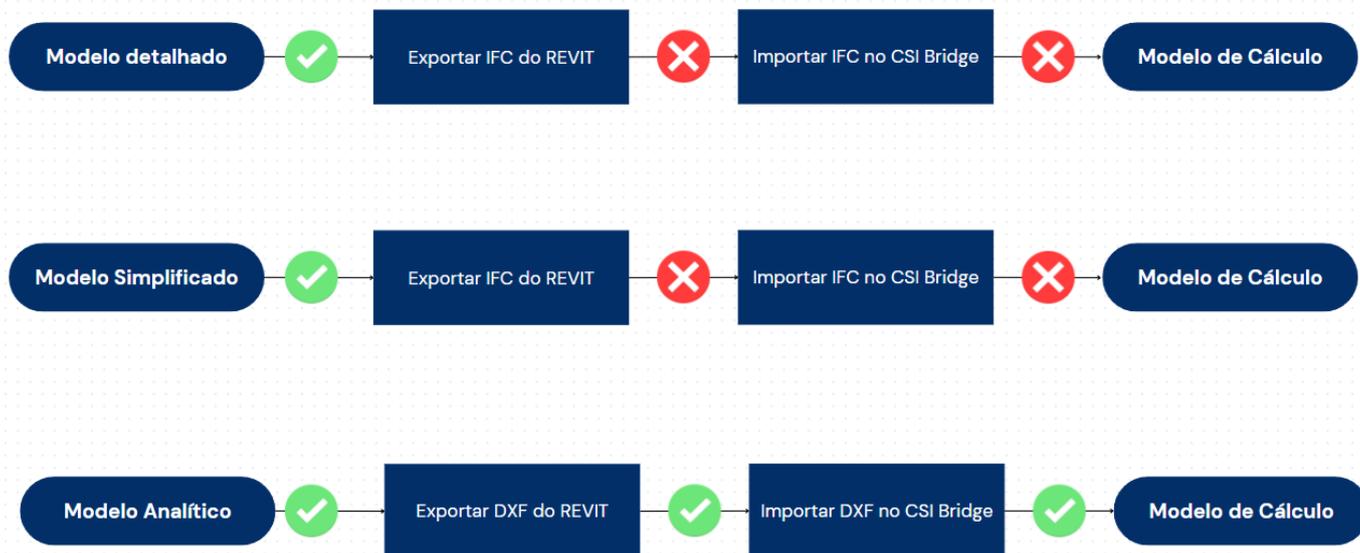


Figura 8 – Fluxos de trabalhos para o modelo de cálculo

4.1 Modelo Estrutural Detalhado

A criação de um modelo detalhado no software Revit utiliza recursos avançados de modelagem paramétrica, permitindo a representação dos elementos estruturais com propriedades específicas que garantem compatibilidade com os requisitos do projeto, além da fidelidade da geometria ao projeto real. Na etapa de exportação para o formato IFC, foram identificadas inconsistências durante a importação no CSI Bridge (Figura 9), resultando na perda de informações do modelo original. Elementos parametrizados não foram corretamente interpretados, comprometendo a fidelidade da importação, além de problemas como conexões imprecisas, alterações nos ângulos e rotações inesperadas. Apesar da preservação das coordenadas dos elementos estruturais, essas limitações evidenciam desafios na integração entre plataformas, exigindo ajustes nos processos e a busca por alternativas que assegurem uma transição mais eficiente entre os softwares.

