

O uso de ferramentas computacionais e de modelagem BIM aplicados a projetos estratégicos ferroviários.

1º Paulo Renato Vieira Andrade^{1*}, 2º Thiago Ribeiro¹

¹Gerência de Expansão de Projetos de Instalações, MRS Logística, Av. Brasil, 2001, Centro, Juiz de Fora - MG, 36060-010

e-mail: 1º paulo.renato@mrs.com.br, 2º autor thiago.ribeiro@mrs.com.br

Resumo Nos últimos anos, a construção civil, de forma geral, tem passado por uma transformação na gestão de seus processos. Com a evolução de ferramentas computacionais, foi possível aumentar a qualidade e eficiência dos projetos e, conseqüentemente, reduzir o desperdício durante a execução da obra e manutenção do empreendimento construído. Nesse contexto, vem sendo desenvolvido pelas diversas áreas das engenharias e arquitetura, um método de gestão do ciclo de vida dos empreendimentos. O BIM (Building Information Modeling), definido por Billal Succar como “um conjunto de políticas inter-relacionadas, processos e tecnologias criados para gerenciar a construção de um empreendimento a partir de um banco de dados, desde a fase de projeto até o final de sua vida útil”, pode ter diversas aplicações no contexto ferroviário. A oportunidade de tais aplicações do BIM surge atrelada às necessidades da renovação e manutenção da malha ferroviária e suas instalações existentes, visando a melhoria da logística brasileira. No momento em que as concessionárias da malha ferroviária necessitam entregar projetos de investimentos para renovar seu direito de transitar nas ferrovias brasileiras, a utilização de ferramentas computacionais e de modelagem BIM torna-se obrigatória na tentativa de reduzir a glosa e aumentar a precisão na estimativa de CAPEX. Assim, a MRS Logística e seu time de engenharia, iniciaram a implementação do BIM em gerências estratégicas para a renovação da concessão e vêm, desde o início de 2019, utilizando meios computacionais para aprovar projetos estratégicos interna e externamente. A implementação do BIM na Gerência de Infraestrutura de Instalações (GII) teve início em projetos piloto de pequeno porte e se desenvolveu em projetos de médio porte. Partindo do processo de projeto desenvolvido pela equipe de engenharia da GII, foi possível diminuir o lead time de atendimento ao cliente interno e melhorar o entendimento dos escopos de projetos através de maquetes virtuais 3D e quantitativos de materiais mais precisos. Após o sucesso dos projetos pilotos, a GII passou a utilizar ferramentas de modelagem BIM complexas para o desenvolvimento de projetos conceituais visando a aprovação frente aos clientes internos. Dada a aprovação do projeto conceitual, as fornecedoras de projetos básicos e executivos já iniciam o trabalho de detalhamento a partir de um conceito sólido, já validado, reduzindo potencialmente o tempo de projeto e aumentando o entendimento do escopo entre todos os stakeholders. Atualmente a GII desenvolve em BIM, além de projetos de pequeno e médio porte como sites operacionais e administrativos, projetos de grande porte, como terminais intermodais de carga e estruturas de instalações em pátios da renovação da via permanente que demandam estudos de CAPEX precisos.

Palavras-Chaves: Infraestrutura de Instalações; ferramentas computacionais; modelagem BIM; processo de projeto.

1. INTRODUÇÃO

O transporte ferroviário é um setor crítico para o desenvolvimento de um país. No contexto global de logística, atualmente o transporte ferroviário representa cerca de 15% do total de carga transportada no Brasil [1]. Há grande expectativa de crescimento desse modal nos próximos anos devido a novos leilões de ferrovias públicas e

renovações das concessões existentes. Atrélado a esse crescimento, está a produção de projetos de engenharia de instalações e infraestrutura.

Ao mesmo tempo em que a demanda por projetos de engenharia ferroviária cresce de forma acelerada, a metodologia BIM (Building Information Modeling) se desenvolve prática e academicamente. O

BIM é um conjunto de políticas inter-relacionadas, processos e tecnologias criados para gerenciar a construção de um empreendimento a partir de um banco de dados, desde a fase de projeto até o final de sua vida útil [2].

