



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CÂMPUS APARECIDA DE GOIÂNIA
DEPARTAMENTO DE ÁREAS ACADÊMICAS
BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

**ESTUDO DE CASO DA MODELAGEM DE UMA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE
ESGOTO DE PEQUENO PORTE NO MUNICÍPIO DE SANTO ANDRÉ - SP**

BRENO SOUZA DE ALMEIDA

APARECIDA DE GOIÂNIA - GO
2026



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
SISTEMA INTEGRADO DE BIBLIOTECAS

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☐ Artigo Científico |
| ☐ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia – Especialização | ☐ Livro |
| ☒ TCC - Graduação | ☐ Trabalho Apresentado em Evento |
| ☐ Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Breno Souza de Almeida

Matrícula: 20191090040073

Título do Trabalho: Estudo de caso da modelagem de uma Estação Elevatória de Esgoto de pequeno porte no município de Santo André – SP.

Autorização - Marque uma das opções

1. ☒ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
2. ☐ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data ____/____/____ (Embargo);
3. ☐ Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2 ou 3**, marque a justificativa:

- ☐ O documento está sujeito a registro de patente.
☐ O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.
☐ Outra justificativa: _____

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- i. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- ii. obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- iii. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.



Documento assinado digitalmente
BRENO SOUZA DE ALMEIDA
Data: 06/03/2026 12:42:41-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Aparecida de Goiânia, 06 / 03 / 2026.
Local Data

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CÂMPUS APARECIDA DE GOIÂNIA
DEPARTAMENTO DE ÁREAS ACADÊMICAS
BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

BRENO SOUZA DE ALMEIDA

**ESTUDO DE CASO DA MODELAGEM DE UMA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE
ESGOTO DE PEQUENO PORTE NO MUNICÍPIO DE SANTO ANDRÉ - SP**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Aparecida de Goiânia como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil, desenvolvido na linha de pesquisa de Águas e Meio Ambiente sob orientação da professora Ma. Jéssica Azevedo Coelho.

APARECIDA DE GOIÂNIA - GO

2026

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

A447 Almeida, Breno Souza de
Estudo de caso da modelagem de uma estação elevatória de esgoto de pequeno porte no município de Santo André – SP / Breno Souza de Almeida. - Aparecida de Goiânia, 2026.
67 f.; il.

Orientadora: Ma. Jéssica Azevedo Coelho.
Trabalho de conclusão de curso (graduação) – Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Goiás: Campus Aparecida de Goiânia, Bacharelado em Engenharia Civil, 2026.

1. Saneamento. 2. *BIM*. 3. Estação elevatória de esgoto. 4. ETE. 5. Esgoto sanitário. 6. Modelagem. I. Título.

CDD 628.13

Catalogação na publicação:
Thalita Franco dos Santos Dutra – CRB 1/2186

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Na presente data realizou-se a sessão pública de defesa do Trabalho de Conclusão de Curso intitulado **ESTUDO DE CASO DA MODELAGEM DE UMA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO DE PEQUENO PORTE NO MUNICÍPIO DE SANTO ANDRÉ - SP**, sob orientação de Jessica Azevedo Coelho, apresentado pelo aluno **Breno Souza de Almeida (20191090040073)** do Curso **Bacharelado em Engenharia Civil (Câmpus Aparecida de Goiânia)**. Os trabalhos foram iniciados às **18:00** do dia **05/02/2026** pela Professora presidente da banca examinadora, constituída pelos seguintes membros:

- **Jessica Azevedo Coelho** (Presidente)
- **Lorrayne Correia Sousa** (Examinadora Interna)
- **Rayznier Luiz Domingos** (Examinador Externo)

A banca examinadora, tendo terminado a apresentação do conteúdo do Trabalho de Conclusão de Curso, passou à arguição do candidato. Em seguida, os examinadores reuniram-se para avaliação e deram o parecer final sobre o trabalho apresentado pelo aluno, tendo sido atribuído o seguinte resultado:

☒ Aprovado

☐ Reprovado

Nota : 10,0

Observação / Apreciações:

Proclamados os resultados pelo presidente da banca examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, eu **Jessica Azevedo Coelho** lavrei a presente ata que assino juntamente com os demais membros da banca examinadora.

Documento assinado eletronicamente por:

- **Lorrayne Correia Sousa**, em **13/02/2026 12:44:20** com chave **dcc5bdfc08f211f1b62c005056a537a4**.
- **Jessica Azevedo Coelho**, em **11/02/2026 20:04:21** com chave **fffac8e0079d11f1a5c4005056a537a4**.
- **Rayznier Luiz Domingos**, em **12/02/2026 16:00:21** com chave **14be6f3c084511f1bcee005056a537a4**.

Este documento foi emitido pelo SUAP. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse https://suap.ifg.edu.br/comum/autenticar_documento/ e informe os dados a seguir.

Tipo de Documento: Ata de Projeto Final

Data da Emissão: 13/02/2026

Código de Autenticação: 1d8ec8



AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida, pela saúde e por me conceder forças nos momentos de cansaço e incerteza, guiando cada passo desta jornada.

Aos meus pais, pelo amor incondicional, apoio constante e ensinamentos que ultrapassam as páginas deste trabalho, sendo a base sólida de todas as minhas conquistas.

À minha família, por compreender minhas ausências e por oferecer incentivo e compreensão em todos os momentos.

À Brhenda, por estar comigo em todos os momentos, me incentivando durante essa jornada, sendo minha motivação nos momentos difíceis e me apoiando em cada passo dessa trajetória.

À professora Jéssica pela paciência, disponibilidade e contribuição valiosa para o desenvolvimento deste trabalho, compartilhando conhecimento e experiência de forma generosa.

À professora Lorrayne pela paciência, pelo incentivo, pelos conselhos e por todo suporte ao longo do desenvolvimento deste trabalho e da minha jornada acadêmica.

Aos professores e demais funcionários da instituição, pelo empenho em proporcionar um ambiente de aprendizado de qualidade, que foi essencial para minha formação.

