APLICAÇÃO DE FLUXOS DIGITAIS INTEGRADOS PARA APOIO À CONSTRUÇÃO DE UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO DE GRANDE PORTE

Bruno Baptista Giorgis Piccini[(1)]
Engenheiro Mecânico pelo Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia; Engenheiro e BIM Manager na empresa JNS – Engenharia, Consultoria e Gerenciamento.
Eugênio Fonseca Barbosa [(2)]
Engenheiro Sanitarista e Ambiental pela Universidade Católica Dom Bosco (UCDB) – Campo Grande (MS). Engenheiro da empresa JNS – Engenharia, Consultoria e Gerenciamento.
Berenice Bruna Possani Cerávolo [(3)]
Engenheira Civil pela Universidade de Guarulhos, Mestre em Planejamento e Tecnologia pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas- IPT, MBA em Gestão de Projetos pela Fundação Getúlio Vargas – FGV, Superintendente de Gestão e Processos na Passarelli Engenharia.
Andre Felipe Rodrigues de Souza [(4)]
Arquiteto e Urbanista pela Universidade Federal do Ceará, Pós Graduado em Gestão de Projetos pela Fundação Getúlio Vargas, Coordenador de Projetos na Passarelli Engenharia.
Fabio Visnard [(5)]
Engenheiro Civil e Mestre em Engenharia Civil e Ambiental pela UNESP - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Gerente de Empreendimentos na Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – Sabesp.

Endereço[(1)]**:** Av. Pedroso de Moraes, 433, 10º andar - Pinheiros – São Paulo – São Paulo - CEP: 05419-902 - Brasil - Tel: +55 (11) 3039-1166 - e-mail bruno@jnsecg.com.br

RESUMO

Empreendimentos de saneamento de grande porte apresentam elevada complexidade devido à integração entre estruturas civis, sistemas hidráulicos, tubulações de processo, equipamentos eletromecânicos, instrumentação e automação. Nesse contexto, a antecipação de interferências e a coordenação eficiente entre disciplinas tornam-se fatores essenciais para o sucesso da implantação. Este trabalho apresenta a aplicação de fluxos digitais integrados no empreendimento de ampliação da ETE Parque Novo Mundo, combinando levantamentos digitais, modelos multidisciplinares e ambiente comum de dados para apoiar atividades de engenharia, planejamento e construção. A metodologia adotada baseou-se na utilização de modelos digitais federados e ambiente comum de dados para coordenação multidisciplinar, detecção de interferências, análises de construtibilidade, planejamento executivo e extração de informações para suporte às equipes de obra. Os resultados demonstraram ganhos significativos na identificação antecipada de conflitos, redução de retrabalhos, melhoria da comunicação entre projetistas, construtores e fiscalização, além de maior agilidade na tomada de decisão. A utilização dos modelos digitais como ferramenta de apoio à execução permitiu ampliar o aproveitamento das informações produzidas durante o projeto, contribuindo para maior previsibilidade e eficiência dos processos construtivos. A experiência evidencia o potencial das soluções digitais para apoiar a implantação de empreendimentos complexos de saneamento.

PALAVRAS-CHAVE: construção virtual; fluxos digitais; transformação digital.

INTRODUÇÃO

Empreendimentos de saneamento de grande porte apresentam elevada complexidade construtiva devido à integração entre estruturas civis, sistemas hidráulicos, tubulações de processo, equipamentos eletromecânicos, instrumentação e automação. A coexistência dessas disciplinas em espaços frequentemente restritos aumenta a probabilidade de interferências, retrabalhos, desvios de prazo e impactos financeiros durante a execução das obras.

Tradicionalmente, o gerenciamento dessas interfaces é realizado por meio de desenhos bidimensionais e documentos produzidos de forma independente pelas diferentes disciplinas, dificultando a visualização integrada do empreendimento e a antecipação de problemas construtivos. Paralelamente, a evolução das

tecnologias de levantamento digital e captura da realidade tem ampliado a disponibilidade de informações confiáveis sobre as condições de campo, possibilitando maior aderência entre o ambiente físico, os projetos desenvolvidos e a execução da obra.

