Modelo dinâmico para projetos básicos de estações elevatórias de esgoto

https://doi.org/10.21814/uminho.ed.142.9

Arthur Silva[1], **Leandro Dias**[1],
Sergio Nagima[1], **Sergio Pontes**[1]

[1] *TPF Engenharia, Recife, Brasil.*

Resumo

Neste estudo, apresentamos a aplicação do algoritmo Dynamo integrado ao software Revit para otimizar projetos básicos de estações elevatórias de esgoto em BIM. A TPF Engenharia enfrentou o desafio de criar 40 projetos básicos de estações elevatórias de esgoto (EEEs) em apenas 90 dias, visando obter estimativas de materiais e equipamentos para orçamentos e licitações. Nosso objetivo primordial era automatizar a elaboração dos projetos básicos através de linguagem de programação visual Dynamo integrado ao Revit. A metodologia incluiu a parametrização de elementos do projeto, como diâmetro e profundidade dos poços, nível do terreno e afastamento das estruturas. Com o Dynamo, conseguimos realizar a interpretação dos parâmetros do projeto e a criação dos projetos básicos das estações elevatórias de esgoto (EEEs), incluindo elementos gráficos, tabelas de quantidades e identificação de componentes de forma parcialmente automática. Nossa solução permitiu a extração de 40 projetos básicos de estações elevatórias de esgoto (EEEs) com poucos ajustes na planilha, seguindo a rotina de projeto habitual. A metodologia aplicada resultou em um notável aumento de produtividade e qualidade dos resultados, possibilitando atender as necessidades do cliente dentro do prazo e despertar interesse quanto ao fluxo de trabalho executado. O fluxo de trabalho otimizou o processo de criação de projetos básicos de estações elevatórias de esgoto em BIM, proporcionando à TPF Engenharia uma vantagem competitiva no mercado.

1. Introdução

A utilização do *Building Information Modeling* (BIM) tem se tornado cada vez mais presente na indústria da construção civil, proporcionando uma abordagem integrada e colaborativa para o desenvolvimento de projetos. Neste contexto, as estações elevatórias de esgoto (EEEs) representam um desafio significativo devido à sua complexidade e importância para o sistema de saneamento básico. O presente estudo tem como objetivo apresentar o desenvolvimento de um modelo dinâmico parametrizado para otimização de projetos básicos de estações elevatórias de esgoto (EEEs) utilizando o algoritmo Dynamo integrado ao software Revit. A aplicação dessa abordagem permite automatizar a interpretação dos parâmetros do projeto, a criação dos projetos básicos e a geração de elementos gráficos e tabelas de quantidades de forma mais eficiente e precisa.

A metodologia BIM tem sido amplamente adotada na indústria da construção para melhorar a eficiência e a qualidade dos projetos. No contexto das estações elevatórias de esgoto (EEEs), o uso do BIM oferece diversas vantagens, tais como a visualização tridimensional do projeto, a detecção de conflitos entre os diferentes sistemas e a análise de desempenho. Além disso, o BIM permite a integração de informações de diferentes disciplinas, como arquitetura, estrutura e instalações hidromecânicas, facilitando a coordenação e a comunicação entre os profissionais envolvidos no projeto. Isso resulta em uma redução de erros e retrabalhos, além de um aumento na eficiência e na produtividade durante todas as fases do empreendimento. No entanto, é importante ressaltar que o uso do BIM em projetos de estações elevatórias de esgoto (EEEs) ainda é um campo em desenvolvimento, com desafios específicos a serem superados. A complexidade dos sistemas de esgoto, a necessidade de integração com outros sistemas de saneamento e a falta de padronização são alguns dos desafios enfrentados pelos profissionais que buscam implementar o BIM nesse contexto. Diante desse cenário, o desenvolvimento de um modelo dinâmico parametrizado para projetos básicos de estações elevatórias de esgoto (EEEs), utilizando o algoritmo Dynamo integrado ao software Revit, surge como uma alternativa. Esse modelo permite a automatização de tarefas repetitivas e a geração de projetos mais precisos e eficientes, contribuindo para a melhoria do processo de projeto e para a otimização dos recursos disponíveis. No próximo tópico, será apresentada uma revisão da literatura sobre o uso de BIM em projetos de estações elevatórias, destacando os principais estudos e avanços nessa área.

2. Revisão da Literatura

O uso do BIM em projetos de estações elevatórias de esgoto tem sido objeto de estudo e aplicação em diversos trabalhos científicos. A literatura existente destaca os benefícios e as vantagens dessa abordagem, bem como os desafios e as limitações a serem superados. Um estudo realizado por Silva [1] explorou a aplicação do BIM no projeto de uma estação elevatória de esgoto, utilizando o software Revit. Os autores destacaram que o uso do BIM permitiu uma melhor visualização e compreensão

do projeto, além de facilitar a deteção de interferências e a coordenação entre as disciplinas envolvidas. Outro estudo relevante foi conduzido por Santos [2], que investigaram a aplicação do BIM na modelagem e simulação hidráulica de estações elevatórias de esgoto. Os resultados mostraram que o uso do BIM possibilitou uma análise mais precisa do comportamento hidráulico das estruturas, contribuindo para a otimização do dimensionamento e a identificação de possíveis problemas antes da construção.