RESUMO

A crescente exigência por projetos de saneamento mais eficientes e confiáveis tem impulsionado a adoção de novas metodologias de concepção e representação. Nesse cenário, as estações elevatórias de esgoto, caracterizadas pela alta concentração de elementos hidráulicos e eletromecânicos em espaços reduzidos, representam um desafio técnico significativo quando desenvolvidas por métodos tradicionais bidimensionais. Este trabalho analisa, por meio de um estudo de caso, a aplicação da modelagem tridimensional no desenvolvimento do projeto de uma estação elevatória de esgoto de pequeno porte, localizada no município de Santo André–SP, comparando-a ao método convencional em ambiente *CAD (Computer Aided Design)* 2D. A pesquisa teve como procedimento metodológico a elaboração de dois projetos para o mesmo empreendimento, sendo um desenvolvido por meio de modelagem tridimensional até o nível de desenvolvimento *LOD (Level of Development)* 300 e o segundo em representação bidimensional. A análise comparativa concentrou-se na compreensão espacial do arranjo hidráulico, na identificação de interferências, na compatibilização dos componentes e no tempo necessário para o desenvolvimento do projeto. Os resultados evidenciaram que a modelagem tridimensional proporciona maior clareza na interpretação do conjunto, reduz ambiguidades inerentes à leitura de plantas e cortes e favorece a identificação antecipada de conflitos entre os elementos do sistema. No que se refere ao tempo de desenvolvimento, observou-se que, para o estudo de caso analisado, as duas metodologias apresentaram durações semelhantes na elaboração dos projetos, embora a modelagem tridimensional tenha demonstrado maior eficiência nas etapas de análise, revisão e ajustes. Conclui-se que a modelagem tridimensional constitui uma ferramenta estratégica para a qualificação do processo de projeto de estações elevatórias de esgoto de pequeno porte, contribuindo para maior confiabilidade técnica e racionalização das etapas projetuais, mesmo quando o ganho temporal global não se mostra expressivo.

Palavras-chave: Saneamento; *BIM*; Estação Elevatória de Esgoto; ETE; Esgoto Sanitário; Modelagem.

ABSTRACT

The increasing demand for more efficient and reliable sanitation projects has driven the adoption of new design and representation methodologies. In this context, wastewater pumping stations, characterized by a high concentration of hydraulic and electromechanical components within confined spaces, represent a significant technical challenge when developed using traditional two-dimensional methods. This study analyzes, through a case study, the application of three-dimensional modeling in the development of the design of a small-scale wastewater pumping station located in the municipality of Santo André, São Paulo State, Brazil, comparing it with the conventional 2D CAD (*Computer Aided Design*) approach. The methodological procedure involved the development of two design models for the same facility: one developed using three-dimensional modeling up to Level of Development (LOD) 300 and the other based on two-dimensional representation. The comparative analysis focused on spatial understanding of the hydraulic layout, interference detection, component coordination, and the time required for project development. The results showed that three-dimensional modeling provides greater clarity in the interpretation of the overall system, reduces ambiguities inherent to the reading of plans and sections, and enables early identification of conflicts among system components. Regarding development time, it was observed that, for the analyzed case study, both methodologies presented similar durations in project development, although three-dimensional modeling demonstrated greater efficiency during the analysis, review, and adjustment stages. It is concluded that three-dimensional modeling constitutes a strategic tool for enhancing the design process of small-scale wastewater pumping stations, contributing to increased technical reliability and rationalization of design stages, even when overall time savings are not significant.

Keywords: Sanitation; BIM; Sewage Pumping Station; ETE; Sanitary Sewer; Modeling.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Corte esquemático - Estação Elevatória de Esgoto de poço seco.....	19
Figura 2 - Corte esquemático - Estação Elevatória de Esgoto de poço úmido	20
Figura 3 - Dimensões do <i>BIM</i>	22
Figura 4 - Níveis de <i>LOD</i>	23
Figura 5 - Enquadramento metodológico do estudo de caso	27
Figura 6 - Etapas da metodologia	28
Figura 7 - Localização de Santo André	29
Figura 8 - Localização da EEE-22.....	30
Figura 9 - Área de implantação da EEE-22	30
Figura 10 - Terreno modelado no Civil 3D®	33
Figura 11 - Arranjo hidráulico na modelagem <i>BIM</i>	35
Figura 12 - Interface do <i>plugin</i> DúctilCad	37
Figura 13 - Arranjo hidráulico na modelagem <i>CAD</i>	38
Figura 14 - Vista geral da estação elevatória de esgoto	41
Figura 15 - Vista interna do poço de sucção e do barrilete de manobra	43
Figura 16 – Planta baixa da EEE-22 desenvolvida em ambiente <i>CAD</i>	45
Figura 17 - Distribuição do tempo de desenvolvimento dos projetos, conforme registros do Clockify™	46
Figura 18 - Evolução do tempo de desenvolvimento do projeto ao longo das sessões de trabalho	47

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação de uma Estação Elevatória de Esgoto	15
Quadro 2 - Classificação de EEE quanto a vazão.....	15
Quadro 3 - Tipos de bombas utilizadas em Estações Elevatórias de Esgoto	16
Quadro 4 - Checklist para Estações Elevatórias	36

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

BIM – Building Information Modeling

CAD – Computer Aided Design

CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção

CTE – Centro de Tecnologia de Edificações

EEE – Estação Elevatória de Esgoto

FUNASA – Fundação Nacional da Saúde

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

LOD – Level of Development

SANEAGO – Saneamento de Goiás S.A

SES – Sistema de Esgotamento Sanitário

SINISA – Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	Objetivo Geral	12
1.2	Objetivos Específicos.....	12
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1	Esgoto Sanitário no Brasil	13
2.2	Estação Elevatória de Esgoto.....	14
2.2.1	Dispositivos complementares das EEEs	17
2.2.2	Estações elevatórias convencionais de esgoto.....	18
2.3	<i>Building Information Modeling (BIM)</i>	20
2.3.1	<i>BIM</i> na Infraestrutura.....	24
3	METODOLOGIA.....	27
3.1	Caracterização da área de estudo	28
3.2	Caracterização do projeto em estudo	31
3.3	Modelagem <i>BIM</i> da EEE	32
3.4	Modelagem CAD da EEE	36
3.5	Comparação dos métodos	38
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	40
4.1	Modelagem <i>BIM</i>	40
4.2	Modelagem CAD	44
4.3	Comparação dos métodos	46
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	49
	REFERÊNCIAS.....	52

1 INTRODUÇÃO

O setor de saneamento básico no Brasil necessita de altos investimentos para que os índices de coleta e tratamento de esgoto sejam uniformemente distribuídos e majorados entre as regiões do país. Sabe-se que o processo de crescimento das áreas urbanas e das cidades brasileiras aconteceu de forma acelerada e desordenada, e, portanto, a infraestrutura não acompanhou o aumento da necessidade por serviços urbanos como coleta e tratamento de esgoto.

Desse modo, o saneamento básico deve ser compreendido como um direito fundamental dos cidadãos, diretamente vinculado à promoção da qualidade de vida e à garantia da dignidade humana, conforme estabelece o artigo 5º da Constituição Federal de 1988, ao dispor que “todos são iguais perante a lei, sem distinção de qualquer natureza [...]” (Brasil, 1988, p. 5).