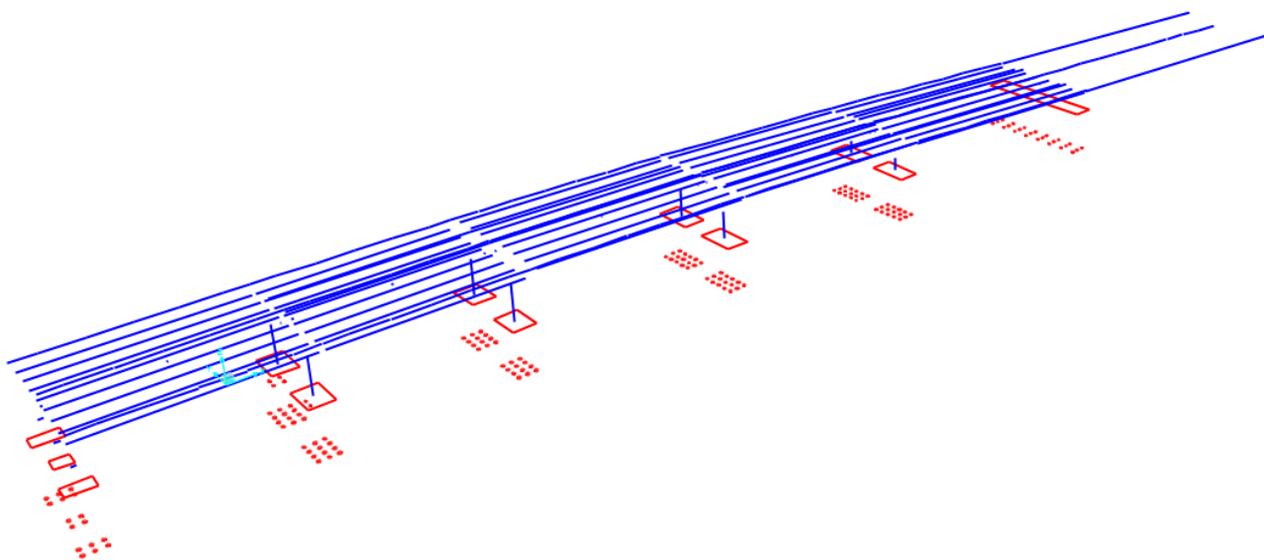


Figura 9 – Modelo detalhado importado no software CSI Bridge

4.2 Modelo Estrutural Simplificado

Após a primeira tentativa de exportação para viabilizar a análise estrutural, optou-se por simplificar a geometria do modelo no Revit, reduzindo a complexidade do arquivo IFC para preservar as propriedades estruturais essenciais e garantir maior compatibilidade com o CSI Bridge. Em vez de manter geometrias detalhadas e parametrizadas, foram utilizados elementos estruturais simplificados (vigas de seção retangular, por exemplo) que representassem adequadamente as características do projeto, facilitando a interpretação pelo software de análise estrutural (Figura 10).

A nova exportação no formato IFC apresentou uma conversão mais eficiente em relação à tentativa anterior, permitindo uma melhor leitura do arquivo pelo CSI Bridge (Figura 10). No entanto, ainda foram observadas inconsistências nas conexões entre os elementos estruturais, exigindo ajustes manuais para corrigir interseções e orientações inadequadas, o que tornava a adequação mais trabalhosa do que o esperado. Essa experiência evidenciou a necessidade de estratégias mais eficazes para a interoperabilidade entre os softwares, como o uso de formatos alternativos, a adaptação dos critérios de exportação e a exploração de ferramentas que possam melhorar a compatibilidade entre os modelos desenvolvidos no Revit e os analisados no CSI Bridge (Figuras 10 e 11).