Devido à grande complexidade que envolve os projetos ferroviários, eles podem durar anos e possuir várias fases, a partir da ideia até a concretização do empreendimento. Atualmente, é comum a troca de milhares de documentos em 2D entre os stakeholders do projeto [3]. A essa realidade, está associado o sequenciamento de multitarefas e a difícil colaboração entre as disciplinas, causando assim, erros e imprecisões [4].

Este artigo tem o objetivo de mostrar como a MRS Logística e seu time de projetos de engenharia da Gerência de Infraestrutura de Instalações (GII) implementou algumas ferramentas de Modelagem BIM ao seu processo de projeto buscando, principalmente, assertividade no CAPEX dos empreendimentos. Essa implementação ajudou a diminuir o tempo de resposta junto aos clientes internos.

Iremos listar a seguir o início da implementação e o desenvolvimento de um processo de projeto da GII, e os próximos passos para a continuidade da implementação BIM, principalmente nos projetos de Instalações.

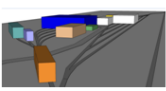

2. CONCEITOS

Como dissemos anteriormente, a definição do BIM está associada ao ciclo de vida do empreendimento, isto é, o BIM pode ser aplicado desde a fase de concepção, passando pelo projeto e seu detalhamento, seguindo com a operação até a fase de descomissionamento. E essa definição pode ser tomada para a gestão do ciclo de vida de uma ferrovia e suas instalações [5].

Para esse artigo, iremos fazer um recorte, principalmente nas fases iniciais de projeto que definiremos como conceitual passando por projetos básicos até chegar em modelos BIM a níveis executivos.

Para o desenvolvimento de um projeto BIM é necessário separar as etapas do projeto em níveis de desenvolvimento ou LOD (Level of Development). Na tabela 1 a seguir é possível verificar os níveis de desenvolvimento gráfico dotado na primeira fase de implantação do BIM na GII.



PROCESSO DE PROJETO								
	CONCEITUAL - MRS		PROJETO BÁSICO - MRS		EXECUTIVO - MRS			
REPRESENTAÇÃO								
DESCRIÇÃO	<ul style="list-style-type: none"> > Levantamento de Informações Preliminares (Urbanísticas, ambientais, fundiárias e econômicas) > Identificação das necessidades > Definição de Escopo > Esboço > Estudo Volumétrico 		<ul style="list-style-type: none"> > Desenhos esquemáticos > Volumetria Geral dos edifícios > Análise de edificações > Predefinição de componentes e elementos dos ambientes > Layout preliminar 		<ul style="list-style-type: none"> > Planejamento e administração da construção > Modelos com as informações, detalhes de montagem e suas especificações > Tabelas de quantitativos precisas que incluem tamanhos, formas, localização e orientação dos elementos de projeto > Representação virtual dos elementos propostos adequados para fabricação, montagem e construção 			
ETAPAS	LV Levantamento de dados	PN Programa de Necessidades	EV Estudo de Viabilidade	EP Estudo Preliminar	AP Anteprojeto	PB Projeto Básico	PE Projeto Executivo	
NÍVEL DE ESFORÇO	Desenvolvimento de solução: 5%		Desenvolvimento de solução: 45%		Desenvolvimento de solução: 35%		Desenvolvimento de solução: 10%	Desenvolvimento de solução: 5%
	Desenvolvimento técnico: 5%		Desenvolvimento técnico: 10%		Desenvolvimento técnico: 45%		Desenvolvimento técnico: 20%	Desenvolvimento técnico: 20%
NÍVEL DE DESENVOLVIMENTO BIM	ND 000		ND 100		ND 200 - ND300*		ND 300* - ND 350	ND 400
FASES	Concepção		Definição do Produto		Identificação e solução de interfaces		Projeto de Detalhamento de Especialidades	

*ND 300 se refere ao projeto de cada disciplina isolada)

Tabela 1 - LOD BIM Instalações MRS - Fonte: Autor

Além dos níveis de desenvolvimento, é importante definir os usos associados do modelo BIM para os objetivos do projeto [2]. Por algum tempo, tivemos algumas dimensões associadas a esses usos. As dimensões usuais:

- 3D: Visualização
- 4D: Planejamento
- 5D: Custo
- 6D: Operação
- 7D: Sustentabilidade
- 8D: Segurança

Atualmente, os modelos possuem diversos usos específicos e podem ser distintos para cada uma das dimensões citadas anteriormente, ou seja, dentro de uma mesma dimensão BIM, pode haver modelos diferentes utilizados para usos diferentes.