Nesse contexto, a utilização integrada de levantamentos digitais, modelos multidisciplinares e fluxos colaborativos de gestão da informação tem se mostrado uma alternativa eficiente para apoiar a tomada de decisão durante a implantação de sistemas de saneamento. Essas soluções possibilitam a coordenação entre disciplinas, a identificação antecipada de interferências, a avaliação de construtibilidade, o planejamento executivo e o suporte às atividades de construção.

Empreendimentos de saneamento de elevada complexidade técnica envolvem múltiplos agentes e grande volume de informações ao longo das fases de engenharia e implantação. Dessa forma, a integração entre dados de campo, modelos digitais e processos colaborativos torna-se um importante fator para aumento da eficiência, redução de riscos e melhoria da comunicação entre as equipes envolvidas.

Este trabalho apresenta a aplicação de fluxos digitais integrados para apoio às atividades de engenharia, coordenação, planejamento e construção no empreendimento de ampliação da ETE Parque Novo Mundo, bem como os benefícios observados para o processo construtivo.

A contratação foi realizada pela Diretoria de Gestão de Empreendimentos da Metropolitana da Sabesp, tendo como uma de suas premissas a eficiência dos processos digitais de progressão de informações ao longo do ciclo de vida do empreendimento. Para isso também disponibilizou no início do projeto executivo um modelo *As Is* das instalações existentes da ETE, elaborado a partir da padronização BIM Sabesp e já com previsão de parâmetros as serem utilizados nas fases posteriores de projeto, obra e comissionamento.

A execução das obras ficou a cargo do Consórcio Nova ETE Parque Novo Mundo, liderado pela Passarelli Engenharia e composto também por Engeform Engenharia, Consben Construções e Comércio e Enfil S/A Controle Ambiental Para o desenvolvimento dos projetos executivos, o consórcio contou com a JNS Engenharia, responsável pela modelagem multidisciplinar, coordenação dos modelos, integração dos levantamentos digitais e apoio à engenharia digital durante a execução da obra.

Desde o desenvolvimento dos projetos até a entrega do ativo digital, o consórcio adotou fluxos de engenharia digital voltados à integração das informações de campo, projeto e construção. Esses fluxos permitiram utilizar os modelos digitais como ferramenta de coordenação multidisciplinar, análise de construtibilidade, planejamento executivo, comunicação entre as equipes e suporte à tomada de decisão ao longo da implantação do empreendimento.

O prazo de obra muito reduzido, e a grande quantidade de ativos novos – mais de 1200 apenas no que se refere à disciplina de hidromecânica – representaram um desafio adicional para garantir a qualidade, a rastreabilidade e a disponibilidade das informações ao longo do empreendimento. Nesse contexto, a definição dos requisitos de informação desde as fases iniciais do projeto mostrou-se fundamental para estruturar um modelo digital orientado ao ciclo de vida dos ativos, assegurando maior consistência das informações entregues e contribuindo de forma decisiva para o processo de comissionamento, imobilização patrimonial e futura operação da estação.

OBJETIVOS

Objetivo Geral

Demonstrar a aplicação de fluxos digitais integrados como ferramenta de apoio à execução de uma estação de tratamento de esgoto da ETE Parque Novo Mundo.

Objetivos Específicos

- Melhorar a coordenação entre disciplinas de projeto e construção;
- Identificar interferências antes da execução em campo;
- Apoiar análises de construtibilidade e sequenciamento executivo;
- Facilitar a comunicação entre equipes de projeto, obra e fiscalização;

- Reduzir riscos de retrabalho durante a implantação.

METODOLOGIA UTILIZADA

O estudo foi realizado no empreendimento de ampliação da ETE Parque Novo Mundo, caracterizado pela participação de múltiplas disciplinas, equipes e empresas envolvidas nas atividades de engenharia, planejamento, construção e futura operação dos ativos.