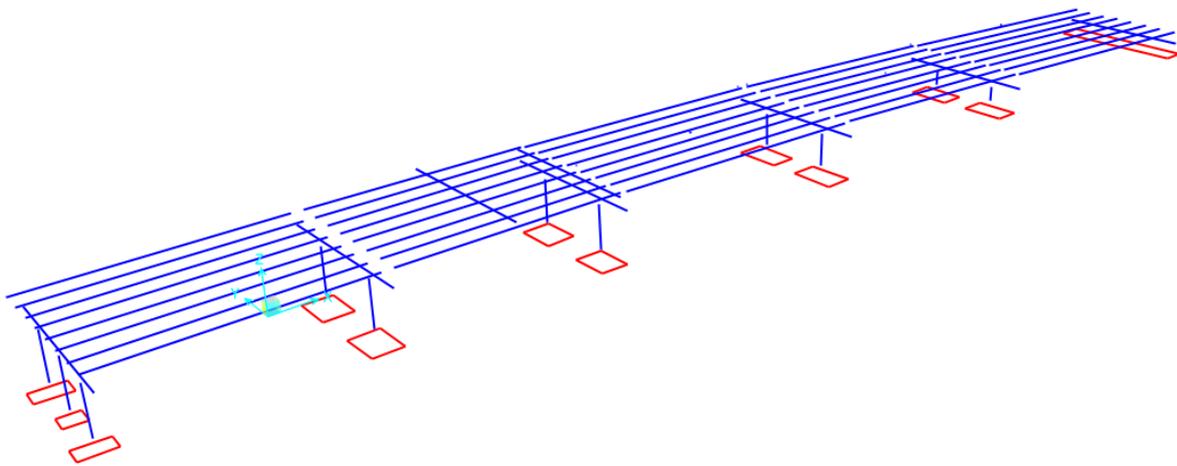


Figura 10 – Modelo simplificado importado no programa CSI Bridge

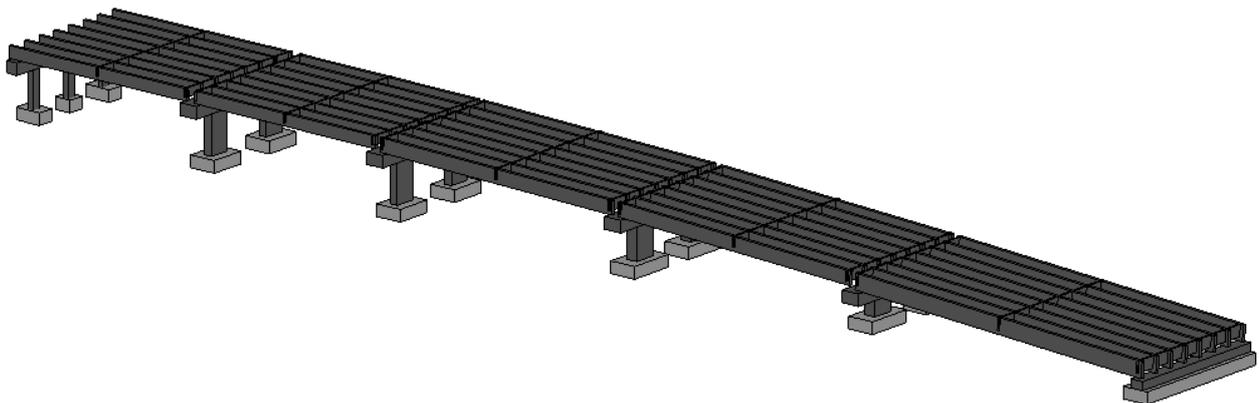


Figura 11 – Modelo 3D simplificado no programa Revit

4.3 Modelo Estrutural Analítico

Após as tentativas anteriores, verificou-se que o CSI Bridge apresenta um fluxo de trabalho mais eficiente quando utilizado em conjunto com o AutoCAD 3D. Diante disso, a exportação do modelo desenvolvido no Revit mostrou melhor compatibilidade ao ser realizada no formato DXF, permitindo uma interpretação mais precisa dos elementos estruturais pelo software de análise. No modelo simplificado exportado em IFC, os principais problemas estavam relacionados com as conexões entre os elementos estruturais, não possibilitando um fluxo eficiente entre os softwares.

Para solucionar essa questão, foi adotada uma abordagem baseada no uso do modelo analítico do programa Revit, que consiste em realizar o modelo a partir dos eixos dos elementos estruturais, esse método permitiu ajustar as conexões dos elementos antes da exportação, garantindo que os vínculos estruturais fossem

corretamente representados e interpretados pelo CSI Bridge (Figuras 12 e 13). Apesar de perder as informações incluídas nos parâmetros do modelo, a utilização do modelo analítico em DXF teve como objetivo preservar as coordenadas dos eixos dos elementos estruturais, facilitando sua modelagem no CSI Bridge e reduzindo a necessidade de ajustes manuais durante o processo de análise estrutural.