Apesar da previsão constitucional e do avanço normativo, os indicadores setoriais evidenciam a persistência de desigualdades no acesso aos serviços. No que se refere aos dados setoriais, o Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SINISA), ano de referência 2023, indica que 59,7% da população total brasileira é atendida por rede coletora de esgoto, evidenciando que parcela significativa da população ainda não dispõe desse serviço essencial. Além disso, segundo o mesmo sistema, apenas 49,0% do volume de esgoto gerado é efetivamente tratado, o que demonstra que o déficit do setor não se restringe à ampliação das redes de coleta, mas também envolve a necessidade de expansão e aprimoramento das estruturas de tratamento (SINISA, 2024).

Por sua vez, os dados do Censo Demográfico 2022, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), apontam que 62,5% da população brasileira residia em domicílios conectados à rede geral de esgoto. A diferença entre os percentuais divulgados pelo IBGE e pelo SINISA decorre das distintas metodologias empregadas, já que, enquanto o Censo baseia-se em informações declaradas pelos domicílios, o SINISA consolida dados administrativos informados pelos prestadores de serviço, o que reforça a importância de análise crítica e contextualizada dos indicadores disponíveis (IBGE, 2024; SINISA, 2024).

Com base nisso e tendo em vista o marco regulatório do saneamento básico, instituído pela Lei nº 11.445, de 2007, e atualizado com a promulgação da Lei nº 14.026, de 2020 (Brasil, 2007; Brasil, 2020), a universalização dos Sistemas de Esgotamento Sanitário (SES) exige investimentos tecnicamente planejados, sustentáveis e orientados não apenas à ampliação da cobertura, mas também à garantia da eficiência operacional e do adequado tratamento dos efluentes.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas, define esgoto sanitário como “despejo líquido constituído de esgotos doméstico e industrial, água de infiltração e a contribuição pluvial parasitária” (ABNT, 1986). Segundo Tsutiya e Sobrinho (2011), embora as redes coletoras devam ser projetadas para trabalharem como conduto livre, em situações em que a topografia não permite a ação da gravidade, utiliza-se Estações Elevatórias de Esgoto (EEEs) para transportar o fluido de uma cota mais baixa até uma cota mais elevada.

Nesse contexto, a presença de EEEs torna possível a inserção de comunidades localizadas em áreas deprimidas ou periféricas nos sistemas formais de esgotamento, contribuindo diretamente para o processo de universalização do saneamento, conforme previsto no marco legal. A implantação de estruturas intermediárias como as estações elevatórias é condição essencial para atender metas de cobertura e tratamento de esgoto em áreas urbanas consolidadas, evitando o lançamento “*in natura*” em corpos hídricos e minimizando riscos sanitários e ambientais (Nitatori, 2016).

Os projetos de EEEs devem atender aos critérios estabelecidos pela NBR 12208 (ABNT, 2020), que define as diretrizes para o dimensionamento, especificação de equipamentos, quantificação de materiais e elaboração dos projetos das disciplinas envolvidas. Essa norma é essencial para garantir a segurança, eficiência operacional e a padronização das unidades de bombeamento no sistema de esgotamento sanitário. Apesar da evolução normativa, grande parte dos projetos ainda é desenvolvida com base em métodos tradicionais, utilizando plataformas CAD (*Computer Aided Design*), nas quais os elementos são representados de forma isolada e bidimensional.

Essa abordagem, segundo Eastman *et al.* (2014), apresenta limitações significativas, como o tempo elevado para gerar informações precisas e a maior propensão a falhas, omissões e incompatibilidades entre disciplinas. Tais problemas podem resultar em retrabalho, aumento de custos e comprometimento da viabilidade técnica do projeto. Sendo assim, a modelagem de projetos em *BIM* permite que a parametrização dos elementos do projeto facilite e automatize o mesmo, permitindo maior flexibilidade, rapidez e controle durante essa fase, se tornando extremamente útil quando se trata de uma Estação Elevatória de Esgoto.

Não obstante, as concessionárias do país têm se tornado cada vez mais exigentes em seus processos licitatórios, indicando que, futuramente, a exigência de projetos modelados em *BIM* para licitações de obras e serviços destinados a órgãos públicos será obrigatória, conforme previsto no Decreto nº 11.888, de 2024, que instituiu a Estratégia Nacional de Disseminação do *BIM* (*Building Information Modeling*) no Brasil, promovendo sua adoção e o investimento no setor da construção civil (Brasil, 2024). Ademais, embora o *BIM* ainda se encontre em fase de implementação, conforme disposto no Decreto nº 10.306, de 2020, que regulamenta a utilização do *BIM* nas obras e nos serviços de engenharia da administração pública federal, com adoção progressiva em diferentes fases (Brasil, 2020), trata-se de uma área que ainda demanda ampliação e aprofundamento de estudos.

Com base nisso, este trabalho foi desenvolvido com o intuito de utilizar *softwares BIM* (Autodesk Revit® versão 2023 e Civil 3D® versão 2026) para a criação do modelo virtual executivo de uma Estação Elevatória de Esgoto de pequeno porte, a partir da posse do memorial de cálculo fornecido para o dimensionamento adequado do sistema, e em seguida analisar e elencar as características do modelo tridimensional alinhado à modelagem da informação. A metodologia foi comparada com o projeto desenvolvido em *CAD*, utilizando o *software* Autodesk AutoCAD® versão 2026, com ênfase no tempo de desenvolvimento de cada modelo. É importante frisar que este trabalho não abordou as análises estruturais no dimensionamento da estação elevatória de esgoto.

1.1 Objetivo Geral

Este trabalho possui como objetivo investigar a aplicação da metodologia *BIM* no projeto de uma estação elevatória de esgoto de pequeno porte no município de Santo André – SP.

1.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Verificar o uso do *BIM* no desenvolvimento do projeto de uma estação elevatória de esgoto;
- Examinar o uso de representações tridimensionais como recurso para aprimorar a visualização, análise e simulação das edificações;
- Avaliar o impacto da metodologia de desenvolvimento do projeto sobre o tempo de execução, comparando abordagens bidimensionais e tridimensionais.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O presente capítulo apresenta o arcabouço teórico que fundamenta o desenvolvimento deste trabalho, sem a pretensão de esgotar os temas abordados, restringindo-se aos objetivos estabelecidos nesta pesquisa. Nesse sentido, são apresentados e discutidos os principais conceitos necessários à compreensão das análises realizadas e à condução da pesquisa proposta.

2.1 Esgoto Sanitário no Brasil

O sistema de esgotamento sanitário é um dos elementos estruturantes da infraestrutura urbana, sendo especialmente relevante em áreas periféricas ou urbanizadas de maneira irregular, onde há restrições operacionais e geográficas. O esgoto doméstico é definido como o despejo líquido resultante das atividades humanas em residências e edificações, podendo incluir contribuições industriais, infiltrações acidentais e águas pluviais indesejadas (ABNT, 1986).