Além disso, um estudo de caso realizado por Oliveira [3] abordou a aplicação do BIM na gestão de projetos de estações elevatórias de esgoto. Os autores destacaram que o uso do BIM permitiu uma melhor coordenação entre as equipes de projeto, reduzindo erros e retrabalhos, além de facilitar a comunicação com os stakeholders envolvidos no projeto. Esses estudos evidenciam que o uso do BIM em projetos de estações elevatórias de esgoto traz benefícios significativos, como a melhoria da eficiência, a redução de erros e retrabalhos, a otimização do dimensionamento hidráulico e a facilitação da comunicação entre as equipes de projeto. No entanto, também são apontadas algumas limitações, como a necessidade de capacitação dos profissionais envolvidos e a falta de padronização nas diretrizes e normas para a modelagem de estações elevatórias de esgoto (EEEs) em BIM.

Diante desse panorama, o presente estudo busca contribuir para a ampliação do conhecimento sobre o uso do BIM em projetos de estações elevatórias de esgoto (EEEs), por meio do desenvolvimento de um modelo dinâmico. Acreditamos que essa abordagem pode trazer benefícios para o setor de saneamento básico, proporcionando maior eficiência e qualidade nos projetos de estações elevatórias de esgoto (EEEs).

3. Metodologia

A metodologia adotada para desenvolver o modelo dinâmico destinado aos projetos básicos de estações elevatórias de esgoto (EEEs) foi estruturada e baseada em etapas bem definidas.

A parametrização é um processo fundamental dentro desta mestodologia, visando otimizar a produtividade e garantir a eficiência na elaboração de projetos complexos. Essa abordagem segue um conjunto de passos essenciais para automatizar tarefas repetitivas e maximizar o tempo de produção. A sequencia foi seguida de forma objetiva O primeiro passo consiste na identificação cuidadosa dos elementos-chave do projeto, como estruturas, equipamentos e parâmetros essenciais para o seu funcionamento. A partir dessa identificação, é realizada a parametrização desses elementos, onde variáveis como dimensões, capacidades e características específicas são definidas de forma dinâmica e adaptável. Em seguida, é desenvolvido um script em linguagem de programação visual, integrado ao modelo de projeto, que permite a interação direta com os parâmetros inseridos nos elementos parametrizados. Esse script atua como uma ponte entre o modelo e o usuário, possibilitando ajustes e atualizações automáticas com base nas necessidades do projeto. A utilização deste metódo proporciona um ganho significativo no tempo de produção, garantindo

maior eficiência e precisão na elaboração de projetos de infraestrutura. Ao unir a identificação dos elementos-chave, a parametrização detalhada e a criação de um script integrado ao modelo, se obtém uma solução abstrata para a automação de projetos, adaptável a diferentes contextos e necessidades específicas da engenharia de infraestrutura.

Com base nesta metodologia se fez necessário parametrizar elementos-chave do projeto que incluem as estruturas do poço do triturador, a caixa de areia, a caixa de gradeamento, o poço de sucção e a caixa do medidor de vazão (Conforme o exemplo da Figura 3). A parametrização desses elementos é crucial e pode trazer diversos benefícios, como a redução da dependência de intervenções manuais no projeto, e o aumento da precisão nas operações e a melhoria na eficiência global do projeto.

Inicialmente, foram discutidos quais as vazões máximas e mínimas que as elevatórias atenderiam, tipologias e formatos, no qual se chegou no modelo de aplicação do tipo: (1) poço úmido, (2) com regime de funcionamento 1+1, (3) conjuntos motobomba submersíveis e (4) com 2 poços de sucção. A faixa máxima de vazão de uma unidade parametrizada a partir deste modelo é de 100,0 l/s e a profundidade máxima do poço do triturador é de 6,00 metros.

Tabela 1: Tipologia e dimensionais das EEEs.