A estratégia adotada foi baseada na utilização integrada de modelos digitais federados e ambiente comum de dados para suporte às atividades de engenharia e construção.

Figura 1 – Fluxo de informações utilizado para suporte à execução do empreendimento



Fonte: autores, 2026.

As principais aplicações foram:

1. Levantamentos Digitais

Os levantamentos digitais foram utilizados como fonte de informações para representação das condições existentes e apoio às atividades de engenharia. Foram empregados dados topográficos e levantamentos com tecnologias de captura da realidade como aerofotogramétricos georreferenciados e escaneamentos a laser com equipamentos terrestres e embarcados em drones, gerando nuvens de pontos, ortomosaicos, registros fotográficos e restituições de geometria compondo modelos digitais de superfícies.
Essas informações possibilitaram melhor compreensão do ambiente de implantação, apoio à validação de soluções de projeto, verificação de interferências com estruturas existentes e acompanhamento das condições observadas em campo.

Figura 3 – Drone equipado com tecnologia LiDAR para captura das condições reais das instalações e das frentes de obra



Fonte: autores, 2026.

Figura 2 – Integração entre levantamento digital e modelo federado



Fonte: autores, 2026.

2. Desenvolvimento do Projeto

Os projetos foram desenvolvidos por meio de modelos digitais tridimensionais abrangendo as disciplinas de processo, hidromecânico, estruturas, tubulações externas, arquitetura, elétrica, instrumentação, automação. A modelagem permitiu a representação integrada dos sistemas da estação, possibilitando melhor compreensão das soluções projetadas e maior consistência entre as diversas especialidades envolvidas.

Além de subsidiar a produção da documentação técnica, os modelos serviram como base para a coordenação multidisciplinar, análises de construtibilidade, planejamento executivo e suporte às atividades de construção. A

utilização integrada dessas informações favoreceu a identificação antecipada de interferências e oportunidades de melhoria ainda durante as etapas de desenvolvimento do projeto.

Os levantamentos digitais foram incorporados ao processo de modelagem, contribuindo para maior aderência dos modelos às condições reais do empreendimento. A integração entre informações de campo e modelos digitais reduziu incertezas associadas à implantação, aumentou a confiabilidade das análises realizadas e aprimorou a qualidade das informações disponibilizadas às equipes de engenharia e construção.