De acordo com o Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab), um sistema sanitário considerado adequado não se limita à coleta dos efluentes, mas deve assegurar o seu tratamento eficiente. Em localidades desprovidas de rede pública, são recomendadas soluções individuais de tratamento, como fossas sépticas seguidas de sumidouros ou filtros anaeróbios, desde que dimensionadas corretamente e em conformidade com as normas vigentes (Brasil, 2019).

Apesar dos avanços regulatórios e dos esforços para ampliação da cobertura, a universalização do saneamento ainda constitui um desafio no Brasil. Segundo dados do Panorama do Saneamento Básico (Brasil, 2021), o país conta com cerca de 362 mil quilômetros de redes coletoras em operação, atendendo aproximadamente 39 milhões de domicílios, o que correspondia a 55% da população total e 63% da população urbana. Esses números evidenciam a existência de uma lacuna considerável no acesso ao serviço, especialmente quando analisadas as desigualdades regionais e socioeconômicas.

Além disso, observa-se disparidade entre o volume coletado e o volume tratado. Embora parcela significativa do esgoto coletado pela rede pública passe por algum

tipo de tratamento, o percentual efetivamente tratado em relação ao volume total gerado permanece inferior. Dados mais recentes do Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SINISA), ano de referência 2023, indicam que 78,6% do esgoto coletado é tratado, porém apenas 49,0% do volume total gerado recebe tratamento adequado. Isso significa que parte expressiva dos efluentes produzidos no país ainda é lançada no meio ambiente sem o devido tratamento, agravando impactos à saúde pública e ao equilíbrio dos ecossistemas (SINISA, 2024).

2.2 Estação Elevatória de Esgoto

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas, estação elevatória de esgoto é definida como “instalação que se destina ao transporte do esgoto do nível da câmara de sucção das bombas ao nível de descarga na saída do recalque, acompanhando as variações da vazão afluyente ao longo do dia” (ABNT, 2020, p.5).

Em contrapartida, Funasa (2019) define as estações elevatórias de esgoto como instalações que têm a função de transportar o efluente de um ponto mais baixo para outro em cota mais elevada, possibilitando que, a partir daí, o escoamento ocorra por gravidade. São implantadas quando a profundidade das tubulações se torna excessiva, seja em razão da baixa declividade do terreno, seja pela necessidade de transpor desníveis altimétricos.

As EEEs abrigam equipamentos eletromecânicos, acessórios, válvulas, tubulações pressurizadas de sucção e recalque e os conjuntos motobomba capazes de transmitir energia necessária para transportar o esgoto de um ponto para outro com cota mais elevada (FUNASA, 2019).

A adoção de EEEs deve ser precedida de uma avaliação comparativa com outras alternativas tecnicamente viáveis, visto que essas unidades representam interrupções no escoamento por gravidade e demandam sistemas eletromecânicos que implicam custos significativos de energia, implantação e manutenção. Entre os fatores técnico-econômicos que devem ser considerados nessa análise, destacam-se o investimento inicial na construção da estação, o gasto com consumo energético ao longo do tempo e os custos relacionados à extensão da linha de recalque associada ao sistema (Nuvolari *et al.*, 2011).

Segundo Azevedo Neto (1998), os critérios mais comuns para classificação das elevatórias são em função da vazão de recalque e da altura manométrica, conforme descrito no Quadro 1 a seguir.

Quadro 1 - Classificação de uma Estação Elevatória de Esgoto

Quanto a vazão	Inferior a 50L/s	Pequena
	50 L/s - 500 L/s	Média
	Superior a 500 L/s	Grande
Quanto a altura manométrica	Inferior a 10 m.c.a	Baixa
	10 m.c.a – 20 m.c.a	Média
	Superior a 20 m.c.a	Alta

Fonte: Azevedo Neto, 1998

Metcalf e Eddy (1981), entretanto, afirmam que nenhuma das classificações das EEEs são satisfatórias. “As Companhias de Saneamento básico do país possuem suas próprias classificações” (Sousa, 2019, p.15).

Com base nisso, a Companhia de Saneamento de Goiás (SANEAGO) (2024) considera a classificação das EEEs em função da vazão afluente, apresentadas no Quadro 2 a seguir.

Quadro 2 - Classificação de EEE quanto a vazão

Quanto a vazão	Inferior a 50L/s	Pequena
	50 a 250 L/s	Média
	Superior a 250 L/s	Grande

Fonte: SANEAGO, 2024

Deste modo, a definição do tipo de estação elevatória de esgoto EEE deve considerar informações como a vazão de recalque e a altura manométrica. Essa escolha está diretamente relacionada às características do local, à vazão afluente, ao número, tipo e porte das bombas a serem utilizadas, bem como aos projetos estrutural, arquitetônico e às condições urbanísticas do entorno. A classificação da EEE, por sua vez, depende fundamentalmente do tipo de bomba adotado no sistema, podendo-se empregar bombas do tipo ejedor pneumático, parafuso ou centrífuga (Tsutiya; Sobrinho, 2011).

As bombas centrífugas possuem dois componentes principais: rotor e carcaça. Sendo o primeiro responsável por impulsionar o fluido e aumentar sua velocidade e pressão,

enquanto a segunda, geralmente em formato espiral, converte parte da energia cinética em energia potencial de pressão; seus rotores podem ser abertos, semiabertos ou fechados, dependendo das características do escoamento e do fluido. As bombas de parafuso, por sua vez, utilizam o princípio do parafuso de Arquimedes, elevando o esgoto por meio de um eixo rotativo com lâminas helicoidais. Já os ejetores pneumáticos, formados por um tanque fechado que, ao ser preenchido por gravidade, expulsa o ar para a atmosfera e, por meio de controle com boia, permite a entrada de ar comprimido, cuja pressão viabiliza a descarga do esgoto (Jones, 2006).

Além das bombas centrífugas, para os sistemas de esgotamento sanitário podem ser utilizados outros tipos de bombas como as de deslocamento positivo (Crespo, 2001). No Quadro 3 está listado os tipos de bombas utilizados.

Quadro 3 - Tipos de bombas utilizadas em Estações Elevatórias de Esgoto

Tipo de bomba	Modelo de bomba
Bombas centrífugas	Bomba centrífuga convencional
	Bomba centrífuga de rotor recuado
	Bomba centrífuga submersível
	Bomba centrífuga autoescorvante
Bombas de deslocamento positivo	Bomba parafuso
	Bomba de cavidade progressiva
	Bomba de pistão

Fonte: Crespo, 2001

Nesse contexto, as bombas hidráulicas representam os principais componentes das estações elevatórias, já que, além de determinar o tipo de EEE, ainda é crucial no seu funcionamento. Tais equipamentos, classificados como máquinas hidráulicas geratrizes, têm como função primordial promover o deslocamento do fluido por escoamento. Isso ocorre por meio da conversão da energia mecânica recebida em energia hidráulica, permitindo, assim, a elevação do esgoto ao ponto desejado (Macintyre, 1997).