3. PREPARAÇÃO PARA MUDANÇA

3.1 Fase 1 - Preliminar

Por muito anos, desde a evolução das ferramentas de desenhos assistidos por computador, chamados de CAD (figura 2) o desenho de projetos foi desenvolvido a partir da sobreposição de pranchas disciplina por disciplina. Apesar de ter havido um aumento de produtividade em relação aos métodos manuais, essa metodologia ainda gerava uma quantidade elevada de trabalho e imprecisões na comunicação entre os projetistas [3].

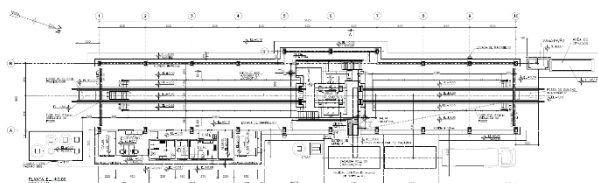


Figura 1 - Desenho CAD – Galpão do Torno
Fonte: Autor

A partir do avanço da tecnologia e a popularização de hardwares e softwares com maior capacidade de processamento gráfico, tivemos uma ampliação dos modeladores 3D que passaram a carregar, além dos dados gráficos, informações e banco de dados associados aos modelos produzidos.

O primeiro passo da equipe da GII foi capacitar alguns de seus colaboradores na modelagem 3D (figura 3) através de softwares específicos, principalmente nas disciplinas de arquitetura e coordenação. A

partir do conhecimento das ferramentas, passou-se a integrar outras tecnologias como drone e laserscan e modeladores BIM.



Figura 2 - Modelo 3D – Galpão do Torno
Fonte: Autor

Através das figuras 2 e 3 podemos notar como a visualização 3D de um projeto pode melhorar seu entendimento.

Os clientes internos passaram a entender melhor o projeto desenhado pela equipe de engenharia e, assim, houve uma diminuição considerável no tempo de resposta de projetos.

3.2 Fase 2 – Introdução BIM

Após o primeiro passo de iniciar a modelagem 3D, foi iniciado um processo para modelagem conceitual dos projetos de pequeno porte. Para essa demanda foi criado um template de modelagem BIM na ferramenta REVIT.

A criação desse template trouxe a possibilidade de, numa fase preliminar de projeto, quantificar e precificar uma obra simulando sua construção (figura 4). Isso foi possível a partir da parametrização de alguns elementos do projeto e a configuração de tabelas automatizadas de quantidades de materiais (figura 5).