Tipo	Faixa de Vazão (l/s)	Triturador Ø(m)	Caixa de Areia Ø(m)	Gradeamento Ø(m)	Sucção Ø(m)	Chegada na EEE Ø(mm)	Barrilete Ø(mm)	Recalque Ø(mm)
01	0 - 5,0	2,50	1,50	1,20	2,00	200	100	100
02	5,1 - 15,0	2,70	1,70	1,40	2,20	200	100	100
03	15,1 - 25,0	3,50	2,50	2,20	3,00	300	150	150
04	25,1 - 35,0	4,10	3,10	2,80	3,60	300	150	200
05	35,1 - 50,0	4,50	3,50	3,20	4,00	300	200	250
06	50,1 - 65,0	4,50	3,50	3,20	4,00	400	200	250
07	65,1 - 100	5,00	4,00	3,70	4,50	400	250	300

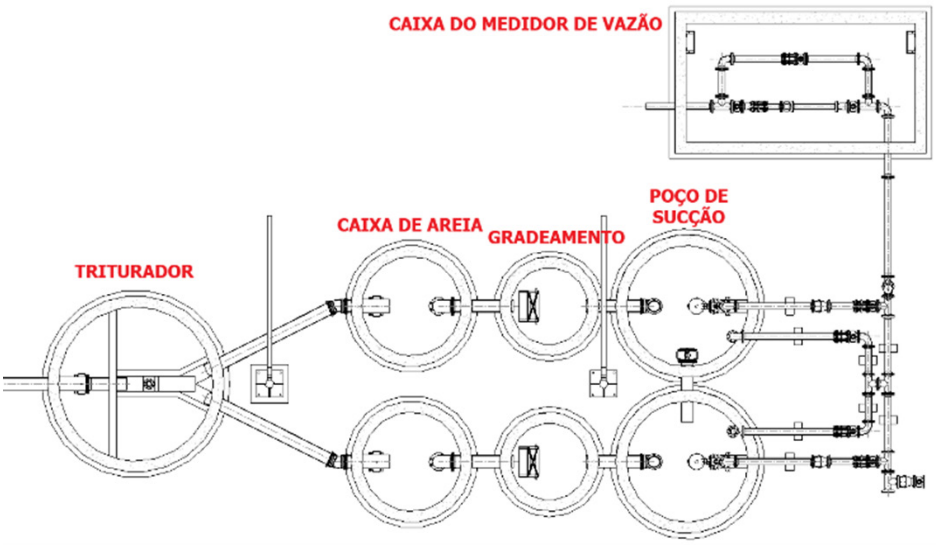


Figura 1
Esquema de disposição das estruturas da EEE em planta.

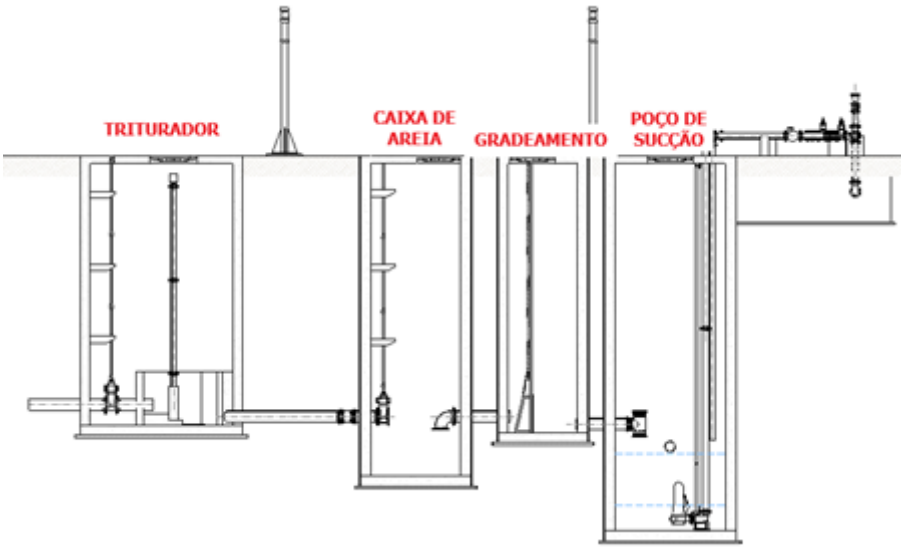


Figura 2
Esquema de disposição das estruturas da EEE em corte.

O processo de parametrização ocorre no software BIM escolhido (Revit/Dynamo), onde variáveis como dimensões e capacidades são definidas. Essa etapa é fundamental para permitir que os elementos do modelo se ajustem dinamicamente, respondendo às especificidades do projeto de forma automática.

Foram modelados 7 tipos básicos dessas estações elevatórias de esgoto (EEEs) no mesmo arquivo, identificando os parâmetros relevantes de acordo com normas técnicas e diretrizes específicas aplicáveis a estas estações, como diâmetro e profundidade dos poços, cota do nível d'água e vazão de esgoto. Esses parâmetros direcionaram o desenvolvimento das famílias parametrizadas e os parâmetros globais no revit, conforme a figura 3, em seguida foi desenvolvido o script no Dynamo.