Segundo Nuvolari *et al.* (2011), as elevatórias convencionais, formadas por bombas centrífugas, são amplamente empregadas no recalque de esgotos sanitários devido à sua versatilidade nas aplicações e à relativa simplicidade na execução das obras civis.

2.2.1 Dispositivos complementares das EEEs

De acordo com Tsutiya e Sobrinho (2011), para o funcionamento eficaz dos conjuntos motobombas das EEEs, há a necessidade de dispositivos complementares, como: Gradeamento ou cestos, caixa de areia (desarenadores), poço de sucção e extravasão por gravidade.

A remoção de sólidos presentes nas águas residuárias que chegam às estações elevatórias tem como objetivo principal proteger os conjuntos motor-bomba (Mendonça; Mendonça, 2017). De acordo com a NBR 12208 (ABNT, 2020), podem ser utilizados dispositivos como grades de barras, cestos, trituradores e peneiras. Em elevatórias de pequeno porte, é comum a adoção de cestos removíveis com alças de içamento ou grades de limpeza manual, desde que instaladas em baixas profundidades. Já nas elevatórias de maior porte, geralmente se emprega uma grade grosseira ou cesto, seguida de grades com limpeza mecanizada (Tsutiya; Sobrinho, 2011).

Outro dispositivo complementar é o desarenador, cuja função é remover a areia presente nos esgotos. A separação ocorre por sedimentação, já que, em função de seu tamanho e densidade, os grãos de areia se depositam no fundo da unidade (Von Sperling, 2005).

Segundo Jones (2006), o poço de sucção pode ser definido como estrutura intermediária da elevatória, responsável por receber as vazões afluentes e direcioná-las adequadamente aos conjuntos motor-bomba, de forma a evitar a formação de vórtices e o acúmulo de sedimentos.

As configurações mais comuns para poços de sucção, segundo Sanks (1998), são as formas circular, quadrada e hexagonal. Quando a instalação exige maiores profundidades, a alternativa mais empregada é a circular. A escolha do formato deve considerar, principalmente, fatores estruturais, a profundidade da lâmina d'água, a necessidade de grades, o espaço disponível para as bombas e a possibilidade de esgotamento total do reservatório.

A extravasão por gravidade apresenta baixo custo de implantação; entretanto, seu uso prolongado pode ocasionar poluição no corpo receptor. Essa solução é indicada para EEEs de pequeno porte, pois, em unidades de médio e grande porte, exige grande área física e eleva os custos de implantação. Os reservatórios utilizados nesse sistema podem ser formados por um ou mais poços conectados entre si com o poço de sucção (Tsutiya; Sobrinho, 2011).

As tubulações utilizadas no sistema são classificadas em três categorias: tubulação de sucção, barrilete e tubulação de recalque. A tubulação de sucção deve apresentar o menor comprimento possível e evitar o uso de peças especiais. No barrilete, fabricado em ferro fundido flangeado, instalam-se válvulas de retenção e válvulas de gaveta. Tanto as tubulações de sucção quanto as do barrilete precisam ser dimensionadas e posicionadas de modo a facilitar sua instalação, manutenção e operação (Mendonça; Mendonça, 2017).

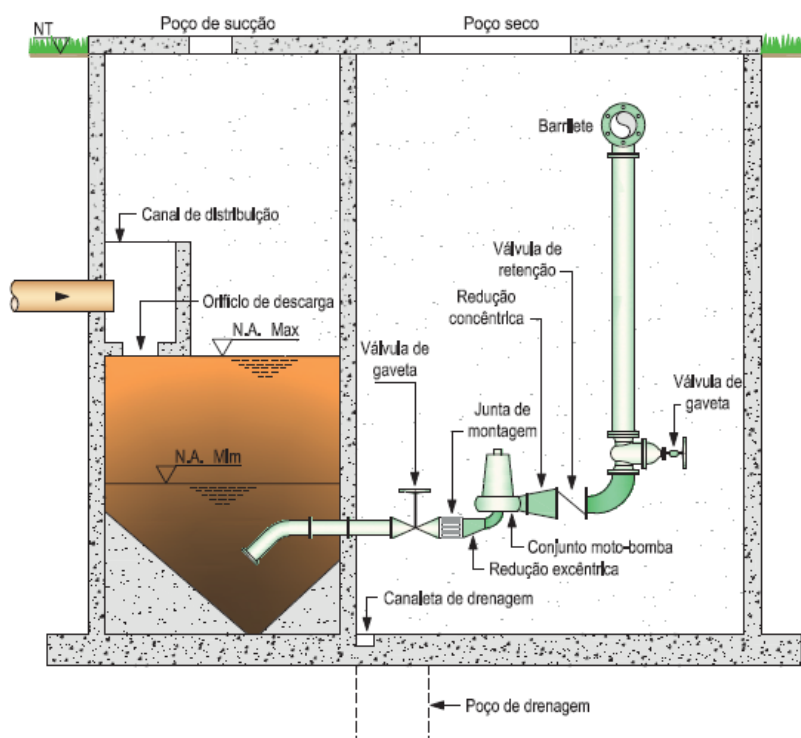
Recomenda-se que registros, válvulas e comportas sejam instalados em locais de fácil acesso, garantindo a operação segura e com indicação visível da posição aberta ou fechada, como indicado na NBR 12208 (ABNT, 2020). A válvula de gaveta, conforme Jones (2006), é utilizada para interromper o fluxo entre a sucção e o recalque em situações de desmontagem ou manutenção de equipamentos e tubulações, sendo indicadas, para estações elevatórias de esgoto, as versões flangeadas. Já a válvula de retenção permite o escoamento em apenas uma direção, impedindo o retorno da coluna líquida para a bomba, sendo o modelo de portinhola única o mais recomendado para esse tipo de aplicação.

2.2.2 Estações elevatórias convencionais de esgoto

Conforme Nuvolari *et al.* (2011), a configuração do poço de sucção deve ser projetada de forma a evitar regiões com ausência de fluxo, considerando as características das águas residuárias a serem recalçadas. O poço de sucção pode ser descrito como uma estrutura intermediária da estação elevatória, responsável por receber as vazões afluentes e direcioná-las adequadamente aos conjuntos motor-bomba, prevenindo a formação de vórtices e o acúmulo de sedimentos (Jones, 2006).