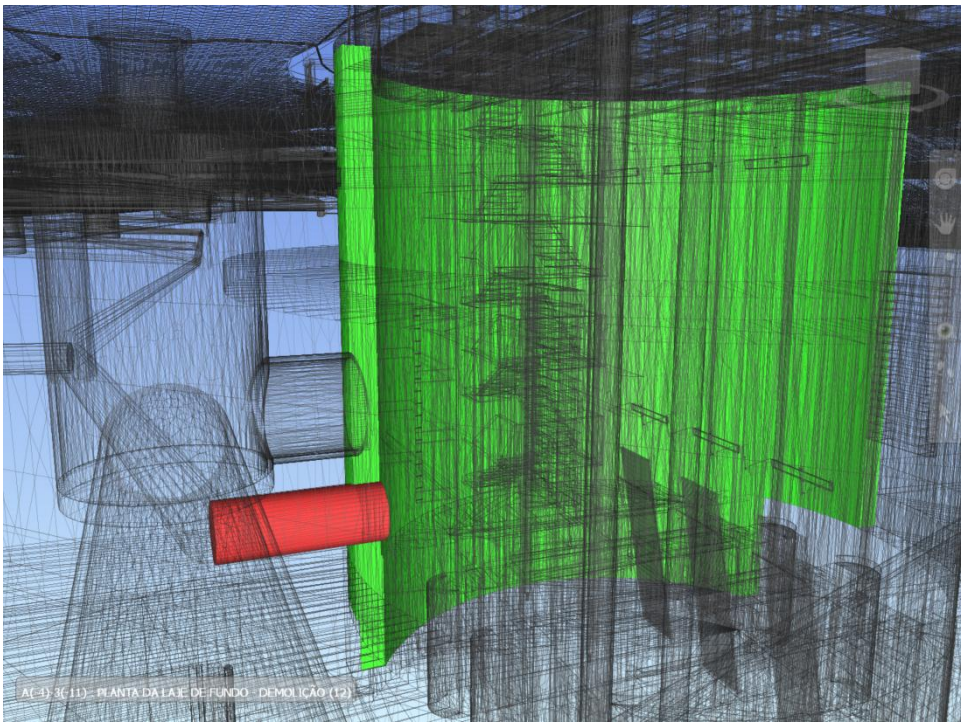
3. Coordenação Multidisciplinar

Os modelos das disciplinas de hidromecânica, estruturas, tubulações externas, arquitetura, elétrica, instrumentação e automação foram integrados em um modelo federado único. Essa abordagem permitiu a visualização conjunta dos sistemas e a identificação antecipada de incompatibilidades entre elementos projetados.

4. Detecção e Tratamento de Interferências

Foram realizadas análises sistemáticas de interferências entre disciplinas utilizando modelos tridimensionais. Os conflitos identificados eram registrados, classificados e direcionados para tratamento pelas equipes responsáveis antes do início das atividades executivas.

Figura 3 – Interferência identificada durante a coordenação digital e solução adotada antes da execução.



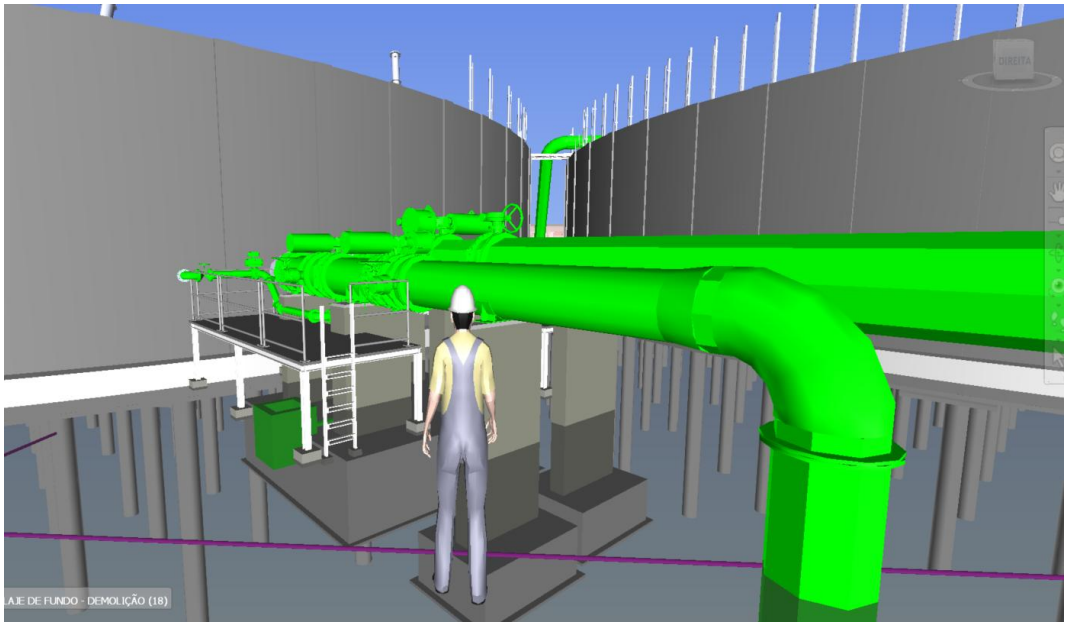
Fonte: autores, 2026.

5. Avaliação de Construtibilidade

Os modelos digitais foram utilizados para análise de acessos, espaços operacionais, áreas de montagem e interferências relacionadas às etapas construtivas. Também para a infraestrutura enterrada a modelagem de tubulações, estruturas e das valas de escavação permitem a elaboração do plano de ataque e antecipação de impactos nas demais redes existentes, ao mesmo otimizando o processo de assentamento e prevenindo danos à infraestrutura existente.