O script foi programado para gerar automaticamente os projetos básicos de estações elevatórias de esgoto (EEEs) no Revit, baseado em 3 informações que ele busca em uma planilha de Excel, que são: vazão de projeto, cota do terreno nivelado e cota de geratriz inferior do tubo de entrada, com base na vazão do projeto ele verifica qual o tipo da elevatória e altera os parâmetros criando estruturas como poços, tubulações, bombas e válvulas de acordo com os parâmetros definidos.

A validação do modelo dinâmico foi realizada por meio de comparações com projetos manuais, incluindo análises de precisão, eficiência, dimensionamento hidráulico, quantitativos de materiais e tempo de execução. Esse processo iterativo permitiu ajustes para garantir a funcionalidade e confiabilidade do modelo. Os testes e ajustes foram conduzidos com base em feedbacks de especialistas da área de engenharia sanitária, resultando em iterações e melhorias no script Dynamo. Por fim, o modelo dinâmico foi documentado em um manual de operações, detalhando o uso do script Dynamo para a geração de projetos básicos de estações elevatórias de esgoto (EEEs), incluindo informações sobre requisitos de software, configurações e procedimentos de instalação.

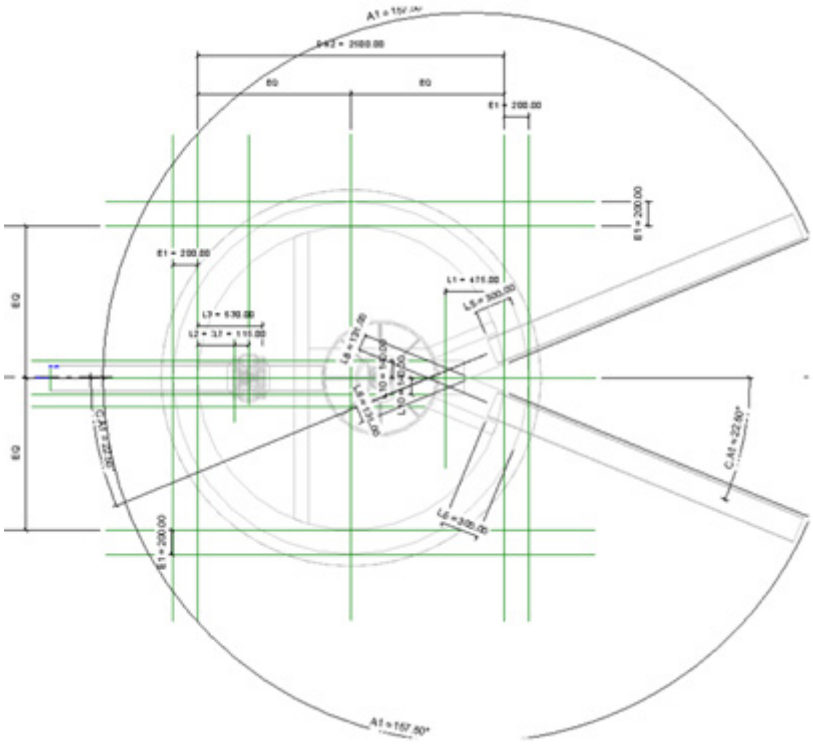


Figura 3
Esquema de disposição das estruturas da EEE em corte.

3. Execução da rotina

Antes da implementação da rotina automatizada, nossas equipes operavam em paralelo: uma dedicada à elaboração manual dos projetos e outra focada no desenvolvimento de soluções em dynamo. A equipe encarregada da abordagem manual necessitava aproximadamente de dois dias para concluir um projeto, partindo de um modelo pré-estabelecido. Esse processo era frequentemente interrompido por solicitações de ajustes na localização desses mesmos projetos, o que implicava em modificações nas informações fundamentais, como cotas de terreno e cotas de chegada de tubulação. Essas alterações demandavam uma revisão e reexecução do trabalho, resultando em retrabalho significativo e afetando adversamente a qualidade das entregas. Devido à natureza manual do processo, estava suscetível a erros nas modificações, além de comprometer a eficiência e a qualidade do trabalho diante da necessidade de cumprir prazos mais apertados após os ajustes. Após a implementação e subsequente conclusão da rotina no Dynamo, a equipe encarregada de testar a nova ferramenta registrou avanços notáveis em termos de eficiência temporal e aprimoramento na qualidade das entregas. Antes da adoção desta solução inovadora, o processo de desenvolvimento de projetos era caracterizado por uma demanda de tempo substancialmente maior, acompanhada por uma susceptibilidade a erros decorrente da intervenção humana. Com a integração da rotina automatizada no Dynamo, observou-se uma redução drástica no tempo necessário para o desenvolvimento de projetos completos, alcançando um impressionante marco de até 5 minutos ou menos para a conclusão de um projeto, dependendo exclusivamente da capacidade de processamento do hardware em uso. Esta melhoria significativa na eficiência operacional deve-se à simplificação do processo, onde a equipe agora é requerida a

