PROJETO INTELIGENTE NO PROGRAMA INTEGRA TIETÊ - MODELOS PARAMETRIZADOS BIM DE ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS DE ESGOTOS

Fábio Yugo Fujii[(1)]
Engenheiro Civil e Mestre em Engenharia Hidráulica e Ambiental pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP); Engenheiro da empresa JNS – Engenharia, Consultoria e Gerenciamento Ltda. – São Paulo (SP), Brasil.
Bruno Baptista Giorgis Piccini[(2)]
Engenheiro Mecânico pelo Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia; Engenheiro e BIM Manager na empresa JNS – Engenharia, Consultoria e Gerenciamento Ltda. – São Paulo (SP), Brasil.
Inês Tuyama Adan[(3)]
Engenheira Civil pela UNESP - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Gerente do Departamento de Projetos Metropolitanos e Baixada Santista na Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – Sabesp.
Cahuê Rando Carolino[(4)]
Arquiteto e Urbanista pela Universidade Federal de Minas Gerias - UFMG, Mestre em Ciências pela Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo - USP e MBA em Gestão de Projetos pela Fundação Getúlio Vargas – FGV; Analista de Sistemas de Saneamento 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 fujii@jnsecg.com.br

RESUMO

Estações elevatórias de esgotos são unidades universais em sistemas de saneamento e frequentemente há esforços para sua padronização e implementação de processos que tragam eficiência para o seu projeto e construção. No Programa Integra Tietê, para alcance da universalização antecipada das áreas incluídas em sua abrangência, a elaboração de projetos referenciais para as contratações de pacotes de contratação integrada se tornou um dos desafios a ser vencido na etapa de contratação diante de prazos muito limitados e demandas concorrentes. Era necessária a produção de grande quantidade de peças gráficas, quantitativos e confiabilidade sobre o alinhamento com padronização de engenharia, o que levou à busca por soluções novas, que foi ao encontro dos desenvolvimentos alcançados pelo Programa BIM Sabesp. Considerando as caraterísticas marcantes de elevatórias de esgoto com bombas submersíveis ou com bombeamento em linha, em que os principais parâmetros que as caracterizam são conhecidos, se caracterizou a oportunidade de utilização de modelagem paramétrica BIM, desenvolvida e implementada em curto intervalo de tempo e com a observação de benefícios imediatos e outros de maior abrangência para a companhia. Esse artigo descreve o processo de desenvolvimento, aplicação e avaliação da solução, com o aumento da eficiência das equipes envolvidas.

PALAVRAS-CHAVE: BIM, Estações Elevatórias de Esgoto, Padronização

INTRODUÇÃO

A aplicação de tecnologias inovadoras no setor de saneamento tem se mostrado crucial para melhorar a eficiência operacional e reduzir custos. Com as demandas desafiadoras que vêm sendo atendidas pela Sabesp no âmbito do Programa Integra Tietê esse aspecto se torna ainda mais um fator crítico de sucesso.

A formulação do problema se originou na busca do Departamento de Projetos da Metropolitana e Baixada Santista (EPM) por soluções para aumento da agilidade e qualidade de informação no processo de produção de anteprojetos de estações elevatórias de esgotos com o objetivo de subsidiar os pacotes de contratações integradas estruturados pela Sabesp. Dois fatores principais se combinaram para a proposição das linhas gerais de uma solução:

- As equipes desenvolveram previamente uma padronização técnica de projetos utilizados como referência para as contratações, tomando como base exemplos já bastante utilizados pela companhia;
- O estágio de avanço do Programa BIM Sabesp proporcionava a Biblioteca BIM concluída, diretrizes para a aplicação da Metodologia BIM Sabesp e experiências já realizadas na criação de modelos BIM correspondente a projetos-padrão já consagrados na empresa.

A colaboração entre o departamento EPM e o Programa BIM se iniciou então para o cumprimento do objetivo relacionado a anteprojetos, mas desde o início já foi concebida para a entrega de uma solução aplicável a qualquer fase do ciclo de vida do empreendimento, chegando a projetos executivos, orçamentação alinhada ao sistema de precificação Sabesp e com os requisitos mínimos de informação definidos da Metodologia BIM Sabesp.

Nesse contexto, a implementação de modelos parametrizados em BIM para Estações Elevatórias de Esgoto (EEE) no Programa Integra Tietê representa um avanço significativo na intensificação da aplicação da metodologia BIM na Companhia. Esta iniciativa visa não apenas agilizar o processo de concepção e projeto, mas também promover a padronização e a integração de sistemas, contribuindo para a melhoria da qualidade e eficiência dos empreendimentos.

A melhoria alcançada foi a conceituação da abordagem de modelagem alinhada com os diversos usos BIM definidos pela Sabesp previstos para as variadas aplicações possíveis dos modelos de elevatórias e o foco em facilitação da atividade de adoção por possíveis usuários de diversos níveis técnicos e de maturidade em BIM.

Foi considerado também oportuno o alinhamento com a metodologia BIM já que grande parte das suas contratações consideram a utilização da metodologia, tornando os ganhos para a companhia também extensíveis para as fases posteriores dos empreendimentos.

OBJETIVO(S)

O principal objetivo deste trabalho foi desenvolver modelos parametrizados em BIM para EEEs, alinhados com a metodologia BIM Sabesp, visando aumentar a eficiência no processo de elaboração de projetos, inicialmente com vistas ao todos os produtos derivados do projeto que componham pacotes licitatórios. Além disso, buscou-se validar em situação de uso prático intensivo os benefícios da padronização e do uso da metodologia BIM para otimizar os principais passos do processo de projeto, bem como promover a integração com sistemas corporativos e a melhoria do aproveitamento técnico das equipes envolvidas.

METODOLOGIA UTILIZADA

Para alcançar os objetivos propostos, foi adotada uma metodologia rigorosa, baseada em princípios de padronização, colaboração e integração de sistemas. A seguir, são detalhados os principais passos e técnicas empregadas:

Levantamento de Requisitos e Análise Preliminar
Antes de iniciar o desenvolvimento dos modelos parametrizados, foi realizado um levantamento detalhado dos requisitos do projeto, considerando as especificidades das Estações Elevatórias de Esgoto (EEE) e as demandas do Programa Integra Tietê. Essa etapa envolveu a análise dos padrões técnicos da Sabesp, as diretrizes do Programa BIM Sabesp e os requisitos específicos do departamento EPM.

Foram consideradas duas tipologias: elevatórias de poço úmido com bombas submersíveis e elevatórias de poço seco com bombas em linha ou DIP (Direct Inline Pumping). Há uma perspectiva futura de expansão da gama de tipos de elevatórias abrangida. A montante dos poços (úmido ou seco), havia a previsão de um poço de visita especial para manutenção e retenção de areia. A Figura 1 mostra o padrão utilizado.

Para os tipos escolhidos foram propostas as seguintes configurações mais frequentes em termos de diâmetro de poços e de tubulações do barrilete ou do recalque:

- **Poço úmido - bombas submersíveis:**
  - Poço de Ø de 2m
    - barrilete/recalque Ø 100/100
    - barrilete/recalque Ø 150/150
  - Poço de Ø de 3m
    - barrilete/recalque Ø 100/100
    - barrilete/recalque Ø 150/150
    - barrilete/recalque Ø 150/200
    - barrilete/recalque Ø 200/200