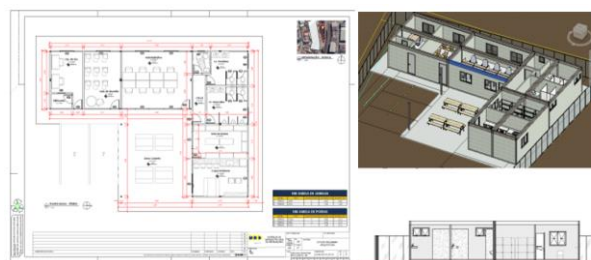


Figura 3 - Projeto Conceitual BIM
Fonte: Autor

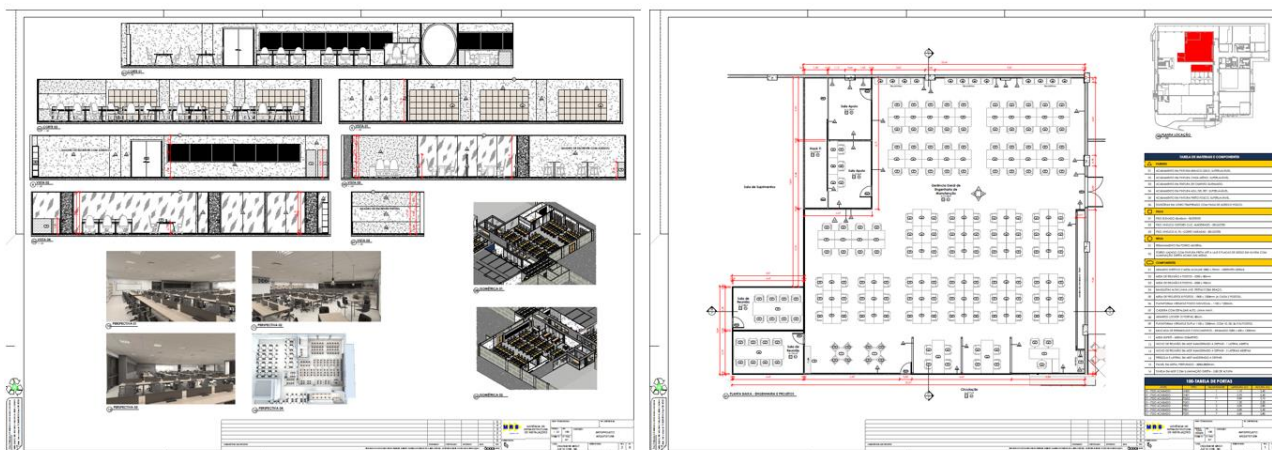


Figura 4 - Projeto de Layout BIM
Fonte Autor

3.2 Fase 3 – Desenvolvimento BIM

Já com os templates em um nível conceitual aceitável, a fase 3 tinha algumas etapas para que pudéssemos de fato ter um modelo BIM confiável e que atendesse aos usos principais de documentação executiva, levantamento de quantidades e estimativas de custos. Para que a GII pudesse implementar modelos de testes, algumas iniciativas piloto para cada um desses usos foram desenvolvidas (figura 6).

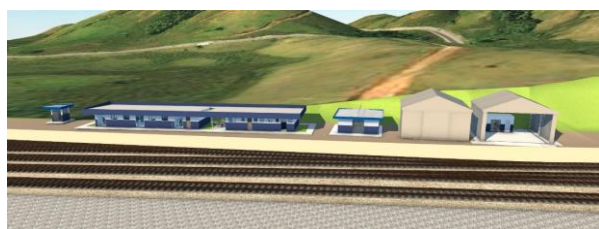


Figura 5 - Modelo Conceitual BIM
Fonte: Autor

4. PROJETOS BIM PILOTO

Com pelo menos três frentes de projetos compreendendo estudos preliminares e conceituais, passando pelo projeto básico e chegando ao executivo, a equipe de engenharia da GII conseguiu validar alguns processos no desenvolvimento BIM para instalações.

A seguir, teremos dois exemplos de projetos pilotos que foram concebidos desde o início direcionados dentro da metodologia BIM. Os principais usos para esses modelos foram Documentação 2D, compatibilização de disciplinas durante as fases de projetos básico e executivo, levantamento de quantidades e orçamentação.

O primeiro exemplo trata-se de um pátio de apoio para equipes de renovação da via permanente e o outro uma oficina de manutenção de equipamentos de via permanente.

Iremos abordar aqui o processo de projeto desde a fase de levantamento de demanda até o projeto executivo.

Por se tratar de escopos com semelhantes no ponto de vista de fluxo de projetos, iremos expor suas fases simultaneamente.

4.1 Proposta Conceitual

Ao iniciar uma demanda, a GII trata o escopo junto ao seu cliente interno traçando um programa de necessidades do empreendimento requisitado. No primeiro caso, temos o projeto de um pátio que irá abrigar equipes da via permanente em um trecho da malha ferroviária MRS, que vamos denominar de P1. No segundo caso, o projeto de uma oficina de manutenção de equipamentos de via permanente que iremos denominar P2.

A partir do programa de necessidades, a equipe da GII confeccionou uma proposta conceitual dos projetos P1 e P2 a partir da utilização de ferramentas de modelagem BIM, REVIT, Infracore e Civil3D. Na fase conceitual foram levadas em conta, principalmente, as disciplinas de geometria ferroviária e arquitetura.



Figura 6 - Modelo Conceitual – BIM LOD 100
Pátio P1
Fonte: Autor



Figura 7 - Modelo Conceitual BIM – LOD 100
Pátio P2
Fonte: Autor

O desenvolvimento do projeto conceitual trouxe para a equipe GII a possibilidade de mostrar aos diversos stakeholders internos como o pátio funcionaria e seria implantado já nas fases iniciais de discussão.