fornecer apenas três informações fundamentais: a vazão do projeto, a cota do terreno e a cota da geratriz inferior do tubo, conforme detalhado na Tabela 2. A automatização proporcionada pela rotina do Dynamo eliminou a necessidade de entradas manuais repetitivas e propensas a erro, substituindo-as por um sistema robusto que assegura a atualização automática de todos os dados relevantes e textos dos projetos. Além do impacto positivo sobre o tempo de desenvolvimento, a qualidade das entregas foi extraordinariamente beneficiada. A precisão alcançada com a automação resultou em uma eliminação completa de erros nas entregas finais. O sistema desenvolvido atualiza todos os dados e textos relacionados ao projeto automaticamente, sem a necessidade de intervenção direta do operador, garantindo uma precisão inigualável e eliminando o risco de inconsistências nos projetos finais.

Essa transformação não somente realçou a eficiência e a eficácia da equipe mas também representou um avanço significativo em termos de otimização de recursos e melhoria contínua de processos. Ao minimizar a margem de erro e reduzir o tempo de desenvolvimento, a implementação da rotina no Dynamo pavimentou o caminho para uma abordagem mais sustentável e produtiva no desenvolvimento de projetos, estabelecendo um novo padrão de excelência dentro da organização.

Tabela 2: Planilha de Dados de Entrada.

Vazão de Projeto	5,00	L/s
Cota do Terreno Nivelado	30,00	m
Cota de Geratriz Inferior do Tubo de Entrada	23,00	m

4. Resultados

A implementação de um modelo dinâmico para a elaboração de projetos básicos de estações elevatórias de esgoto (EEEs) marcou um ponto de virada significativo, trazendo melhorias consideráveis em eficiência operacional e qualidade dos projetos entregues. Os principais resultados alcançados com essa inovação podem ser resumidos nos seguintes pontos:

Agilidade na elaboração dos projetos: A implementação do modelo dinâmico facilitou uma redução significativa no período requerido para a elaboração dos projetos básicos das estações elevatórias de esgoto (EEEs). A automatização de operações recorrentes, juntamente com a parametrização dos elementos constituintes do projeto, acelerou de forma efetiva o processo de concepção das infraestruturas essenciais à estação elevatória, abrangendo poços, tubulações, bombas e válvulas.

Precisão no dimensionamento hidráulico: A adoção do modelo dinâmico propiciou um aprimoramento na precisão do dimensionamento hidráulico, levando em consideração variáveis específicas estabelecidas, como a vazão de esgoto, a cota do nível d'água e o diâmetro dos poços. Essa abordagem permitiu uma customização mais acurada das estruturas da estação elevatória, assegurando que fossem adequadamente ajustadas às exigências particulares de cada projeto.

Consistência nos quantitativos de materiais: A parametrização dos componentes do projeto, empregada no modelo dinâmico, assegurou uma consistência nos quantitativos de materiais utilizados. Tal medida contribuiu para a mitigação de equívocos e discrepâncias nos cálculos de materiais, simplificando significativamente o processo de planejamento e controle dos recursos imprescindíveis à edificação das estações elevatórias de esgoto.

Flexibilidade na personalização dos projetos: O emprego do modelo dinâmico possibilitou a adaptação dos projetos básicos de estações elevatórias de esgoto (EEEs) às particularidades de cada projeto. A configuração dos parâmetros no início do processo pôde ser modificada conforme as exigências específicas do cliente, assegurando uma flexibilidade destacada e habilitando a customização efetiva dos projetos.

Melhoria na comunicação e colaboração: A integração do modelo dinâmico no contexto do BIM promoveu significativamente a comunicação e a colaboração entre os diversos especialistas participantes do projeto. A capacidade de visualizar em três dimensões as infraestruturas da estação elevatória, juntamente com o compartilhamento de dados em tempo real, facilitou uma compreensão aprimorada e uma maior sinergia entre as equipes de projeto, otimizando o processo de desenvolvimento e implementação.

Os resultados alcançados através da utilização do modelo dinâmico para o desenvolvimento de projetos básicos de estações elevatórias de esgoto ressaltam o valor agregado do Building Information Modeling (BIM) e do algoritmo Dynamo na otimização do processo de elaboração dessas estruturas. Tal abordagem demonstra potencial para promover melhorias em eficiência, qualidade e sustentabilidade dentro do setor de saneamento básico, conforme evidenciado nas Figuras 4 e 5.