As avaliações permitiram ajustes de projeto antes da mobilização de equipes e equipamentos em campo.

Figura 4 – Análise de construtibilidade



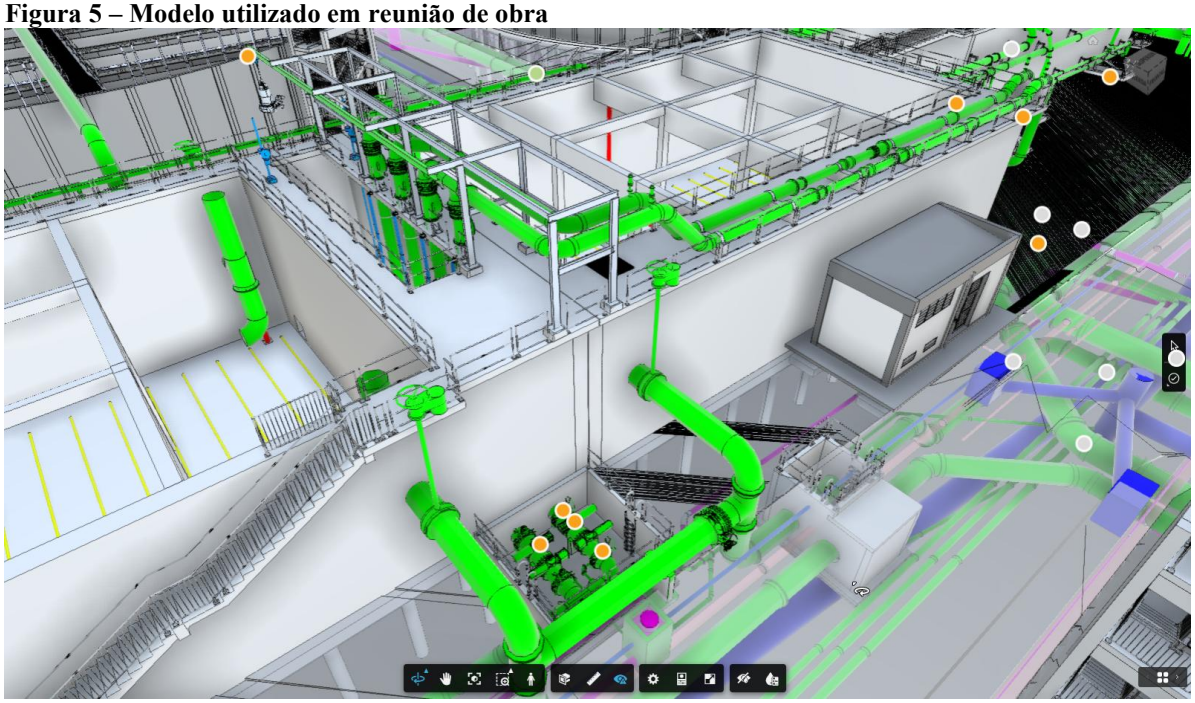
Fonte: autores, 2026.

6. Planejamento Executivo

A visualização tridimensional dos sistemas auxiliou o entendimento das frentes de serviço, interfaces entre contratadas e sequenciamento das atividades.

Os modelos também foram empregados em reuniões técnicas para alinhamento entre engenharia, fiscalização e equipes de obra.

Figura 5 – Modelo utilizado em reunião de obra



Fonte: autores, 2026.

7. Extração de Informações para Apoio à Construção

Os modelos foram utilizados para geração de vistas específicas, cortes, quantitativos e informações complementares necessárias ao planejamento e acompanhamento das atividades executivas.

RESULTADOS OBTIDOS

A aplicação integrada de levantamentos digitais, modelos multidisciplinares e ambiente comum de dados possibilitou maior integração entre as etapas de levantamento, projeto, coordenação e construção ao longo do empreendimento.