Da mesma forma, as equipes internas da oficina puderam contribuir com sua operação desde a fase de conceito.

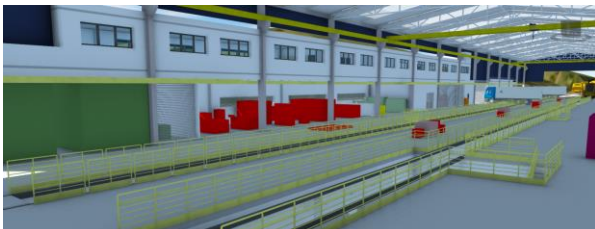


Figura 8 - Modelo Conceitual BIM - Oficina P2 - Interior
Fonte: Autor

4.2 Anteprojeto

Com o conceito validado pelas equipes de uma forma bastante participativa e multidisciplinar, foi possível avançar da proposta conceitual para um anteprojeto robusto com informações já contidas no modelo BIM. Apesar de serem informações em um nível baixo, considerando o LOD, já era possível verificar se os projetos seriam ou não viáveis.

As informações levantadas nas duas primeiras etapas como documentação e modelos, foram armazenadas num servidor em nuvem, BIM360, para que as empresas projetistas, responsáveis pelos projetos

básico e executivo, pudessem acessar todo o desenvolvimento.

O ganho relacionado a esse nível de colaboração em nuvem foi contabilizado de maneira positiva devido ao prazo reduzido de entendimento do projeto pelas empresas projetistas.

4.3 Projetos Básico e Executivo

A partir do modelo BIM composto por banco de dados em nuvem, foi possível continuar o processo de projeto do ponto em que a equipe da GII havia terminado e aproveitar as informações contidas em cada modelo. As empresas projetistas responsáveis pela confecção dos projetos básico e executivo dos dois empreendimentos puderam contribuir de forma colaborativa com a equipe de engenharia da GII. Com isso, o projeto conseguiu ser desenvolvido em um prazo mais curto que o habitual e com um menor número de incompatibilidades de projeto.

Na fase executiva do Projeto P1 foram desenvolvidas todas as disciplinas base das edificações do site (figura 9).

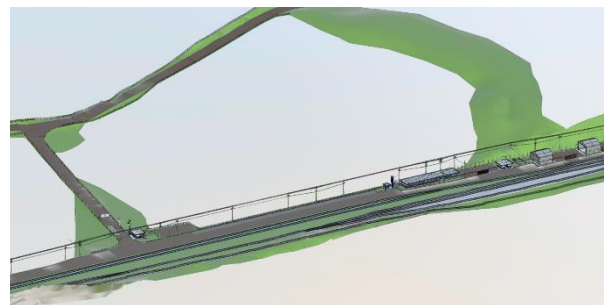


Figura 9 - Modelo Federado - P1 LOD 400
Fonte: Autor

A disciplina de Arquitetura foi a disciplina principal seguida pelas disciplinas de Civil, Metálica, Instalações Elétrica, Hidrossanitário, HVAC e Prevenção e Combate a Incêndios (Figura 10).



Figura 10 - Modelo Federado - P1 LOD 400
Fonte Autor

Na fase executiva do Projeto P2 foram desenvolvidas todas as disciplinas bases das edificações e apoio de infraestrutura. Além disso foram compatibilizados os projetos de geometria do pátio e Terraplanagem.

Algumas informações de meio ambiente foram inseridas no modelo para apoio na tomada de decisões e composição do CAPEX do projeto.

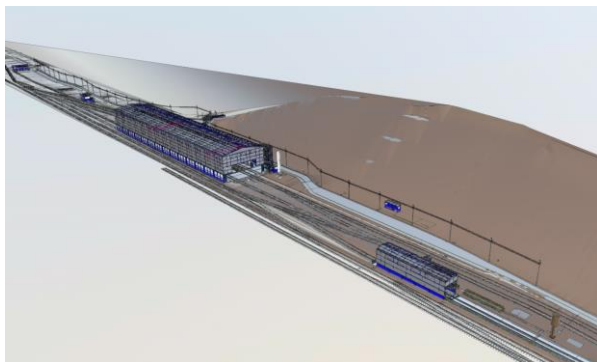


Figura 11 - Modelo Federado - P2 - LOD 400
Fonte: Autor

Novamente nesse caso, a disciplina de Arquitetura foi desenvolvida desde a fase conceitual e seguida pelas disciplinas de Civil, Mecânica, Elétrica, Hidrossanitário, PPCI, Dinâmica de Fluidos e Hidráulica.