De acordo com Tsutiya e Sobrinho (2011), nas estações elevatórias do tipo poço seco, o poço de sucção é construído de forma independente da casa de bombas, permitindo a separação entre o ambiente que recebe o esgoto e o espaço destinado aos equipamentos eletromecânicos. Essa casa de bombas deve ser dimensionada de modo a facilitar o acesso para montagem, desmontagem, manutenção e circulação interna, garantindo segurança e eficiência durante a operação do sistema, conforme apresentado na Figura 1. As principais configurações de instalação com poço seco são: conjunto motor-bomba de eixo horizontal e conjunto motor-bomba autoescorvante.

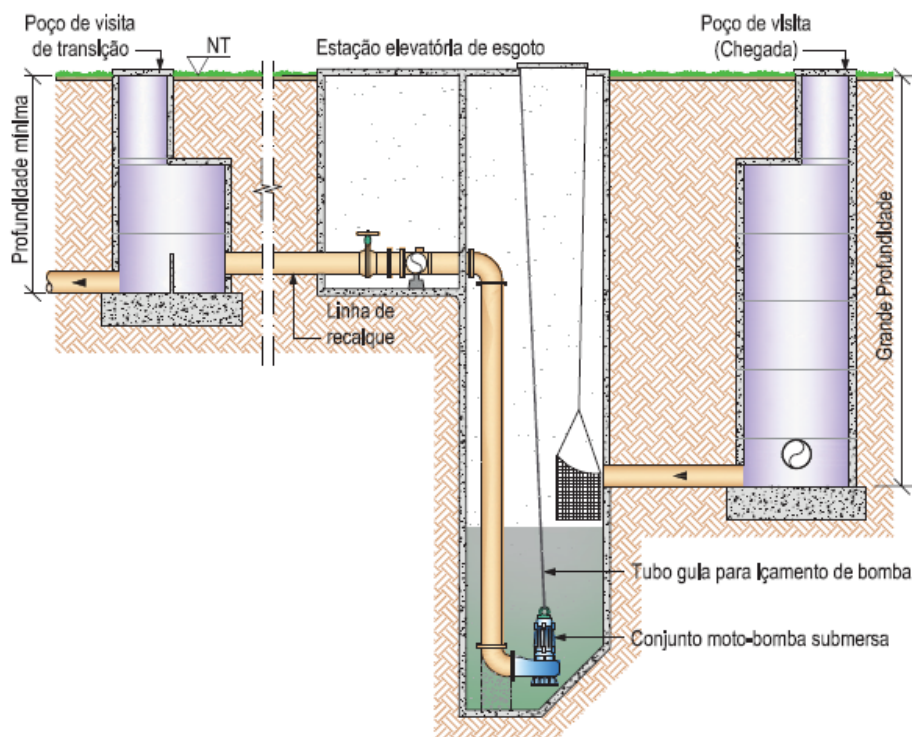
Figura 1 - Corte esquemático - Estação Elevatória de Esgoto de poço seco



Fonte: Manual de Saneamento da FUNASA, 2019

Já nas elevatórias de poço úmido ilustrada na Figura 2, não há sala de bombas, os conjuntos motor-bomba trabalham afogados. Segundo Tsutiya e Sobrinho (2011), comumente são utilizadas elevatórias convencionais de poço úmido com conjunto motor-bomba submerso para pequeno e médio portes, conforme padronização da Companhia de Saneamento Básico de São Paulo (Sabesp).

Figura 2 - Corte esquemático - Estação Elevatória de Esgoto de poço úmido



Fonte: Manual de Saneamento da FUNASA, 2019

As elevatórias que utilizam bombas submersíveis são instalações simplificadas e integralmente enterradas, sem superestrutura, já que, sua instalação requer áreas menores, funcionam mesmo em ambiente sujeito a eventuais inundações e podem ser construídas em regiões densamente povoadas sem ocupar espaço superficial e exalar odores sensíveis. Além disso, outro ponto positivo é apresentar, em geral, custo global inferior às elevatórias que utilizam outros tipos de bombas (Tsutiya; Sobrinho, 2011).

2.3 Building Information Modeling (BIM)

A Modelagem da Informação da Construção (*BIM*, do inglês *Building Information Modeling*) tem se destacado como uma ferramenta inovadora na indústria da construção civil. Por meio da criação de um modelo virtual detalhado da edificação, o *BIM* contribui significativamente para as etapas de planejamento, construção, fabricação e fornecimento de materiais (Eastman *et al.*, 2014). Os principais benefícios associados a essa tecnologia incluem a geração de um modelo tridimensional da edificação antes da execução da obra, a realização de simulações, a identificação de interferências, a extração automática de quantitativos, a estimativa de custos, a

visualização do cronograma de execução, a elaboração de documentos mais consistentes e o acompanhamento de todo o ciclo de vida do empreendimento (Azhar, 2011; CBIC, 2016).

Segundo Silva (2022), embora o *BIM* seja comumente associado à representação tridimensional (3D), ele vai além, ao permitir a inserção de uma série de informações no projeto que, anteriormente, só poderiam ser acessadas por meio de documentos complementares, como memoriais descritivos e listas de materiais.

Uma das principais vantagens do *BIM* está na sua capacidade de reduzir erros de projeto e retrabalhos na obra, ao permitir que todas as alterações feitas no modelo sejam automaticamente refletidas em todas as suas representações. Isso garante maior consistência e confiabilidade das informações. Além disso, ao promover a integração entre as disciplinas envolvidas, o *BIM* favorece uma tomada de decisão mais eficaz e um controle mais preciso dos custos e prazos de execução (CTE, 2012b).

Nesse sentido, Eastman *et al.* (2014, p. 13) define o *BIM* como “uma tecnologia de modelagem e um conjunto associado de processos para produzir, comunicar e analisar modelos de construção”.

Além disso e segundo Miranda (2019), as atividades desenvolvidas ao longo do ciclo de vida do empreendimento permitem a organização do *BIM* em diferentes dimensões, que correspondem aos níveis de informação e às funcionalidades incorporadas ao modelo, conforme apresentado na Figura 3.