Os levantamentos digitais forneceram informações atualizadas sobre as condições de campo, contribuindo para maior aderência entre a realidade observada no empreendimento e as soluções desenvolvidas pelas equipes de engenharia. A integração dessas informações aos modelos digitais ampliou a confiabilidade das análises realizadas durante o desenvolvimento do projeto e o planejamento da execução.

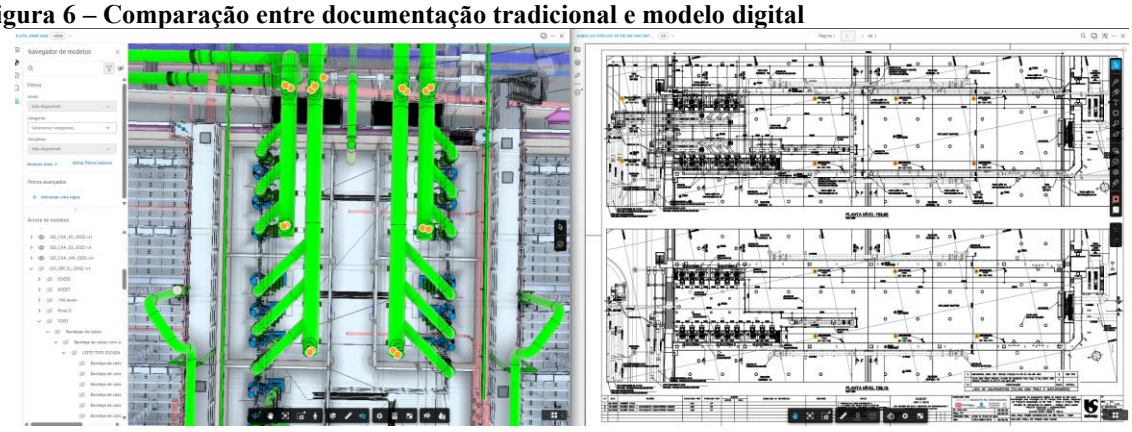
Entre os principais resultados observados destacam-se:

- Identificação antecipada de interferências críticas entre disciplinas;
- Redução de revisões em campo decorrentes de incompatibilidades de projeto;
- Maior previsibilidade para planejamento executivo;
- Melhor comunicação entre equipes multidisciplinares;
- Apoio à tomada de decisão em reuniões técnicas;
- Agilidade na obtenção de informações para obra;
- Maior confiabilidade na interpretação dos projetos;
- Melhor integração entre informações de campo, projeto e construção;
- Maior suporte às análises de construtibilidade e sequenciamento executivo.

Os modelos digitais passaram a ser utilizados como instrumento de consulta, validação e comunicação ao longo de diferentes etapas da implantação. Além de apoiar a coordenação entre disciplinas, os modelos serviram como base para análises técnicas, planejamento das atividades executivas e discussão de soluções entre projetistas, construtores, fiscalização e gestão do empreendimento. A adoção do CDE por todas as partes interessadas fez com que efetivamente tenha se estabelecido uma fonte única de informação para o empreendimento.

A utilização conjunta de levantamentos digitais e modelos federados contribuiu para ampliar a rastreabilidade das informações e fornecer uma visão integrada do empreendimento, favorecendo a antecipação de riscos e o suporte às decisões relacionadas à execução da obra.