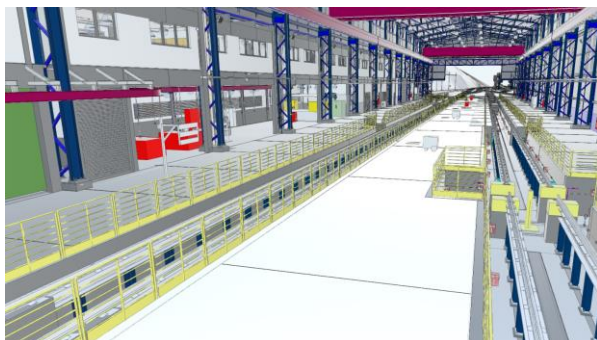


Figura 12 - Modelo Federado - P2 LOD 400
Fonte: Autor

No projeto P2, a equipe da GII teve a oportunidade de coordenar, inclusive, uma mudança de solução estrutural. Na fase conceitual foi proposta estrutura mista para os pilares e cobertura. Porém, chegou-se a conclusão, devido a fatores de desenvolvimento de projeto, que a utilização de estrutura metálica traria ganhos para o empreendimento. Essa mudança foi bem absorvida devido a metodologia BIM.

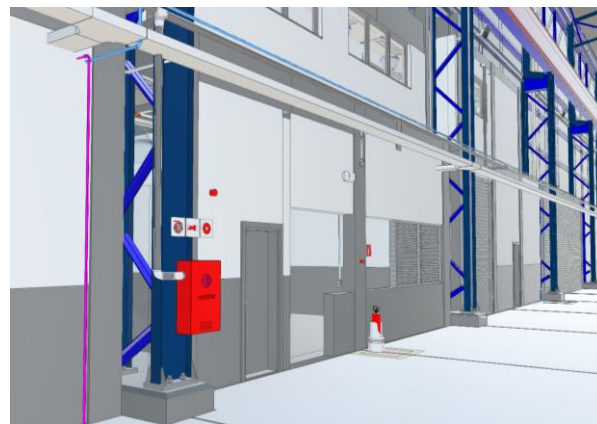


Figura 13 - Detalhe dos elementos compatibilizados
Fonte: Autor

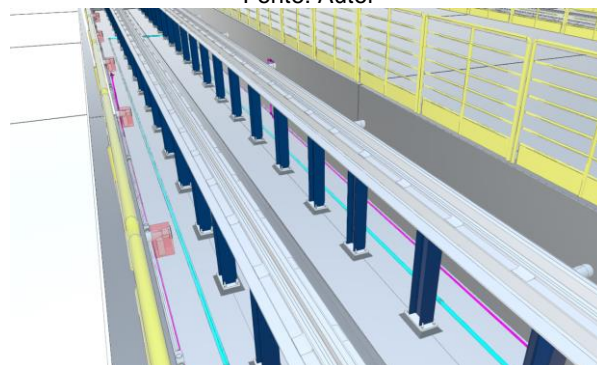


Figura 14 - Detalhe Fixação de trilhos e estrutura P2
Fonte: Autor

4.4 Levantamento de Quantidade e Orçamentação

Como dito anteriormente, os modelos utilizados nos projeto, além de gerar documentação confiável para a obra, foram modelados visando o levantamento de quantidades e uma melhor estimativa de CAPEX do empreendimento baseado na metodologia BIM.

Com nível de detalhamento e informação de projeto altos, os modelos se mostraram confiáveis para extração dessas informações.

Para que pudéssemos adotar um grau de modelagem apropriado para o projeto e após diversos testes e pesquisa em materiais acadêmicos, foi convencionado que os itens de orçamento da curva ABC seriam segregados e, quanto maior a influência do elemento na curva, maior seria seu nível de desenvolvimento dentro do modelo. Dessa forma temos um modelo com LOD misto em relação aos elementos de projeto.