5. Discussão

A análise dos resultados obtidos com a aplicação do modelo dinâmico para projetos básicos de estações elevatórias de esgoto permite uma discussão sobre os benefícios e limitações dessa abordagem, bem como a comparação com outros métodos tradicionais de elaboração de projetos. Em relação aos benefícios, destaca-se a agilidade na elaboração dos projetos, proporcionada pela automação das tarefas repetitivas e pela parametrização dos elementos do projeto. Isso resulta em uma redução significativa do tempo necessário para a criação das estruturas da estação elevatória. Além disso, a precisão no dimensionamento hidráulico, garantida pelo modelo dinâmico, contribui para a adequação das estruturas às necessidades específicas de cada projeto. A consistência nos quantitativos de materiais é outro benefício importante, pois evita erros e inconsistências nos cálculos, facilitando o planejamento e o controle dos recursos necessários para a construção das estações elevatórias de esgoto. A flexibilidade na personalização dos projetos também é um ponto positivo, permitindo ajustes e adaptações conforme as demandas do cliente.

No entanto, é importante ressaltar algumas limitações dessa abordagem. A dependência do software Revit e do algoritmo Dynamo pode ser uma restrição para alguns profissionais ou empresas que não possuem acesso ou conhecimento dessas ferramentas. Além disso, a parametrização dos elementos do projeto requer um conhecimento técnico específico, o que pode representar um desafio para profissionais menos familiarizados com o BIM. Ao comparar o modelo dinâmico com outros métodos tradicionais de elaboração de projetos básicos de estações elevatórias de esgoto, fica evidente a vantagem em termos de eficiência e qualidade. A automação e a parametrização proporcionam uma maior precisão nos resultados, evitando erros e retrabalhos. Além disso, a visualização tridimensional das estruturas em ambiente BIM facilita a comunicação e a colaboração entre as equipes de projeto.

Em suma, a aplicação do modelo dinâmico para projetos básicos de estações elevatórias de esgoto em BIM apresenta benefícios significativos em termos de agilidade, precisão, consistência, flexibilidade e comunicação. No entanto, é necessário considerar as limitações e desafios associados a essa abordagem. Pesquisas futuras podem explorar ainda mais o potencial do BIM e do algoritmo Dynamo na otimização do processo de criação dessas estruturas, buscando soluções para superar as limitações identificadas.

6. Conclusão

Os resultados e discussões evidenciam que o modelo dinâmico paramétrico para projetos básicos de estações elevatórias de esgoto (EEEs), integrado ao BIM por meio do Revit e utilizando o script em Dynamo, representa uma abordagem promissora para otimizar o processo de criação dessas estruturas. A aplicação desse modelo proporciona agilidade na elaboração dos projetos, reduzindo o tempo necessário para sua criação. Ademais, a precisão no dimensionamento hidráulico e a consistência nos quantitativos de materiais asseguram a adaptação das estruturas às necessidades específicas de cada projeto. A flexibilidade na personalização dos projetos também é um aspecto favorável, permitindo ajustes e adaptações conforme as demandas do cliente. A visualização tridimensional das estruturas em ambiente BIM facilita a comunicação e a colaboração entre as equipes de projeto, contribuindo para uma melhor integração e compreensão do projeto como um todo. Entretanto, é necessário considerar as limitações e desafios associados a essa abordagem, como a dependência de ferramentas específicas e o conhecimento técnico necessário para a parametrização dos elementos do projeto.

Diante disso, sugere-se que pesquisas futuras explorem ainda mais o potencial do BIM e do algoritmo Dynamo na otimização do processo de criação de projetos básicos de estações elevatórias de esgoto. Tais estudos podem buscar soluções para superar as limitações identificadas e aprimorar ainda mais a eficiência e qualidade dos projetos nessa área.

Em resumo, o modelo dinâmico para projetos básicos de estações elevatórias de esgoto, integrado ao BIM e utilizando o algoritmo Dynamo, apresenta benefícios

significativos para o setor de saneamento básico. Sua aplicação pode contribuir para aprimorar a eficiência, qualidade e sustentabilidade das estruturas de saneamento, promovendo avanços nessa área crucial para a sociedade.

Figura 4
Imagens geradas a partir dos dados automáticos.