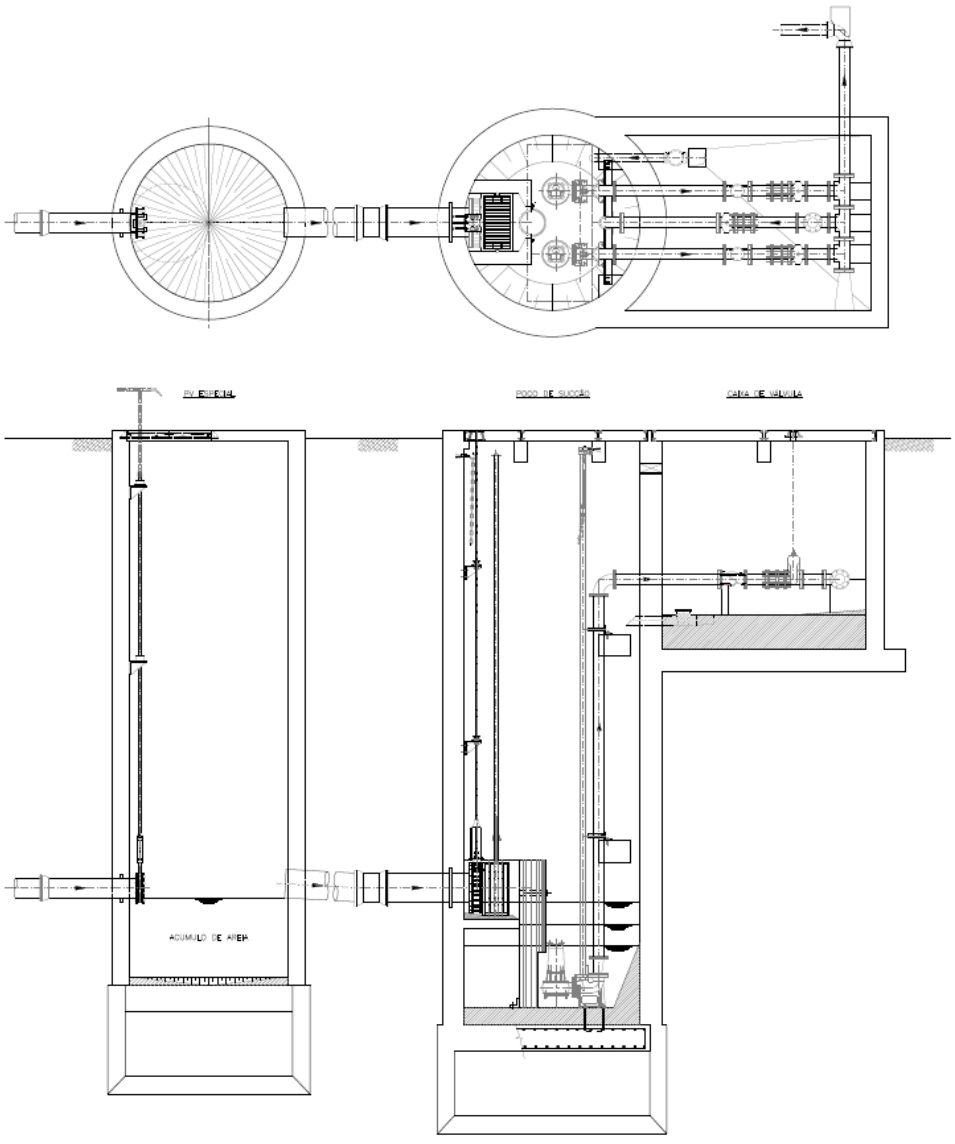
        - barrilete/recalque Ø 250/250
        - barrilete/recalque Ø 300/300
- **Poço seco - bombeamento em linha (DIP):**
    - Poço de Ø de 2m
        - Ø 80/100
        - Ø 80/150

Seleção de Ferramentas BIM

Com base nos requisitos levantados, foram selecionadas as ferramentas BIM mais adequadas para o desenvolvimento dos modelos parametrizados. Considerações como a capacidade de representação tridimensional detalhada, a facilidade de automação e a interoperabilidade com sistemas corporativos foram fundamentais na escolha das ferramentas.

De acordo com esse escopo, e considerando as necessidades de flexibilidade de modelagem e de entrega de informações alinhadas com os processos de orçamentação e de gestão de ativos, foi definida a modelagem com o software Revit, para o qual já havia também desenvolvimento de Biblioteca BIM Sabesp para o projeto hidromecânico e estrutural, e a parametrização feita com base em vinculação de unidades e definição de parâmetros sobre a modelagem de um projeto padrão, e não totalmente desenvolvido numa família do Revit.

Figura 1 – Padrão utilizado



Fonte: autores, 2024.

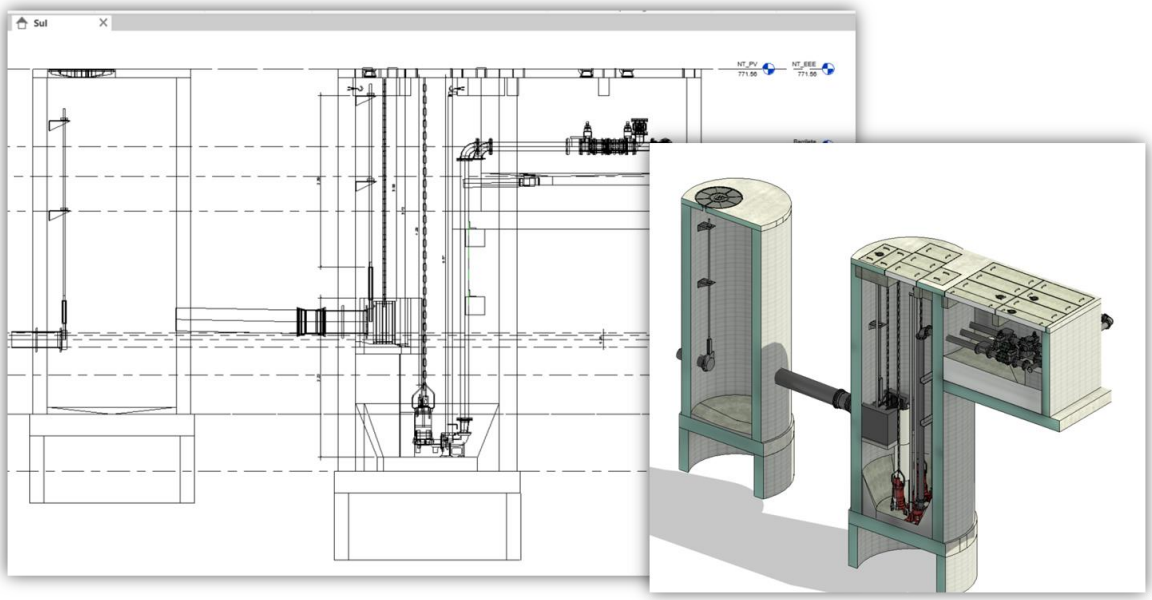
Desenvolvimento dos Modelos Parametrizados

Os modelos parametrizados foram desenvolvidos com base nos projetos-padrão consolidados da Sabesp, conforme ilustrado na Figura 1, utilizando as ferramentas BIM selecionadas. Nesta etapa, foram definidos os parâmetros que podem variar em projetos de EEE, como a profundidade, o diâmetro do poço, os componentes hidromecânicos, entre outros. A parametrização permitiu uma flexibilidade significativa na adaptação dos modelos a diferentes contextos e requisitos específicos.

O planejamento utilizado para aplicação da metodologia se iniciou com as configurações de elevatória de bombas submersíveis com poço de sucção com diâmetro de 2,0 m, para validação da modelagem e prova de conceito. Também foi planejado o início com a disciplina hidromecânica e posteriormente o desenvolvimento dos modelos de estruturas, incluindo a modelagem de armaduras para possibilidade de obtenção completa de quantitativos e o processo de valoração.

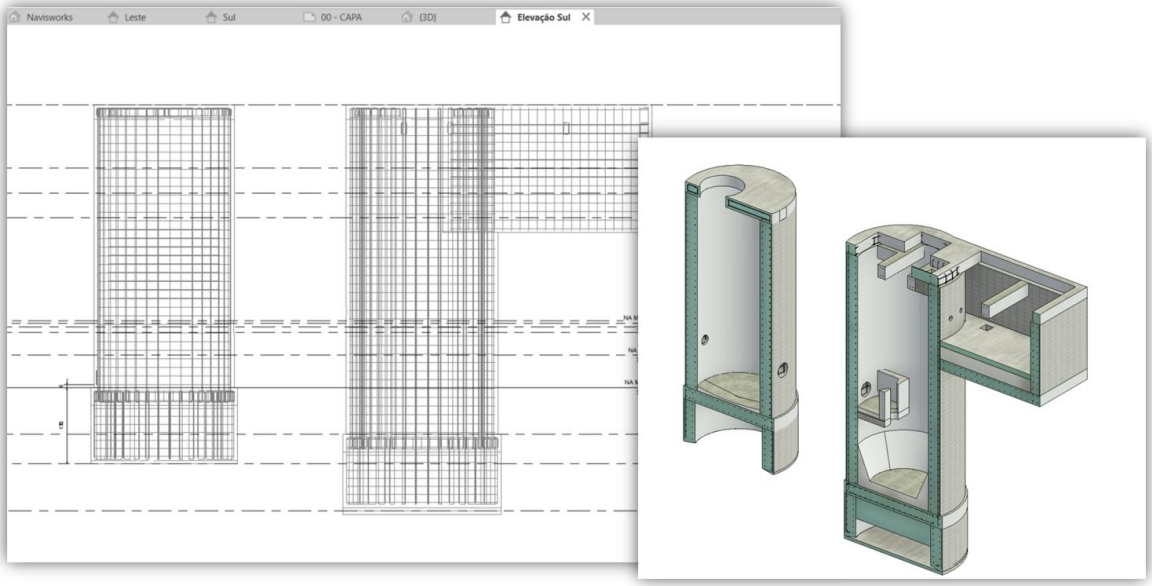
Foram utilizados os *templates* de ambas as disciplinas, hidromecânico e estrutural, desenvolvidos pelo Programa BIM Sabesp. Além dos projetos feitos no software Revit, também foi utilizado o software Navisworks para a coordenação entre as disciplinas e quantificação para o fluxo de orçamento no SPO (Sistema de Planilha de Orçamento da Sabesp). A disponibilização do modelo federado foi feita no ambiente colaborativo da Sabesp.