Figura 6 – Comparação entre documentação tradicional e modelo digital



Fonte: autores, 2026.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

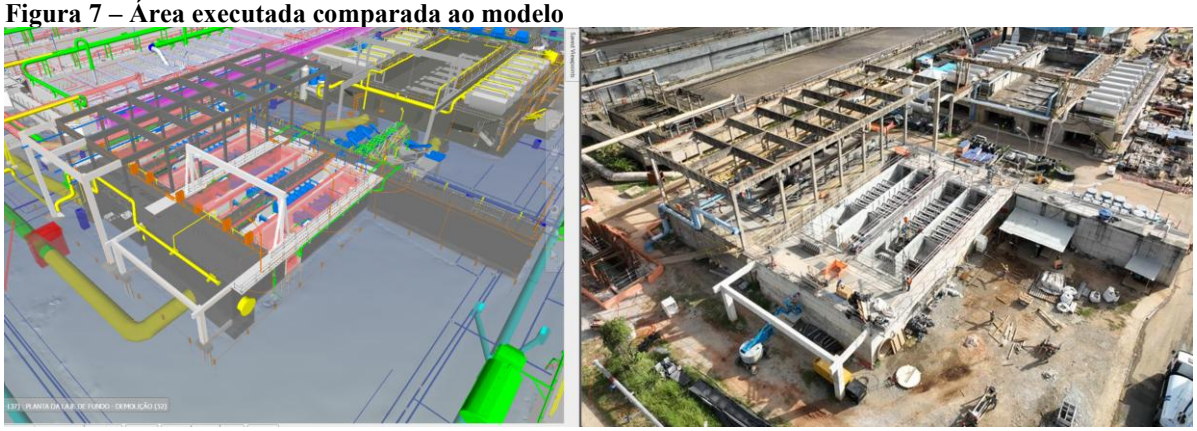
Os resultados demonstram que os maiores ganhos observados ocorreram na gestão das interfaces entre disciplinas e na antecipação de problemas construtivos.

A visualização integrada dos sistemas permitiu compreender situações que dificilmente seriam identificadas apenas por meio de documentação bidimensional. A detecção antecipada de conflitos contribuiu para redução de retrabalhos e maior eficiência na execução.

Outro aspecto relevante foi a melhoria da comunicação entre projetistas, construtores, gerenciadora e cliente. Os modelos digitais forneceram uma linguagem comum para discussão de soluções técnicas e validação de alternativas construtivas.

Observou-se ainda que a utilização dos modelos durante a obra ampliou o aproveitamento das informações produzidas na fase de projeto, fortalecendo a integração entre as diferentes etapas do empreendimento.

Figura 7 – Área executada comparada ao modelo



Fonte: autores, 2026.

CONCLUSÕES

A experiência obtida no empreendimento demonstrou que a utilização de fluxos digitais integrados pode contribuir significativamente para o suporte à construção de empreendimentos complexos de saneamento.

O uso combinado de modelagem BIM e de bases geradas a partir dos levantamentos digitais de realidade representa parte significativa do valor, pois gera uma informação adicional correspondente à diferença entre as geometrias, trazendo informação de conformidade executiva, novos elementos físicos alterando condições de contorno e a possibilidade de automação do processo comparativo do avanço físico em relação ao planejado.

Os modelos digitais deixaram de atuar apenas como instrumentos de desenvolvimento de projetos e passaram a desempenhar papel relevante no gerenciamento das interfaces construtivas, na identificação de riscos e no apoio à tomada de decisão durante a execução.

A adoção dessas práticas tende a aumentar a previsibilidade dos empreendimentos, reduzir retrabalhos e melhorar a eficiência dos processos construtivos.

Figura 8 – Benefícios observados



Fonte: autores, 2026.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT NBR ISO 19650-1. Organização e digitalização de informações sobre edificações e obras de engenharia civil. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

2. ABNT NBR ISO 19650-2. Gestão da informação utilizando modelagem da informação da construção. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.
3. SUCCAR, B., *Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders*. Automation in Construction, vol. 18, no. 3, 2009, pp. 357-375.

4. EASTMAN, C., et al. *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors*. John Wiley & Sons, 2018.

5. FUJII, F.Y., 2016, Projeto da ETE Perus – Soluções Técnicas para a Concepção Otimizada do Sistema e Processo de Projeto por Modelagem (BIM). Associação dos Engenheiros da Sabesp, 27º Encontro Técnico AESABESP. São Paulo, Brasil. Agosto, 2016.

6. FUJII, F.Y., 2016, BIM no Saneamento – Processo de Projeto por Modelagem da Construção para Estações de Tratamento de Efluentes Aplicado em Caso Real de Sistema MBR. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 17º Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental - SILUBESA. Santa Catarina, Brasil. Junho, 2016.