Figura 3 - Dimensões do *BIM*

Fonte: Sienge, 2020

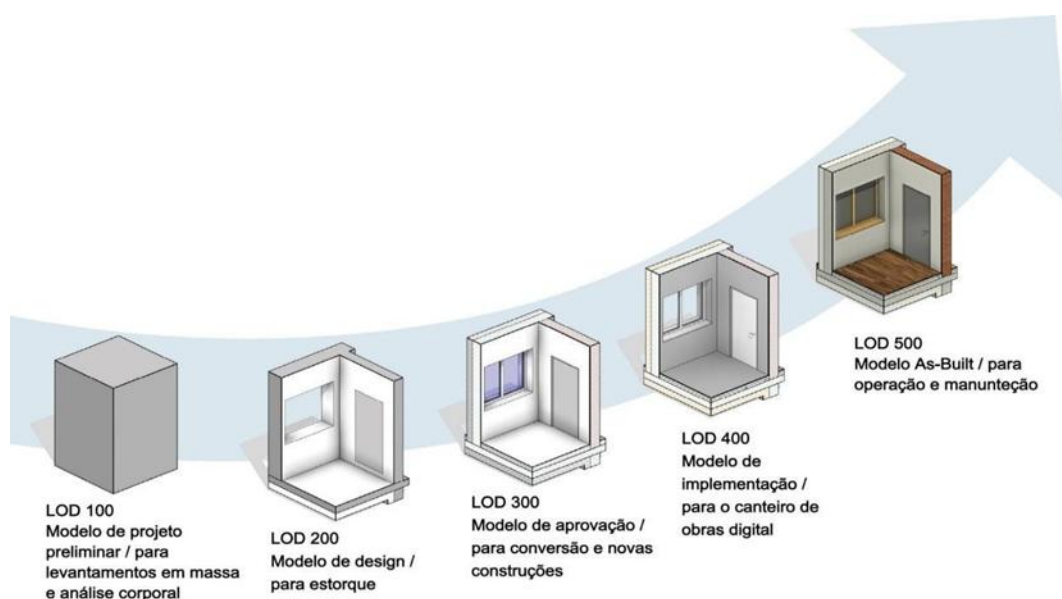
A Figura 3 apresenta as dimensões do *BIM* segundo a classificação proposta por Miranda (2019), as quais representam a ampliação progressiva das informações incorporadas no modelo ao longo do ciclo de vida do empreendimento. No âmbito *BIM* a letra “D” representa o termo dimensões, utilizado para representar categorias de informação progressivamente incorporadas ao modelo digital. Assim, a categoria 3D corresponde à modelagem paramétrica, responsável pela representação geométrica e pela compatibilização dos elementos do projeto. A categoria 4D agrega informações relacionadas ao planejamento e à programação das etapas construtivas, permitindo a análise temporal da execução. Na categoria 5D, o modelo passa a incorporar dados de custos, viabilizando a orçamentação e o controle financeiro da obra. A categoria 6D está associada aos aspectos de sustentabilidade, contemplando análises de desempenho e eficiência ao longo do ciclo de vida. Por fim, a categoria 7D relaciona-se à gestão e manutenção da edificação, reunindo informações necessárias para a operação e o gerenciamento das instalações após a fase de construção.

No contexto da tecnologia *BIM*, as variações gráficas observadas na representação de um mesmo objeto evidenciaram a necessidade de estabelecer critérios capazes de padronizar esses diferentes níveis de representação. Nesse contexto, surgiu o

conceito *LOD*, que inicialmente, era associado ao nível de detalhamento (*Level of Detail*). Contudo, sua compreensão evoluiu para o nível de desenvolvimento (*Level of Development*), refletindo a ampliação do conceito ao incorporar não apenas o grau de detalhamento geométrico, mas também o avanço das informações associadas ao modelo (Catelani, 2016).

Com o objetivo de estabelecer uma classificação padronizada para os modelos *BIM*, a *American Institute of Architects (AIA)* formalizou os níveis de desenvolvimento, por meio do protocolo E202. Dessa forma, independentemente do *software* utilizado, os modelos devem atender a um mesmo sistema de referência, conforme definido pela *National Building Information Model Standards (NBIMS)*, o *LOD*, organizado em cinco níveis progressivos, que variam do *LOD 100* ao *LOD 500*, utilizados para definir os requisitos de informação associados a cada modelo, Conforme ilustra a Figura 4.

Figura 4 - Níveis de *LOD*



Fonte: Adaptado de Nechyporchuk e Baskova (2021, tradução de Silva, 2022)

Apesar das vantagens oferecidas pelo *BIM*, sua implementação no setor de saneamento ainda enfrenta desafios, como a necessidade de capacitação profissional e resistência à adoção da tecnologia por parte de empresas e órgãos públicos. A literatura destaca que a transição para metodologias digitais exige investimentos em treinamento e adaptação de processos, além da padronização dos modelos para garantir compatibilidade entre diferentes sistemas. No entanto, experiências bem-

sucedidas demonstram que, com incentivos governamentais e planejamento adequado, o *BIM* pode se tornar uma prática amplamente adotada, trazendo melhorias estruturais para o saneamento básico (Volk *et al.*, 2014).

Algumas iniciativas já demonstram o potencial do *BIM* para modernizar projetos de esgotamento sanitário. Empresas como a Amanco Wavin têm desenvolvido soluções tecnológicas para integrar a modelagem digital na gestão de redes de esgoto, aprimorando a operação e manutenção dos sistemas. Com a utilização de modelos 3D e análise de dados em tempo real, é possível otimizar processos de inspeção, reduzindo falhas e garantindo maior eficiência na distribuição e tratamento dos efluentes. Estudos mostram que essas soluções são promissoras para promover inovação no saneamento, tornando os projetos mais sustentáveis e acessíveis para diferentes realidades urbanas (Amanco Wavin, 2021).

2.3.1 *BIM* na Infraestrutura

A tecnologia *BIM* tem emergido como uma solução estratégica na modernização do setor da construção civil. Sua principal contribuição está na capacidade de integrar diferentes fases de um empreendimento (do planejamento à operação e manutenção) promovendo maior controle, eficiência e redução de desperdícios. Tal inovação responde à crescente demanda por processos construtivos que conciliem qualidade, durabilidade e racionalização de custos (Vanderlei, 2004).

Nesse contexto, o *BIM* se consolida como ferramenta indispensável para atender às exigências do mercado. Sua aplicação tem possibilitado melhorias expressivas em produtividade e gestão de obras, como apontam Santiago e Mendes (2022), países que adotaram amplamente essa tecnologia observaram um aumento de 35% na lucratividade das empresas, além de uma redução de 41% no tempo de entrega dos projetos. Ainda segundo os autores, 62% dos profissionais da área relataram maior facilidade na identificação e resolução de conflitos estruturais durante a execução das obras.

No Brasil, a incorporação do *BIM* tem ganhado relevância nos últimos anos, especialmente no setor público. A Lei nº 14.133, de 2021, que estabelece o novo regime jurídico das licitações e contratos administrativos, prevê o uso preferencial do

BIM em obras e serviços de engenharia, desde que a tecnologia se mostre compatível com o objeto licitado (Brasil, 2021).

Essa diretriz legal foi reforçada com o Decreto nº 11.888, de 2024, que institui a Estratégia Nacional de Disseminação do *BIM* no Brasil, conhecida como Estratégia *BIM* BR, cujo objetivo central é fomentar um ambiente propício à adoção e ao investimento em *BIM* em todo o território nacional, por meio de ações como a capacitação de profissionais, o desenvolvimento de normas técnicas, a padronização de processos, e a inserção do *BIM* em projetos de obras públicas, visando promover maior transparência, precisão, sustentabilidade e eficiência nos empreendimentos públicos e privados (Brasil, 2024).