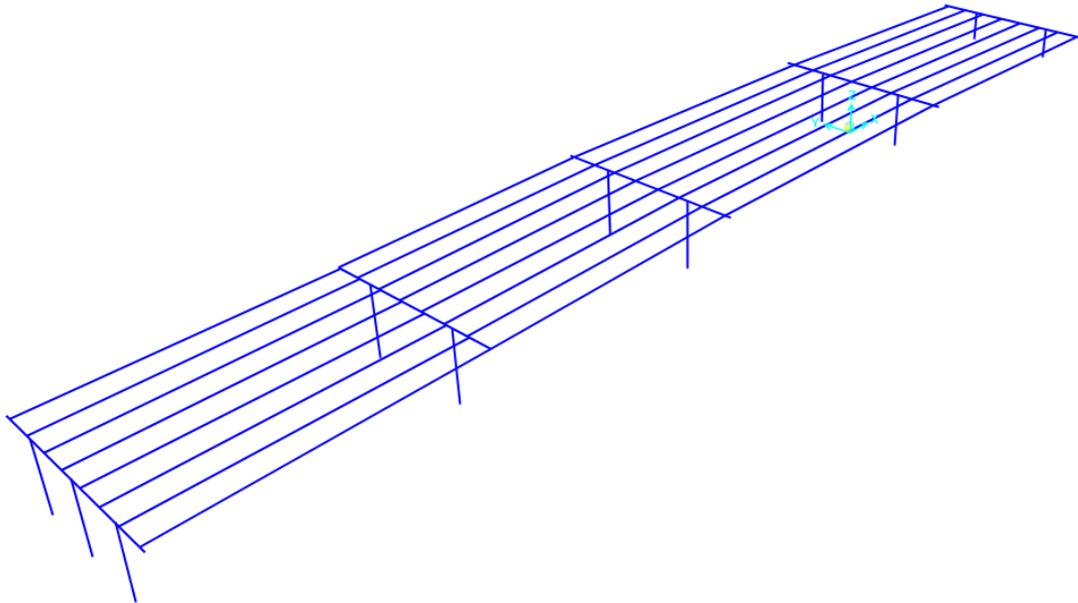


Figura 12 – Modelo analítico importado no software CSI Bridge

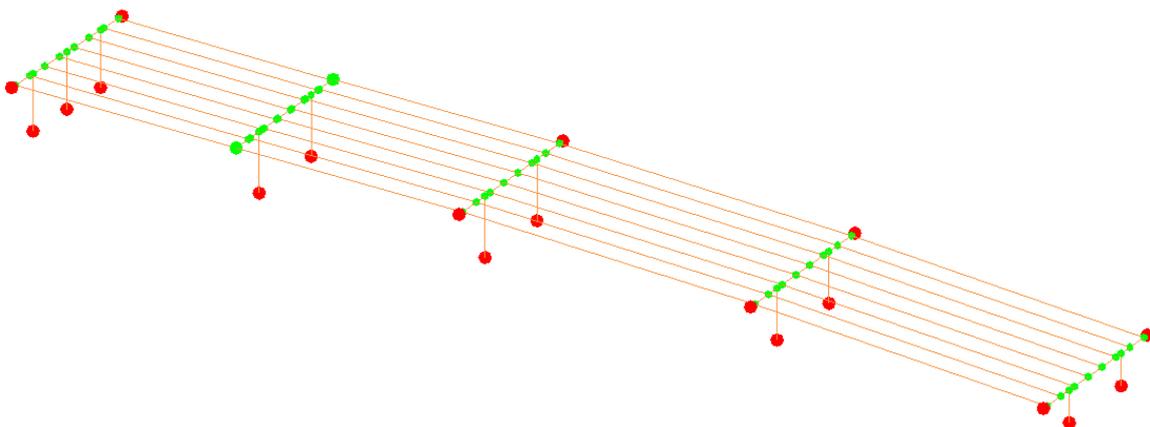


Figura 13 – Modelo analítico no software Revit

5. Extração de Informações do Modelo Estrutural Detalhado

A extração de informações e quantitativos a partir de modelos tridimensionais no Revit representa um avanço significativo na gestão de projetos, permitindo a obtenção automática e precisa de informações essenciais, como dimensões, materiais e especificações técnicas (Figura 14). Diferente do método tradicional, que requer medições manuais e consolidação de dados dispersos, a parametrização dos elementos no modelo BIM assegura maior confiabilidade e eficiência na geração de tabelas de quantitativos. No caso em estudo neste trabalho, associado ao viaduto de São Gonçalo, essa funcionalidade foi explorada com a parametrização detalhada dos elementos estruturais, garantindo que cada componente contivesse informações completas e vinculadas. Essa abordagem possibilitou a geração automática de tabelas de quantitativos, reduzindo erros e otimizando o processo de orçamento e planejamento. Além disso, a atualização dinâmica do modelo permitiu que qualquer modificação realizada refletisse instantaneamente nos quantitativos, assegurando maior rastreabilidade e controle sobre os recursos necessários para a execução da obra (Figura 14).