Figura 2 - Modelo BIM paramétrico – disciplina hidromecânico – poço úmido Ø 2,0 m



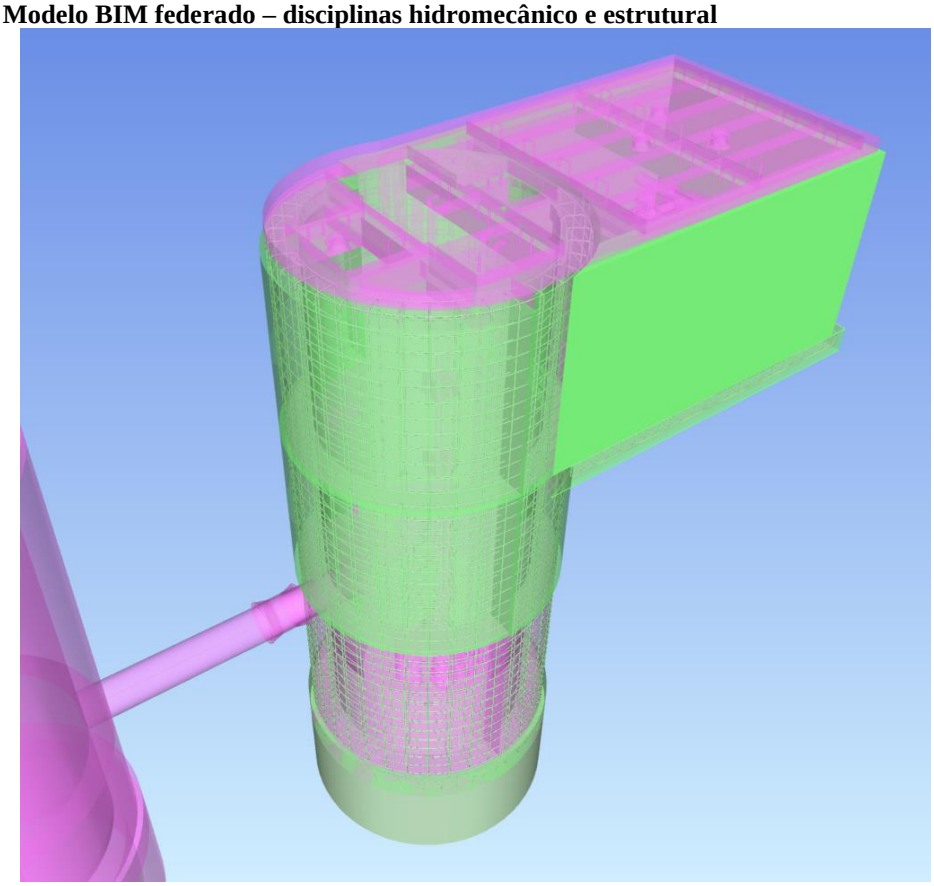
Fonte: autores, 2024.

Figura 3 - Modelo BIM paramétrico – disciplina estrutural – poço úmido Ø 2,0 m



Fonte: autores, 2024.

Figura 4 - Modelo BIM federado – disciplinas hidromecânico e estrutural



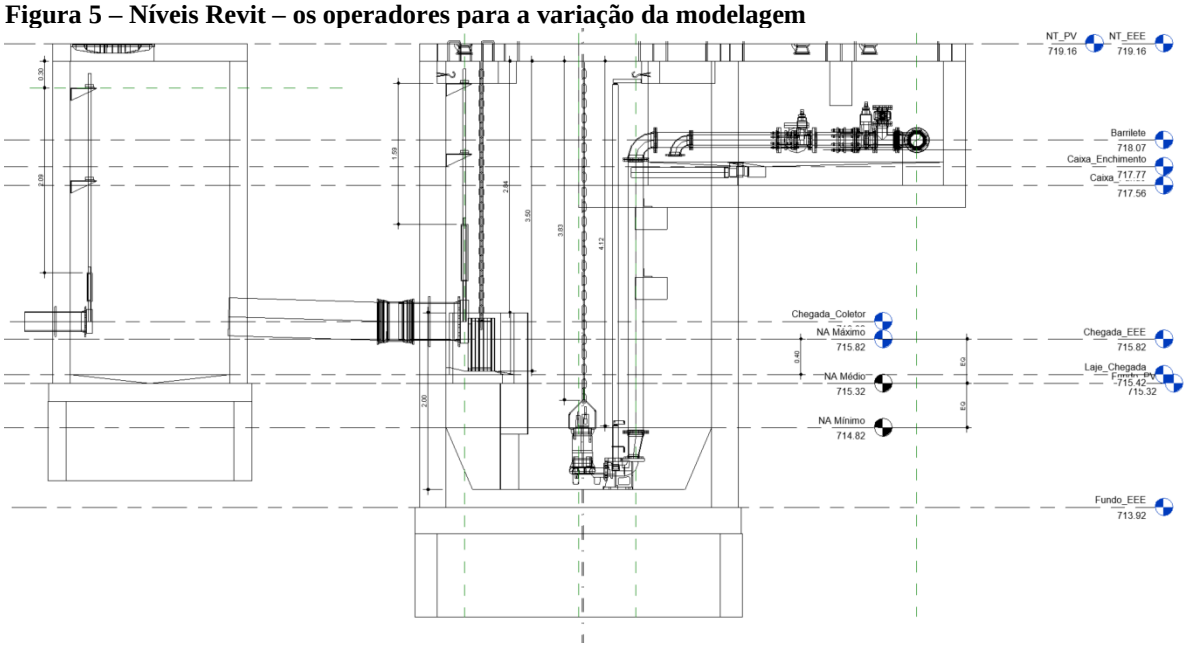
Fonte: autores, 2024.

Tanto o modelo hidromecânico como o estrutural foram desenvolvidos de acordo com as necessidades do projeto, e consistem em arquivos Revit específicos para cada tipo de Estação Elevatória de Esgoto (EEE), diâmetro do poço e diâmetro das tubulações de barrilete e recalque.

O processo de modelagem resultante a partir dos projetos-padrão é muito simples. Há um passo inicial de georreferenciamento da unidade, em que é feita a aquisição de coordenadas reais UTM e o ajuste do nível do terreno, com um passo de reposicionamento global do modelo.

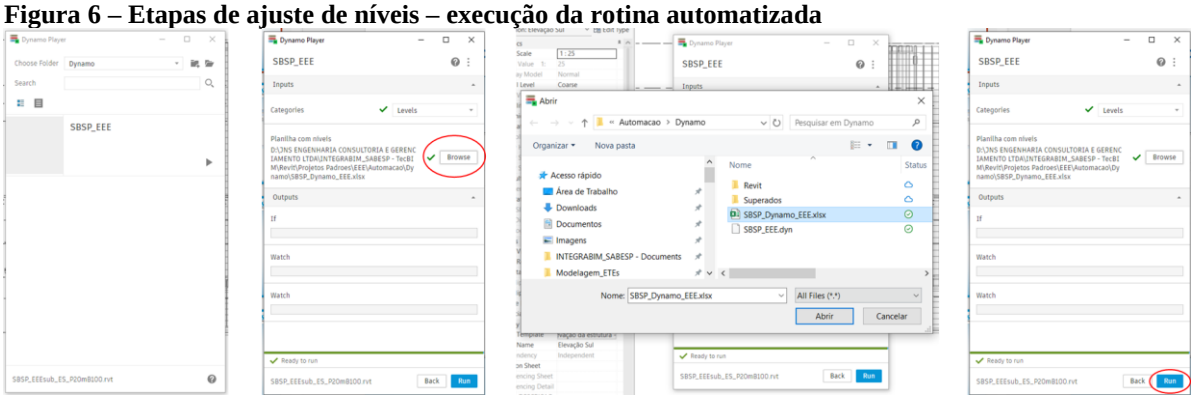
Em seguida, são feitos os ajustes de modelagem, que consistem no reposicionamento dos níveis Revit, indicados pelos marcadores à direita na Figura 5. Esse ajuste dos níveis é automatizado utilizado o Reprodutor do Dynamo, conforme ilustrado na Figura 6, uma ferramenta de automação nativa integrada ao Revit, que permite criar rotinas personalizadas para otimizar fluxos de trabalho, automatizar tarefas repetitivas e reduzir erros, onde os dados são lidos de uma planilha externa. A função da rotina criada é ler os valores dos níveis Revit diretamente a partir de uma planilha padronizada de dimensionamento.