Dessa forma temos um modelo gráfico com nível de detalhamento adequado para cada elemento e um nível de informação alto.

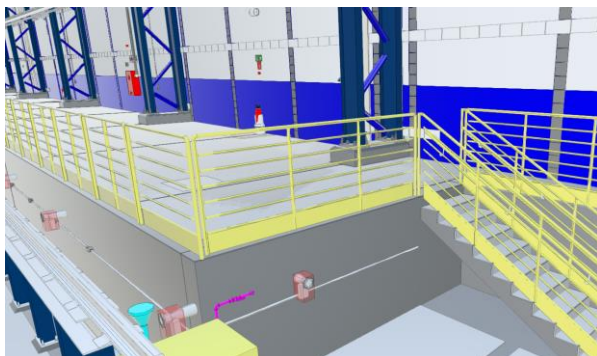


Figura 15 - Detalhe de elementos com LOD misto - P2
Fonte: Autor

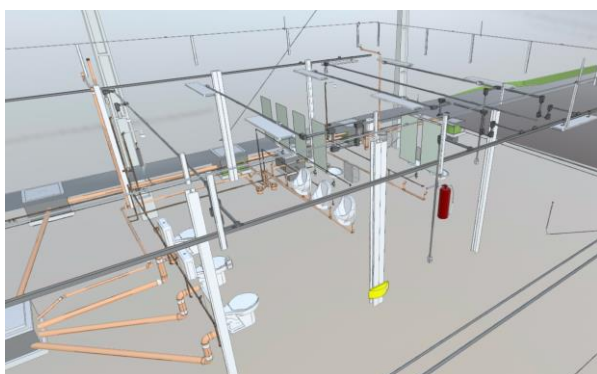


Figura 6 - Modelo Compatibilizado - LOD misto – P1
Fonte: Autor

5. CONCLUSÃO

A expansão do transporte ferroviário é um marco para a logística brasileira. A qualidade dos projetos de engenharia deve ser verificada para que os empreendimentos possam ser implementados de forma sustentável.

O avanço das ferramentas computacionais para modelagem de empreendimentos ferroviários proporciona um ambiente virtual onde é possível simular a construção ainda na fase de projeto.

Dessa forma, a MRS Logística e suas equipes de engenharia vêm buscando conhecimento a partir da bibliografia científica e aplicada para que seus empreendimentos de expansão tenham maior assertividade, principalmente na previsão de investimentos.

O BIM é uma metodologia capaz de suportar um empreendimento desde a fase de concepção até o final do seu ciclo de vida.

Houve um ganho substancial na qualidade dos projetos de expansão de instalações a partir da aplicação da metodologia BIM,

principalmente na coordenação de projetos e estimativas de investimentos.

Há diversas iniciativas e modelos de testes para que o BIM possa ser utilizado também em conjunto com áreas afins às de engenharia como suprimentos, TI, escritório de projetos, comercial e operação ferroviária.

Para dar continuidade à aplicação da metodologia BIM e seus usos, as equipes de engenharia da MRS estão sendo capacitadas para que possam utilizar o BIM em outros usos possíveis como, por exemplo, acompanhamento de curva S de empreendimentos através de dashboards no PowerBI.

Hoje a MRS Logística tem especialistas dedicados à mudança de cultura de desenvolvimento de projeto na empresa e consultorias contratadas com foco na elaboração de um plano de implementação BIM a longo prazo.

6. REFERÊNCIAS

- [1] Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários. 2021. ANTF. [Online] 16 de Julho de 2021. <https://www.antf.org.br/informacoes-gerais/>.
- [2] Succar, Bilal. 2009. Building Information Modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. Automation in Construction. 2009, pp. 357-375.
- [3] Bensalah, Mounir, Elouadi, Abdelmajid e Hassan, Mharzi. 2019. Overview: the opportunity of BIM in railway. Emerald Insight. 12 de Março de 2019, pp. 103-116.
- [4] Organization and Management System Innovation of BIM Life Cycle Management. Dan, Wang. 2021. 2021. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. pp. 1-4.
- [5] Suchocki, Marek. 2017. THE BIM-FOR-RAIL OPPORTUNITY. WIT Transactions on The Built Environment. 2017, pp. 37-44.