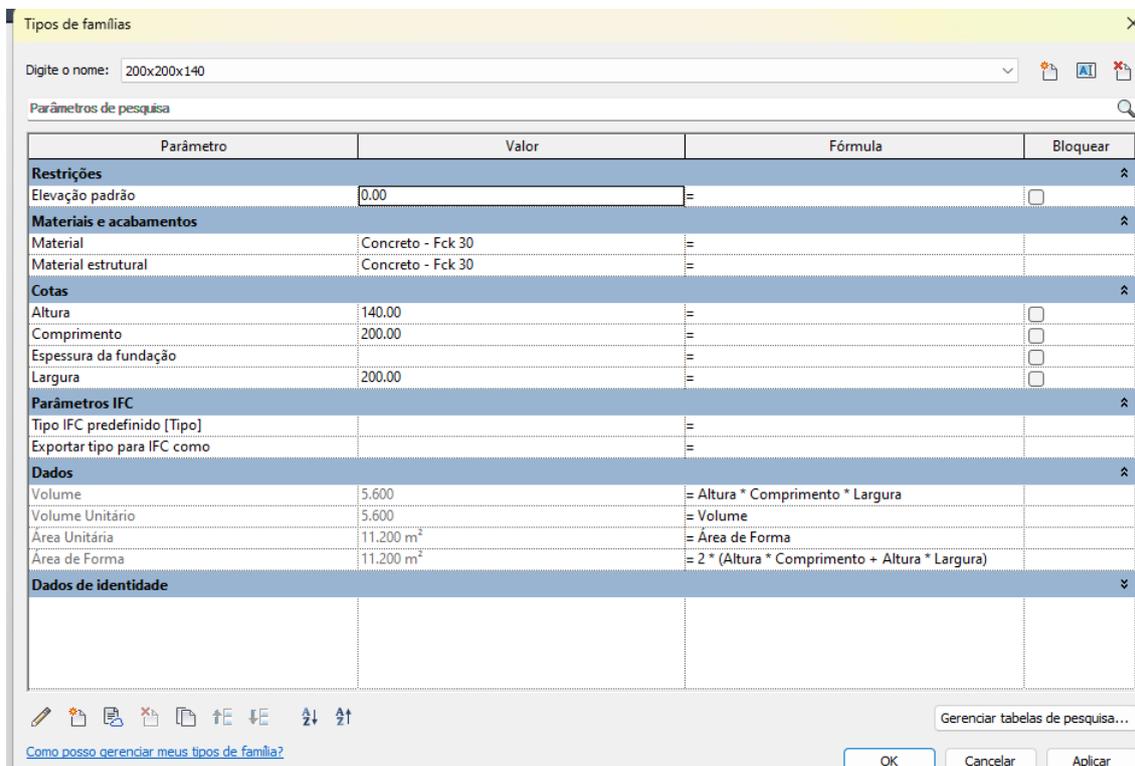


Figura 14 – Parâmetros criados para blocos de fundação

6. Conclusões

A aplicação da metodologia BIM (Building Information Modeling) no que diz respeito ao desenvolvimento de projetos de Obras de Arte Especiais (OAEs) demonstrou avanços significativos na extração de informações quando comparada a metodologia convencional, especialmente na obtenção automatizada de quantitativos. A parametrização dos elementos e a integração dos dados no modelo tridimensional permitiram a geração de tabelas, eliminando inconsistências e otimizando um possível processo orçamentário. Além disso, a atualização dinâmica das informações assegurou maior controle sobre os recursos e possibilitou ajustes eficientes ao longo do desenvolvimento do projeto. Comparado ao processo tradicional baseado em CAD, o BIM proporcionou maior confiabilidade na gestão dos dados, reduzindo retrabalhos na transição entre as fases do projeto, além de uma melhor produtividade.

No entanto, a interoperabilidade entre o software Revit e o programa computacional CSI Bridge apresentou desafios no aspecto da interoperabilidade entre os softwares, uma vez que a troca de arquivos via formato IFC não preservou informações fundamentais, sendo necessária a adoção do formato DXF como alternativa para migração do modelo. Essa abordagem possibilitou uma conexão mais eficiente entre as plataformas, mas ainda representa uma etapa inicial na busca por um fluxo de trabalho que garanta além da preservação das posições dos elementos, a integridade das informações paramétricas aplicadas ao projeto através da metodologia BIM.

Finalmente, convém chamar a atenção do leitor para o fato de que a ausência do retorno eficiente do modelo analítico estrutural para o detalhamento no Revit reforça a necessidade de desenvolver estratégias que possam vir a aprimorar esta integração entre todos os processos citados ao longo deste trabalho, permitindo que futuras integrações assegurem um processo bidirecional consistente e alinhado aos princípios da metodologia BIM, fazendo com que seja possível realizar um fluxo produtivo e eficiente.