Figura 5 – Níveis Revit – os operadores para a variação da modelagem



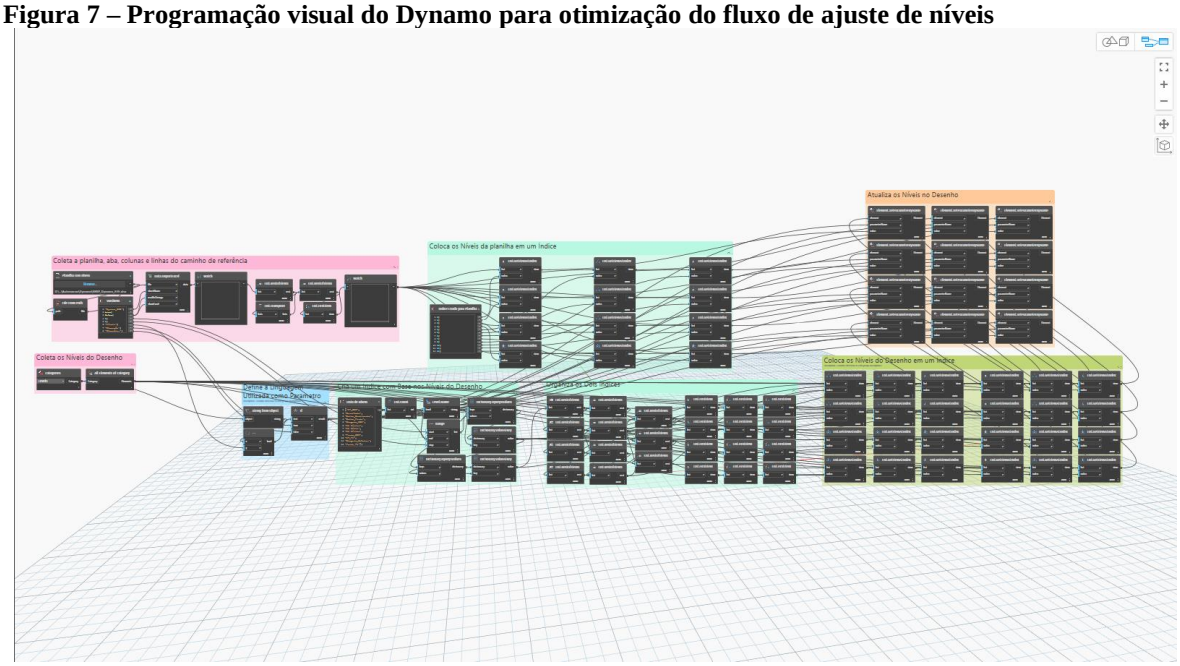
Fonte: autores, 2024.

Figura 6 – Etapas de ajuste de níveis – execução da rotina automatizada



Fonte: autores, 2024.

Figura 7 – Programação visual do Dynamo para otimização do fluxo de ajuste de níveis



Fonte: autores, 2024.

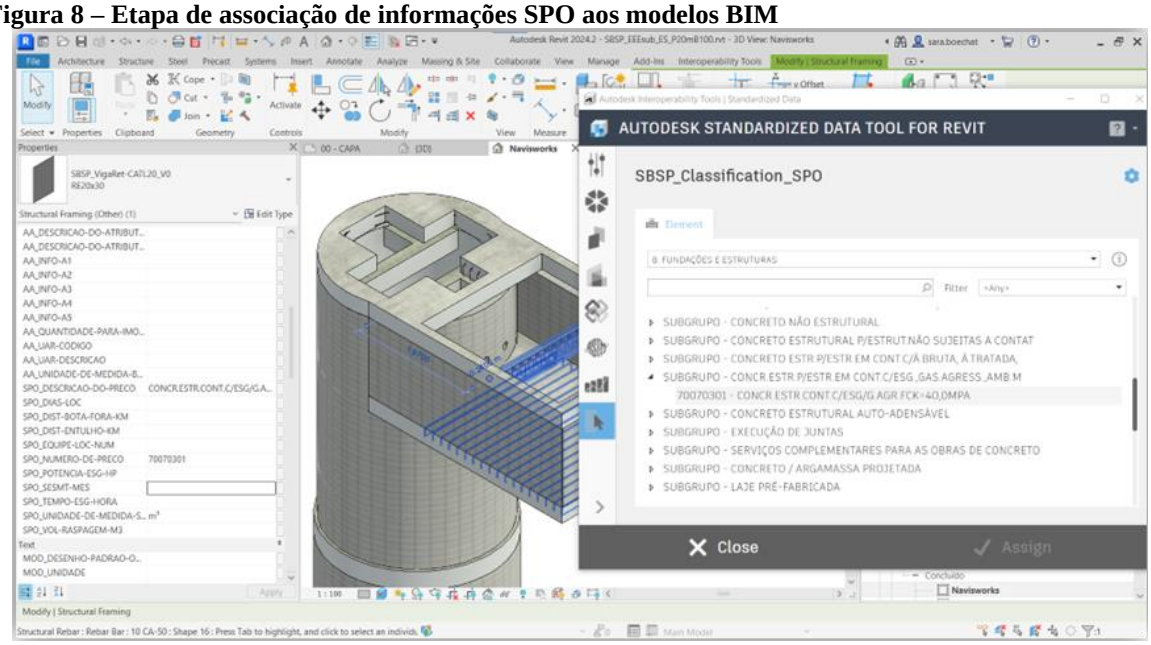
Processo de Valoração no Sistema SPO

O processo de valoração é composto por três etapas principais: Associação de informações SPO aos modelos BIM, Levantamento de quantitativos a partir do modelo federado e a Geração de planilha orçamentária no sistema SPO. As etapas são detalhadas a seguir:

Associação de informações SPO aos modelos BIM:

Para possibilitar a quantificação no software Navisworks, foram inseridas nos modelos 3D de elevatóriae as seguintes informações: Número de Preço, Número de Preço Especial, Descrição do Número de Preço e Unidade. Este preenchimento foi realizado utilizando a ferramenta *Assign Classification* no Revit, em que a automatização se dá pela funcionalidade de incorporar a estrutura analítica do banco de preços Sabesp em um catálogo Excel compatível com o *Assign Classification.*

Figura 8 – Etapa de associação de informações SPO aos modelos BIM

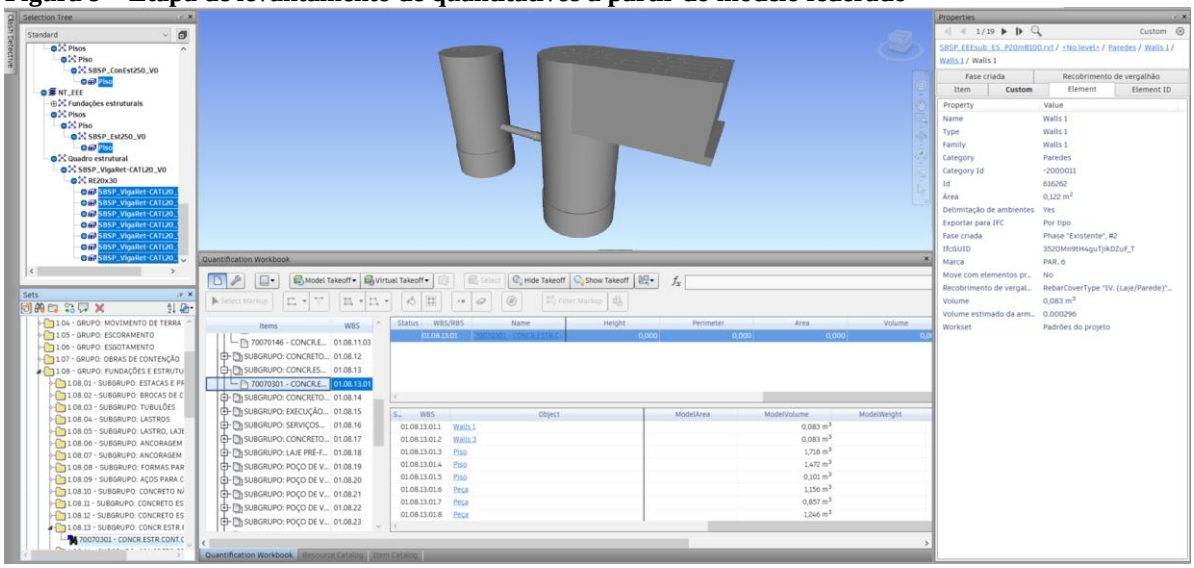


Fonte: autores, 2024.