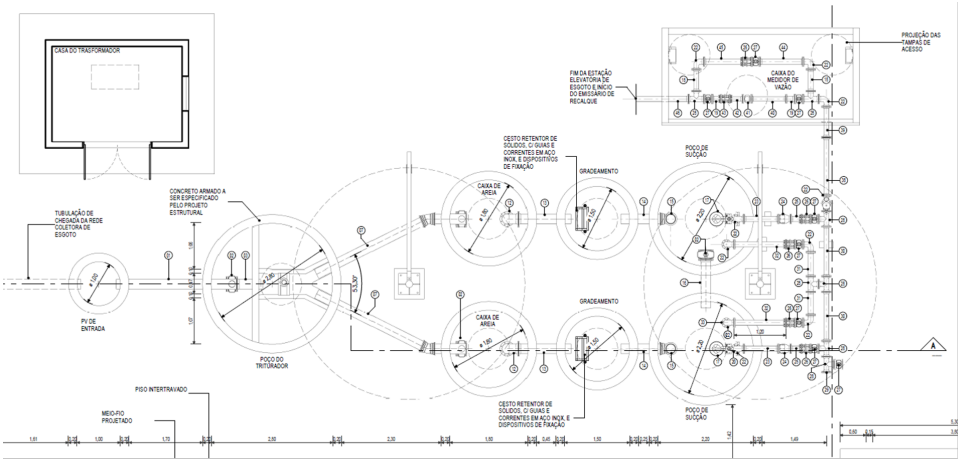


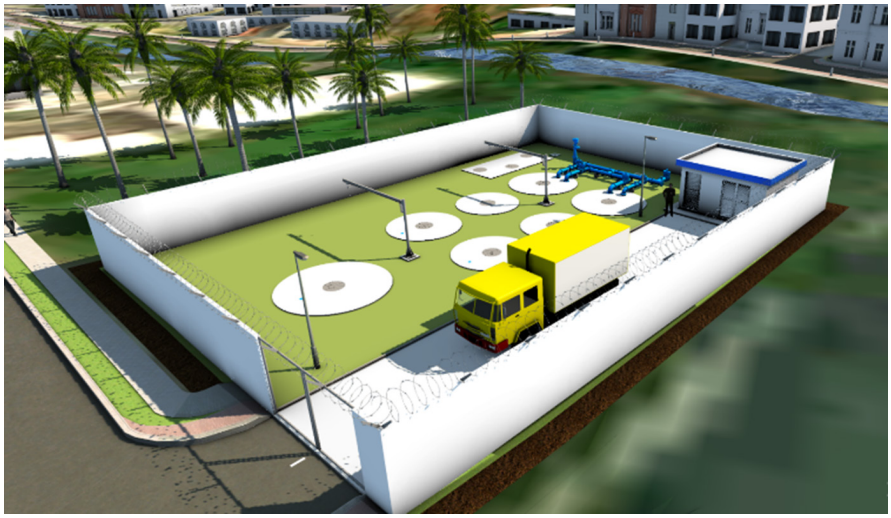
TABELA HIDRÁULICA DE PEÇAS

ITEM	DESCRIÇÃO	DN (mm)	COMPRIMENTO (mm)	PN	QTD.	MATERIAL
01	TUBO COM FLANGE E PONTA	200	2550	10	1	FoFo
02	VÁLVULA DE GAVETA COM CUNHA DE BORRACHA COM FLANGES, CORPO CURTO E CABEÇOTE	200	-	10	4	FoFo
03	TUBO COM FLANGE E PONTA	200	600	10	3	FoFo
04	TRITURADOR DE SÓLIDOS	-	-	-	1	-
05	TUBO COM FLANGES	80	4000	-	1	-
06	MOTOR AUXILIAR PARA TRITURADOR	-	-	-	1	-
07	TUBO COM FLANGE E PONTA	200	2600	10	2	FoFo
08	CURVA DE 22°30' INTEGRAL COM BOLSA3 COM JUNTA JGS	200	-	10	2	FoFo
09	HASTE DE PROLONGAMENTO COM QUADRADO, LUVA DE LIGAÇÃO ROSCADA	1 1/8"	2520	-	6	FoFo
10	MANCAL INTERMEDIÁRIO PARA HASTE DE PROLONGAMENTO E SUPORTE DE FIXAÇÃO	1 1/8"	-	-	6	FoFo
11	TAMPA PARA ACIONAMENTO DE REGISTRO TD-S	-	-	-	3	FoFo
12	VÁLVULA DE GAVETA COM CUNHA DE BORRACHA COM FLANGES, CORPO CURTO E CABEÇOTE	200	-	10	2	FoFo
13	TUBO COM FLANGE E PONTA	200	1200	10	3	FoFo
14	TUBO COM FLANGE E PONTA	200	100	10	2	FoFo
15	TAMPA PARA ACIONAMENTO DE REGISTRO TD-S	200	-	10	2	FoFo
16	TUBO COM FLANGE E PONTA	200	1100	10	1	FoFo
17	CONJUNTO MOTOBOMBA Q=7,1 l/s , HM= 41,0 mca	-	-	-	2	-
18	PEDESTAL COM HASTE GUIA	80	-	10	3	FoFo
19	REDUÇÃO CONCÊNTRICA COM FLANGES	100x80	200	10	4	FoFo
20	TUBO COM FLANGES	100	5900	10	2	FoFo
21	TUBO COM FLANGES	100	1550	10	2	FoFo
22	CURVA DE 90° COM FLANGES	100	-	10	10	FoFo
23	TUBO COM FLANGES	100	600	10	2	FoFo
24	VÁLVULA DE RETENÇÃO TIPO PORTINHOLA UNICA COM FLANGES	100	-	10	2	FoFo
25	TOCO COM FLANGES	100	250	10	2	FoFo
26	JUNTA DE DESMONTAGEM TRAVADA AXIALMENTE COM FLANGES	100	-	10	5	FoFo
27	VÁLVULA DE GAVETA COM CUNHA DE BORRACHA COM FLANGES, CORPO CURTO E CABEÇOTE	100	-	10	8	FoFo
28	TE COM FLANGES	100x100	-	10	8	FoFo
29	FLANGE CEGO	100	-	10	1	FoFo
30	TUBO COM FLANGES	100	1140	10	2	FoFo
31	TUBO COM FLANGES	100	540	10	2	FoFo
32	TUBO COM FLANGES	100	1200	10	2	FoFo
33	TUBO COM FLANGE E PONTA	100	5600	10	2	FoFo
34	VENTOSA TRIPLICE FUNÇÃO COM FLANGES	80	-	10	1	FoFo
35	VÁLVULA DE GAVETA COM CUNHA DE BORRACHA COM FLANGES, CORPO CURTO E CABEÇOTE	80	-	10	1	FoFo
36	REDUÇÃO CONCÊNTRICA COM FLANGES	100x80	-	10	1	FoFo
37	TUBO COM FLANGES	100	600	10	1	FoFo
38	TUBO COM FLANGES	100	1340	10	1	FoFo
39	TOCO COM FLANGES E ABA DE VEDAÇÃO	100	700	10	1	FoFo
40	TUBO COM FLANGES	80	800	10	1	FoFo
41	MEDIDOR DE VAZÃO ELETROMAGNÉTICO COM FLANGES	80	-	10	1	FoFo
42	TUBO COM FLANGES	80	300	10	1	FoFo
43	JUNTA DE DESMONTAGEM TRAVADA AXIALMENTE COM FLANGES	80	-	10	1	FoFo
44	TUBO COM FLANGES	100	1000	10	1	FoFo
45	TUBO COM FLANGES	100	900	10	1	FoFo
46	TUBO COM FLANGES	100	1200	10	1	FoFo
47	HASTE DE PROLONGAMENTO COM QUADRADO, LUVA DE LIGAÇÃO ROSCADA	1 1/8"	720	-	1	FoFo
48	HASTE DE PROLONGAMENTO COM QUADRADO, LUVA DE LIGAÇÃO ROSCADA	1 1/8"	960	-	2	FoFo