Agradecimentos

Os autores deste trabalho de pesquisa agradecem ao suporte financeiro fornecido pelas Agências de Fomento à Pesquisa do país: CAPES, CNPq e FAPERJ.

Referências

BARBIERI, A.D. O que é e como funciona a metodologia BIM? Disponível em: <<https://www.adbarbieri.com/pt-br/blog/metodologia-bim#:~:text=A%20metodologia%20BIM%20centraliza%20todas,de%20contato%20para%20adquiri%2Dlos>>. Acesso em: 05 mai. 2024.

- CONCEIÇÃO, A.C.O da; QUEVEDO, V.R.B (Orientadora). Modelagem e compatibilização de projetos em BIM: Estudo de caso. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – Campo Grande, Mato Grosso do Sul, 2023.
- DER-MG. Orçamentação e Medição de Projetos BIM de Edificações e Infraestrutura Rodoviária. Primeira Edição. Belo Horizonte: SEINFRA. 2024.
- FERNANDES, A.V.B; CORREIA, V.C. Uma introdução ao estudo das pontes em viga. Ciências exatas e tecnológicas. Vol. 4. 1. ed. Aracaju. 116 p., 2017.
- FREIRE, F; MEDEIROS, I.R. Análise de projeto estrutural com modelo BIM. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – Foz do Iguaçu, Paraná, 2016.
- MACHADO, F.M. de S.; SOUZA, R.R.C.D. Uso da tecnologia BIM como ferramenta de otimização da sustentabilidade na construção civil. Vol. 28. 138 ed. set. 2024.
- MATOS, W.R. BIM: entendendo a curva de MacLeamy e como funciona basicamente o fluxo de trabalho em BIM. Disponível em: <<https://engenhariaetc.wordpress.com/2015/09/21/bim-entendendo-a-curva-de-macleamy-e-como-funciona-basicamente-o-fluxo-de-trabalho-em-bim/>>. Acesso em: 20 fev. 2025.
- PENTTILA, H. (2006) “Describing the changes in architectural information technology to understand design complexity and free-form architectural expression”, Journal of Information Technology in Construction.
- PIRES, L. S.R; MATTANA, L. (Orientadora). Extração de quantitativos com uso de BIM: Estudo de caso em edificação unifamiliar. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil). – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, 2018.