Levantamento de quantitativos a partir do modelo federado:

Os recursos do software Navisworks permitiram um levantamento preciso dos quantitativos a partir do modelo federado, facilitando a gestão de materiais e custos do projeto. Utilizando *Sets* automáticos e um Catálogo pré-configurado (baseado no banco de preços Sabesp), a quantificação foi realizada de forma rápida e eficiente. Os *Sets* no Navisworks são conjuntos de seleção que permitem filtrar um grupo de objetos para executar algum tipo de ação, e neste caso, identificam automaticamente os elementos conforme números de preço preenchidos no Revit, que carregam as propriedades e informações necessárias, como volume, área, comprimento e peso, para o levantamento dos quantitativos.

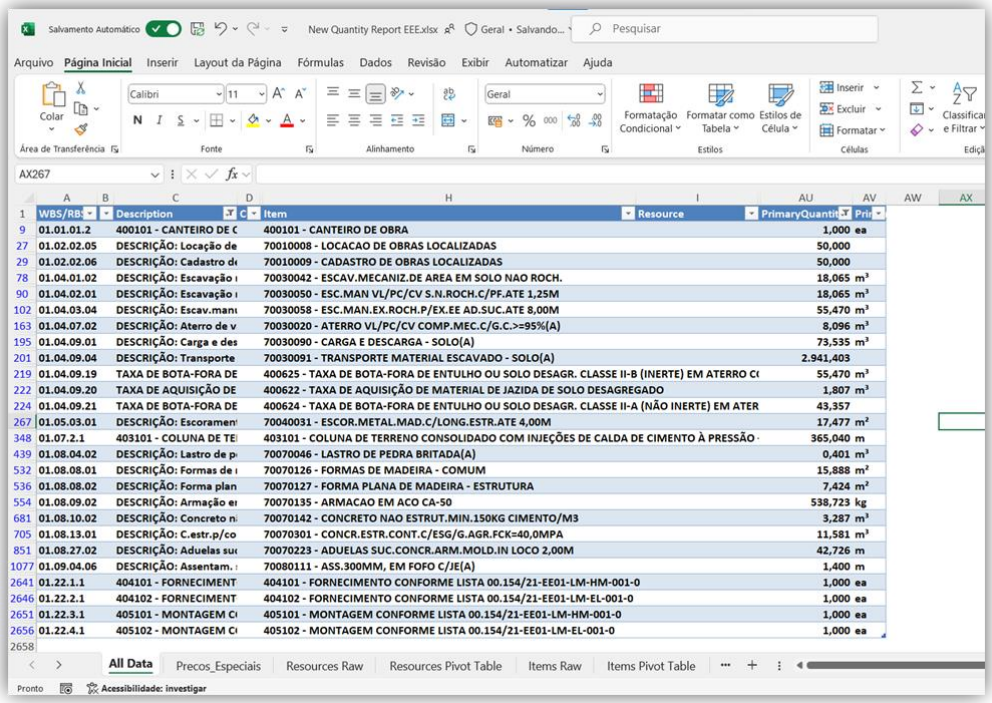
Figura 9 – Etapa de levantamento de quantitativos a partir do modelo federado

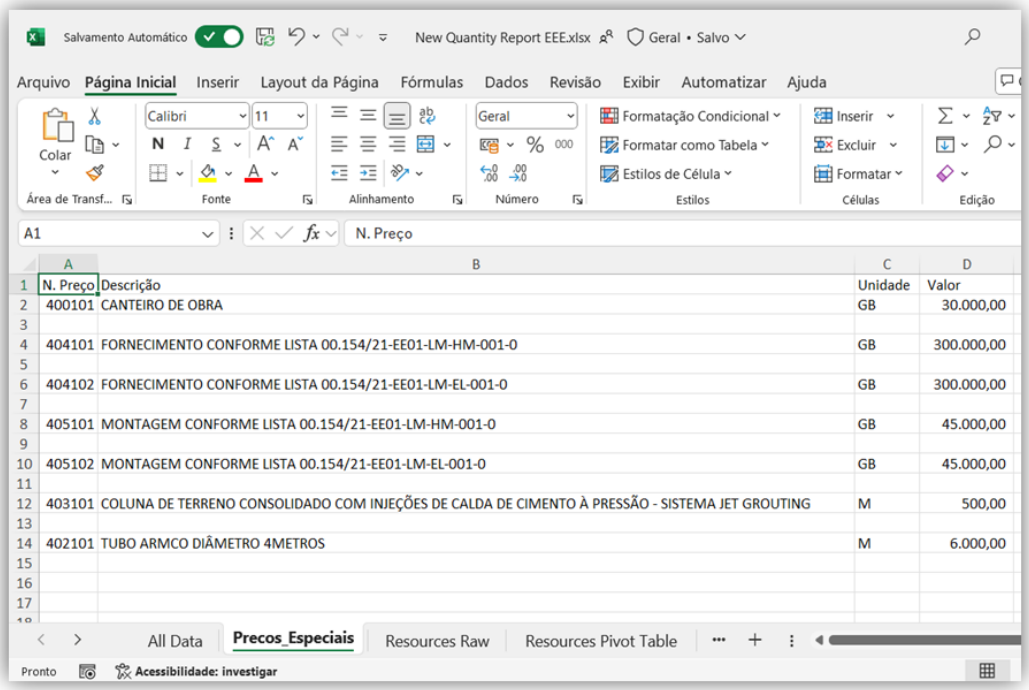


Fonte: autores, 2024.

Após a quantificação no Navisworks, uma planilha de quantidades é exportada usando a ferramenta *Export Quantities*. Esta planilha é conferida e complementada com a inclusão de uma aba que traz preços especiais, definidos da mesma forma como se faz no processo não baseado em BIM, antes de ser utilizada no SPO para a construção da planilha orçamentária. Em seguida, são apresentadas a planilha de quantidades (quantity report) exportada e a aba com as informações do banco de preços especiais (valores ilustrativos).

Figura 10 – Planilha de quantidades (Quantity Report) e aba com os valores dos preços especiais





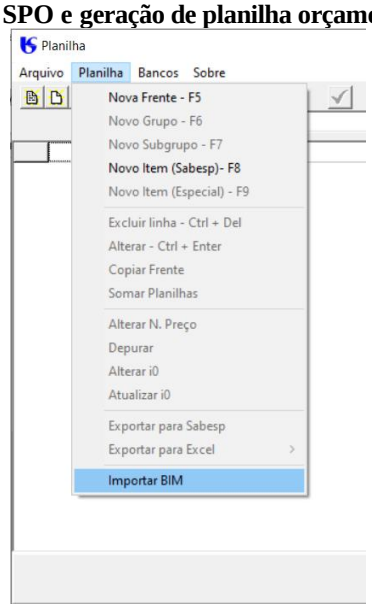
N. Preço	Descrição	Unidade	Valor
400101	CANTEIRO DE OBRA	GB	30.000,00
404101	FORNECIMENTO CONFORME LISTA 00.154/21-EE01-LM-HM-001-0	GB	300.000,00
404102	FORNECIMENTO CONFORME LISTA 00.154/21-EE01-LM-EL-001-0	GB	300.000,00
405101	MONTAGEM CONFORME LISTA 00.154/21-EE01-LM-HM-001-0	GB	45.000,00
405102	MONTAGEM CONFORME LISTA 00.154/21-EE01-LM-EL-001-0	GB	45.000,00
403101	COLUNA DE TERRENO CONSOLIDADO COM INJEÇÕES DE CALDA DE CIMENTO À PRESSÃO - SISTEMA JET GROUTING	M	500,00
402101	TUBO ARMCO DIÂMETRO 4METROS	M	6.000,00

Fonte: autores, 2024.