QUANTITATIVO MATERIAIS

DESCRIÇÃO DO MATERIAL	QUANTIDADE ÁREA	QUANTIDADE VOLUME
PISO EM CONCRETO COM PREPARO MECÂNICO, ESPESSURA A SER DEFINIDA PELO PROJETO ESTRUTURAL	43,17 m²	6,47 m³
GRAMA TIPO ESMERALDA	240,09 m²	12,00 m³
PINTURA DE ACABAMENTO COM APLICAÇÃO DE 02 DEMÃOS DE TINTA PVC LATEX PARA EXTERIORES NA COR AZUL	12,23 m²	0,00 m³
PISO INTERTRAVADO	97,00 m²	9,70 m³
ALVENARIA EM TIJOLO CERAMICO 9x19x19cm 1/2 VEZ, ASSENTADO COM ARGAMASSA TRACO 1:2:8 (CIMENTO, CAL E AREIA)	321,83 m²	32,18 m³
Aço inoxidavel 19/8	0,51 m²	0,00 m³
CONCRETO ARMADO, VER ESPECIFICAÇÕES NO PROJETO ESTRUTURAL	514,86 m²	89,08 m³
PINTURA DE ACABAMENTO COM APLICAÇÃO DE 02 DEMÃOS DE TINTA PVC LATEX PARA EXTERIORES NA COR BRANCO GELO	320,13 m²	8,02 m³
PINTURA DE ACABAMENTO COM APLICAÇÃO DE 02 DEMÃOS DE TINTA PVC PVA PARA INTERIORES NA COR BRANCO GELO	322,25 m²	8,07 m³
	1872,06 m²	165,53 m³

Figura 5
Vista 3D.



Referências

[1] A. Silva, B. Santos, and C. Oliveira, "Aplicação do BIM no projeto de uma estação elevatória de esgoto," *Revista de Engenharia Civil*, vol. 10, no. 2, pp. 45-58, 2018.

[2] D. Santos, E. Oliveira, and F. Silva, "Aplicação do BIM na modelagem e simulação hidráulica de estações elevatórias de esgoto," *Revista Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental*, vol. 12, no. 3, pp. 78-92, 2019.

[3] G. Oliveira, H. Silva, and I. Santos, "Aplicação do BIM na gestão de projetos de estações elevatórias de esgoto: estudo de caso," *Revista de Engenharia e Tecnologia*, vol. 15, no. 1, pp. 112-126, 2020.