Geração de planilha orçamentária no sistema SPO:

No processo de orçamentação no SPO (versão SPO Projetista adaptada para integração com fluxo BIM), as informações de quantitativos levantados são utilizadas na construção da planilha orçamentária por meio da opção *Importar BIM* mostrada na Figura 11, que utiliza os dados da planilha de quantidades. Após a importação e a aplicação do banco de preços da Sabesp, obtém-se o orçamento total do projeto.

Figura 11 – Importação no Sistema SPO e geração de planilha orçamentária



Planilha - EEE_SPO_V4.plan

Arquivo Planilha Bancos Sobre

I0 = 09/23

Localizar F3 (Item) OK

	Item	Descrição	Núm. Preço	Unid.	P. Unit.	Quant.	Total	%
1	00000000	EEE						
2	01000000	N1.1: FRENTE 1					1.623.516,74	100,00
3	01010000	CANTEIRO DE OBRAS					30.000,00	1,85
4	01010100	SUBGRUPO:					30.000,00	1,85
5	01010101	CANTEIRO DE OBRA	400101	GB	30.000,00	1,00	30.000,00	1,85
6	01020000	SERVIÇOS PRELIMINARES					40.669,40	2,51
7	01020100	SERV.ESPECIAL.ENG.SEGUR.E MEDIC.TRABALHO					32.997,22	2,03
8	01020101	EQU.A - ATEND. 50 A 100 EMPREG.P/EMPRESA	70020018	MES	16.498,61	2,00	32.997,22	2,03
9	01020200	TRANSITO E SEGURANÇA					7.672,18	0,47
10	01020201	SINALIZACAO DE TRAFEGO	70020004	M	3,15	23,95	75,44	0,00
11	01020202	TAPUME DE CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA	70020002	M2	130,04	57,47	7.473,40	0,46
12	01020203	SINALIZACAO LUMINOSA PARA OBRAS	70020001	M	5,15	23,95	123,34	0,01
13	01030000	ASSENTAMENTO					47,31	0,00
14	01030100	ASSENTAM.SIMPLES DE TUBOS/PEÇAS EM FERRO FUNDIDO, JUNTA ELÁS					47,31	0,00
15	01030101	ASS.300MM, EM FOFO C/JE(A)	70080111	M	33,79	1,40	47,31	0,00
16	01040000	ESCORAMENTOS					7.796,95	0,48
17	01040100	ESTRUTURAS DE ESCORAMENTO METÁLICO PARA POÇOS OU CAVAS					7.796,95	0,48
18	01040101	ESCOR.METAL.MAD.C/LONG.ESTR.ATE 4,00M	70040031	M2	446,05	17,48	7.796,95	0,48
19	01050000	FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS					381.983,75	23,53
20	01050100	AÇOS PARA CONCRETO					8.942,75	0,55
21	01050101	ARMACAO EM ACO CA-50	70070135	KG	16,60	538,72	8.942,75	0,55
22	01050200	ADUELAS SUCESSIVAS DE CONCRETO ARMADO, MOLDADAS IN LOCO					357.351,84	22,01
23	01050201	ADUELAS SUC.CONCR.ARM.MOLD.IN LOCO 2,00M	70070223	M	8.363,02	42,73	357.351,84	22,01
24	01050300	CONCR.ESTR.P/ESTR.EM CONT.C/ESG..GAS.AGRESS..AMB.MARÍT.E ESTR.					10.891,45	0,67
25	01050301	CONCR.ESTR.CONT.C/ESG/G.AGR.FCK=40,0MPA	70070301	M3	940,54	11,58	10.891,45	0,67
26	01050400	CONCRETO NÃO ESTRUTURAL					2.094,78	0,13
27	01050401	CONCRETO NAO ESTRUT.MIN.150KG CIMENTO/M3	70070142	M3	636,71	3,29	2.094,78	0,13
28	01050500	FORMAS PARA CONCRETO					2.635,44	0,16
29	01050501	FORMA PLANA DE MADEIRA - ESTRUTURA	70070127	M2	161,91	7,42	1.201,37	0,07
30	01050502	FORMAS DE MADEIRA - COMUM	70070126	M2	90,25	15,89	1.434,07	0,09
31	01050600	LASTROS					67,49	0,00
32	01050601	LASTRO DE PEDRA BRITADA(A)	70070046	M3	168,73	0,40	67,49	0,00
33	01060000	MOVIMENTO DE TERRA					40.302,00	2,48
34	01060100	ATERRO DE VALAS, POÇOS E CAVAS					258,07	0,02

Total R$ 1.623.516,74

SAIR

Fonte: autores, 2024.

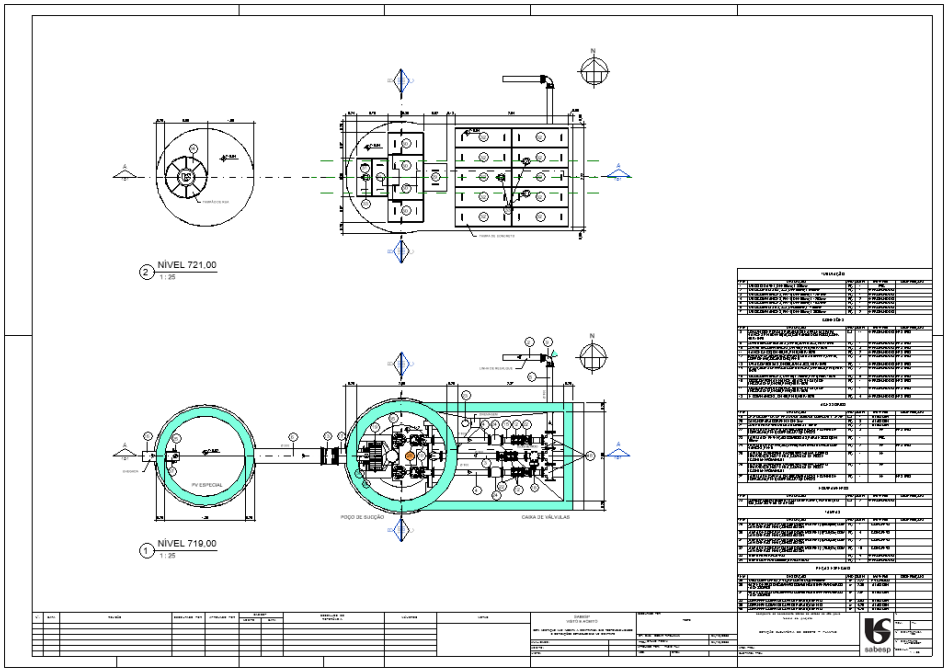
Integração com Sistemas Corporativos

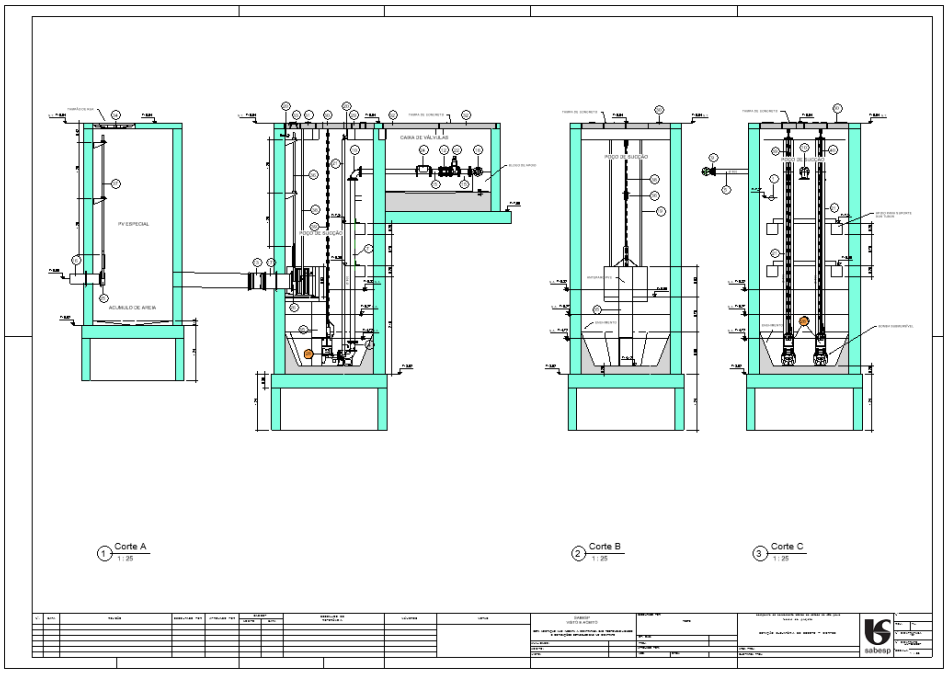
Uma das premissas do projeto foi permitir a integração dos modelos parametrizados com sistemas corporativos, além do SPO (Sistema de Preços e Orçamentos), o modelo possibilita interação com o sistema ERP (SAP) seguindo as premissas estabelecidas pelo Programa BIM Sabesp para imobilização de ativos. Essa integração permite uma gestão integrada dos processos, facilitando a comunicação e o compartilhamento de informações entre as diferentes áreas da organização ao do ciclo de vida do empreendimento.

Documentação

Além da representação tridimensional dos modelos, foi realizada uma documentação detalhada e atualizável de forma dinâmica para o projeto hidromecânico e estrutural. Essa documentação inclui desenhos técnicos e listas de materiais, garantindo uma atualização continua e precisa das informações.

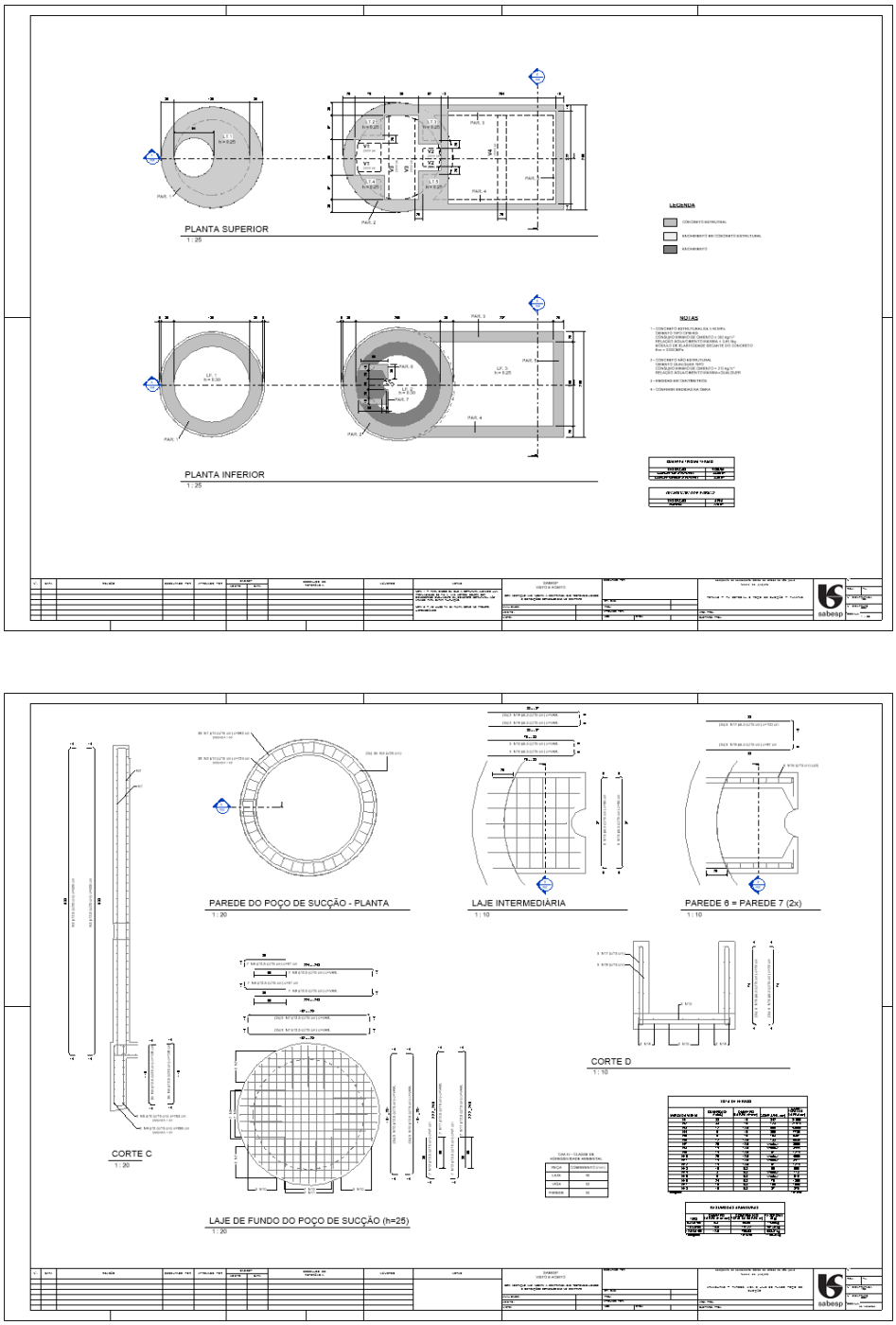
Figura 12 – Documentação do projeto hidromecânico





Fonte: autores, 2024.

Figura 13 – Documentação do projeto estrutural



Fonte: autores, 2024.

Validação e Testes

Antes da implantação dos modelos parametrizados, foram realizados testes e validações para garantir a sua eficácia e conformidade com os requisitos do projeto. Essa etapa envolveu a revisão por parte de especialistas técnicos da Sabesp e acompanhamento por parte do Programa BIM.

Implantação e Monitoramento

Após a conclusão do desenvolvimento e validação dos modelos parametrizados, foi dado prosseguimento para a aplicação em trabalhos reais. Os processos de modelagem e documentação foram implantados no ambiente de produção, com acompanhamento técnico e monitoramento dos resultados.

O processo de mudança cultural se deu com grande velocidade, se resumindo a dias e o correspondente a dois encontros de esclarecimentos. Posteriormente, após as primeiras interações, foi consolidado material orientativo sobre o uso dos modelos padronizados, já com as questões mais comuns observadas nos questionamentos. Também se iniciou um processo de multiplicação do conhecimento entre as equipes, por se tratar de processos com procedimentos claros que possibilitaram essa prática, e contando com a valorosa proatividade das equipes participantes.

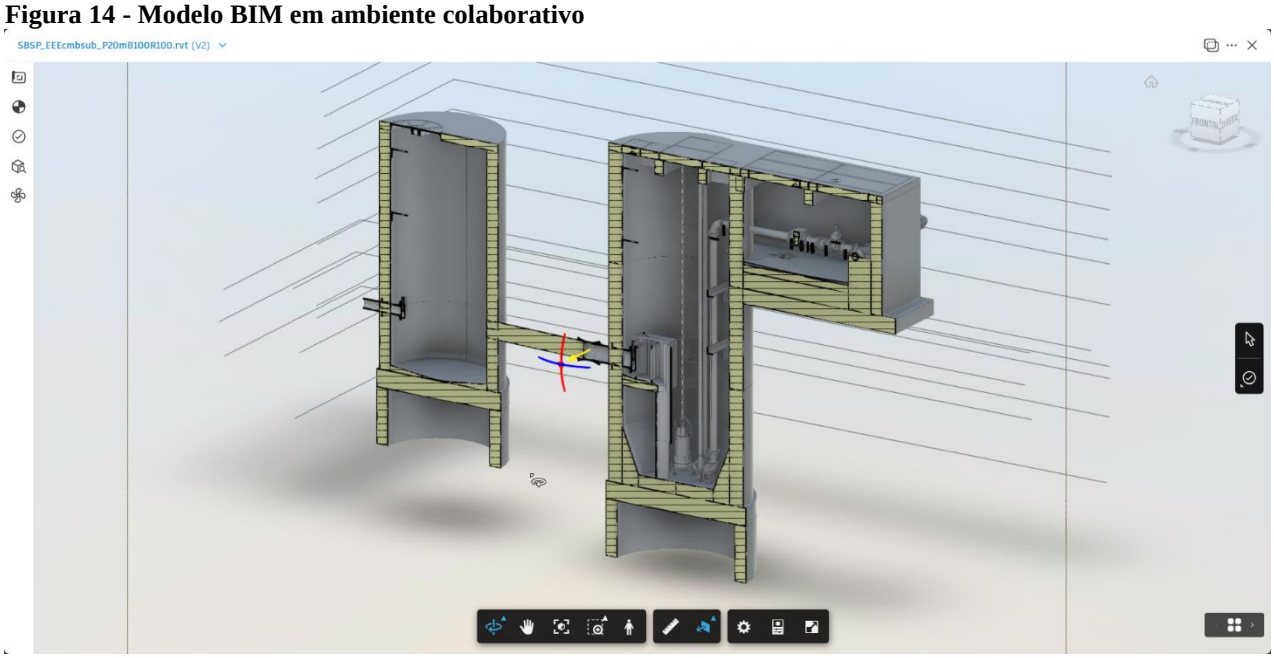
Os resultados foram também observados em prazo muito curto, levando a métricas de produção de projetos em tempos muito inferiores aos habituais, a ponto de ser factível a produção dos entregáveis gerados a partir dos modelos de grande número de elevatórias por dia, desde que os dimensionamentos hidráulicos já houvessem sido realizados. Entende-se que o processo completo naturalmente envolva a obtenção de informações de condicionantes da área de projeto, dimensionamento hidráulico, análise de materiais, seleção de equipamentos e a posterior agregação de mais documentos para a composição de um pacote licitatório, mas para as atividades de projeto da geometria e incorporação de informações em modelo BIM o ganho é da ordem de 80 a 90% de redução.

RESULTADOS OBTIDOS

Os resultados obtidos demonstraram uma significativa redução no tempo de elaboração de projetos, com métricas de produção em prazos muito inferiores aos habituais. A automação no levantamento de quantitativos permitiu uma análise mais precisa das necessidades de materiais e custos, melhorando significativamente a eficiência do processo como um todo. Além disso, a padronização dos projetos consolidou o padrão de EEE entre as unidades da Sabesp, promovendo uniformidade e facilitando a gestão integrada dos projetos em diferentes localidades.

A Figura 14 apresenta o compartilhamento em ambiente colaborativo da Sabesp, fator fundamental para a gestão integrada e comunicação mais eficientes de projeto e para os empreendimentos.

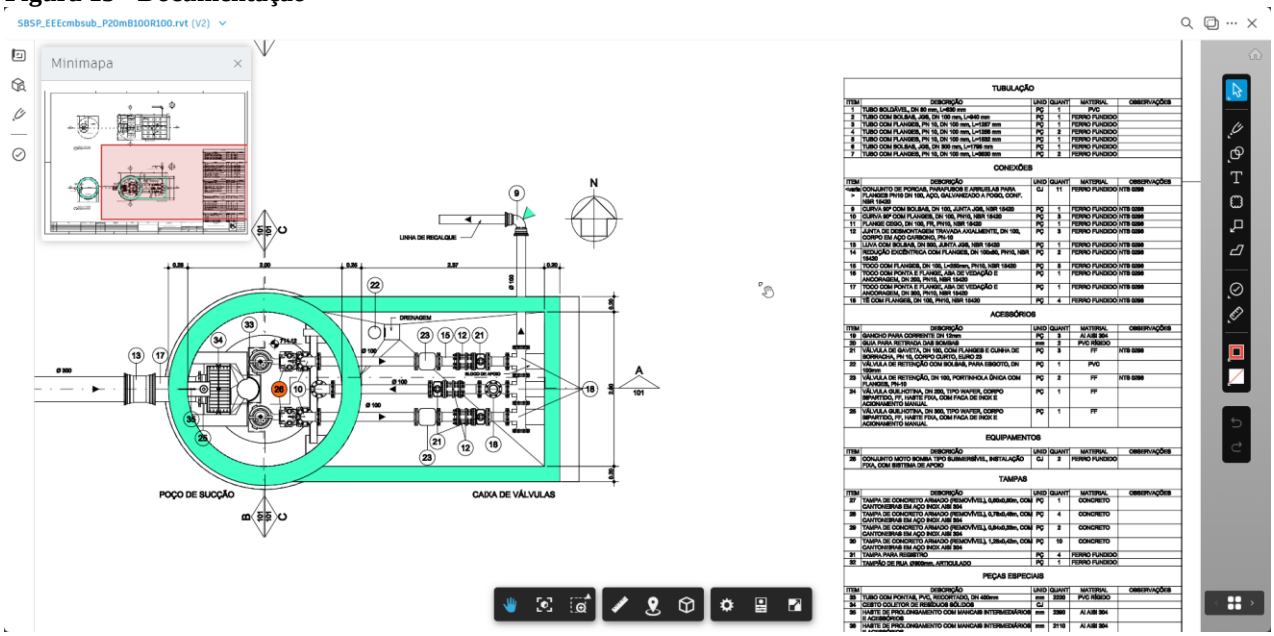
Figura 14 - Modelo BIM em ambiente colaborativo



Fonte: autores, 2024.

A Figura 15 mostra a documentação gerada, vista também por meio do ambiente colaborativo, com a possibilidade de realização de análises e comentários para revisão. Também se observa na figura a lista de materiais gerada diretamente a partir dos modelos desenvolvidos.

Figura 15 - Documentação



Fonte: autores, 2024.

A possibilidade de ter uma documentação com maior qualidade, com atualização dinâmica de acordo com alterações do projeto, e com saídas não gráficas também automática foi um dos aspectos que motivaram a busca pela solução.

O potencial de difusão é muito grande, podendo ser aplicado para toda a companhia, além do escopo do Integra Tietê, e também expandindo a abrangência em termos de tipologias de elevatórias, com mais variedade de opções de diâmetro de poços e configurações de sistemas. Da mesma forma pode ser aplicada parametrização semelhante para instalações de sistema de abastecimento de água.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A implementação de modelos parametrizados em BIM para EEEs demonstrou ser uma estratégia eficaz para aumentar a eficiência e simplificar o processo de elaboração de projetos. A padronização dos projetos e a integração com sistemas corporativos foram fundamentais para garantir a eficácia e o sucesso do projeto. Além disso, os resultados obtidos destacam o potencial de difusão da iniciativa para outras situações, localidades ou organizações, promovendo uma maior uniformidade e eficiência nos processos de projeto de EEEs.

Após as aplicações reais foram confirmadas as capacidades dos modelos parametrizados, baseados em padrões consolidados da Sabesp, e criados com ferramentas BIM especializadas, integrantes do rol de ferramentas referenciais da Sabesp, de gerar uma representação tridimensional detalhada, documentação e automação no levantamento de quantitativos. A padronização alcançada promoveu uniformidade dos projetos, enquanto a integração com sistemas corporativos facilitou a gestão integrada dos processos. Essa iniciativa não apenas melhorou a precisão e agilidade na elaboração de projetos, mas também proporcionou uma análise mais precisa das necessidades de materiais e custos, aprimorando significativamente a eficiência do processo como um todo.

CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

Diante dos resultados obtidos, conclui-se que a implementação de modelos parametrizados em BIM para EEEs representa uma importante inovação no setor de saneamento, promovendo uma maior eficiência e qualidade nos processos de projeto. Recomenda-se a continuidade e ampliação dessa iniciativa, bem como o compartilhamento dos aprendizados e melhores práticas com outras organizações do setor.

Por ter sido construído em bases já desenvolvidas pelo Programa BIM Sabesp, os componentes puderam receber facilmente os atributos necessários para os outros fluxos de trabalho de interesse para a companhia, além de gerar os entregáveis necessários como desenhos e listas de materiais.

A abordagem, apesar de desenvolvida a partir da biblioteca Sabesp, demonstra de forma inequívoca a eficácia do uso de metodologia BIM como um fator chave também para suportar a evolução do saneamento do país.

Assim, o desenvolvimento e a implementação de modelos parametrizados em Building Information Modeling (BIM) para Estações Elevatórias de Esgotos (EEEs) no âmbito do Programa Integra Tietê, alcançou os seus objetivos de aumentar a eficiência e simplificar o processo de licitação, alinhando-se com a metodologia BIM Sabesp e padronizando os processos para uma melhor interação com a valoração dos empreendimentos. Deverá motivar desenvolvimentos futuros com conceitos semelhantes e, para além disso, demonstra que à medida que a companhia amadurece no conhecimento da metodologia BIM, mais oportunidades serão identificadas pelas equipes que lidam com a origem das demandas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

2. 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.

3. 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.

4. MANZIONE, L., Proposição de uma estrutura conceitual de gestão do processo de projeto colaborativo com o uso do BIM. 2013. 325 p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

5. MITCHELL, J., *The BIM Manager's Handbook: Guidance for Professionals in Architecture, Engineering, and Construction*. John Wiley & Sons, 2015.

6. IntegraTietê - Sobre o Programa, SEMIL - Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística, 2023. Disponível em: https://semil.sp.gov.br/integratiete/programa/. Acesso em 29 de maio de 2024.

7. 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.