O *Building Information Modeling (BIM)* tem se consolidado como uma ferramenta estratégica no setor de saneamento, especialmente nos projetos de esgotamento sanitário, ao possibilitar representações digitais detalhadas que favorecem a coordenação entre disciplinas, a compatibilização de projetos e a tomada de decisões. Nesse contexto, concessionárias como Sanepar, Compesa e Sabesp vêm liderando a transição do *CAD* para o *BIM*, elaborando diretrizes técnicas que orientam desde a modelagem e a gestão de arquivos até o acompanhamento da obra. (Silva, 2022).

Eastman *et al.* (2014) destacam que a centralização das informações em um modelo único contribui para reduzir conflitos entre disciplinas, aprimorar a integração entre os processos e assegurar execuções mais eficientes e com maior qualidade. Tais benefícios são ainda mais relevantes no setor público, onde a interoperabilidade entre diferentes agentes e a clareza na comunicação são condições indispensáveis para o sucesso dos projetos.

Dessa forma, o *BIM* representa uma mudança de paradigma no setor da construção civil, principalmente na infraestrutura, uma vez que propõe um modelo mais inteligente, eficiente e sustentável de se projetar e construir. Sua aplicação tem se expandido amplamente e tende a se tornar padrão em empreendimentos que buscam maior qualidade, economia e desempenho técnico.

No âmbito da infraestrutura, especialmente nos sistemas de saneamento básico, a aplicação do *BIM* apresenta características e desafios próprios, distintos daqueles

observados em edificações. Projetos lineares e distribuídos espacialmente, como redes coletoras, interceptores, estações elevatórias e estações de tratamento, demandam maior integração com dados topográficos, geotécnicos, hidráulicos e operacionais, bem como compatibilidade com sistemas de informação geográfica e bases cadastrais existentes. Nesse contexto, o *BIM* destaca-se como ferramenta estratégica para o planejamento, a implantação, a operação e a manutenção dessas infraestruturas, ao permitir maior precisão técnica, redução de interferências, melhor gestão de ativos e suporte à tomada de decisão ao longo de todo o ciclo de vida dos sistemas. Assim, sua adoção no saneamento não representa apenas a digitalização do projeto, mas uma mudança estruturante na forma de conceber, executar e gerenciar obras de infraestrutura.

Nesse sentido, a aplicação do *BIM* no presente estudo de caso, voltado à modelagem de uma estação elevatória de esgoto de pequeno porte, mostra-se particularmente pertinente, uma vez que esse tipo de infraestrutura reúne características técnicas complexas, como a integração entre sistemas hidráulicos, estruturas civis, equipamentos eletromecânicos e condições operacionais específicas.

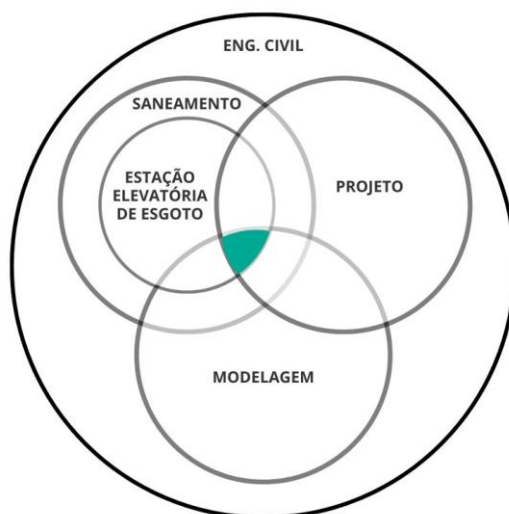
3 METODOLOGIA

Segundo Gil (2002), o estudo de caso visa a compreensão global do fenômeno analisado e à identificação dos fatores que o influenciam ou dele resultam. De forma complementar, essa abordagem caracteriza-se pela investigação detalhada de uma unidade específica, como um indivíduo, grupo ou comunidade, podendo empregar métodos qualitativos e quantitativos, com o objetivo de ampliar a compreensão do objeto de estudo (Prodanov; Freitas, 2013).

Com base nisso, a pesquisa desenvolvida neste trabalho constituiu-se como um estudo de caso de natureza explicativa, com abordagem qualitativa e elementos da pesquisa descritiva, buscando compreender de forma aprofundada as diferenças entre a modelagem tradicional em *CAD* e a modelagem *BIM* aplicada ao projeto executivo de uma Estação Elevatória de Esgoto (EEE).

A Figura 5 apresenta, um diagrama de Venn, esquematizando o enquadramento metodológico do presente estudo, evidenciando sua inserção no campo da Engenharia Civil e a interseção entre a linha de pesquisa em saneamento, o desenvolvimento de projetos de engenharia e a aplicação de técnicas de modelagem. O ponto de convergência destacado na figura representa o objeto de estudo adotado na pesquisa, demonstrando como o trabalho se estrutura a partir da integração entre esses três eixos.

Figura 5 - Enquadramento metodológico do estudo de caso



Fonte: O autor, 2025

Para fundamentar teoricamente a investigação, foi realizada inicialmente uma revisão bibliográfica composta por livros clássicos na área de saneamento, normas técnicas brasileiras pertinentes ao dimensionamento e representação de elevatórias de esgoto, além de artigos científicos obtidos em bases acadêmicas, principalmente periódicos disponibilizados pelo portal de periódicos da CAPES. A análise normativa incluiu documentos da ABNT e especificações técnicas da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp), essenciais para garantir que as diretrizes de modelagem obedecessem às normas vigentes e aos padrões adotados pelas concessionárias.

A Figura 6 apresenta o fluxograma detalhado das etapas que serão seguidas para execução desta metodologia.

Figura 6 - Etapas da metodologia



Fonte: O autor, 2025

3.1 Caracterização da área de estudo

A área do objeto de estudo está situada no município de Santo André, em São Paulo, conforme Figura 7. Localizado na região do Grande ABC nos Planaltos e Serras do Atlântico Leste-Sudeste, possuindo áreas territoriais próximas à Serra do Mar, o município encontra-se nas coordenadas geográficas 7°12'43"S e 36°37'46"O e possui 748.919 habitantes (IBGE, 2022). A vegetação predominante na região é a Mata Atlântica, mas também encontra-se pequenas manchas da Floresta Ombrófila Mista (Santo André, 2025).

Figura 7 - Localização de Santo André



Fonte: O autor, 2025

No caso do município de Santo André (SP), a complexidade do relevo, somada à elevada densidade urbana, impõe desafios adicionais à coleta e transporte dos efluentes. Nessas condições, a instalação de estações elevatórias de esgoto torna-se indispensável para viabilizar o escoamento até as unidades de tratamento. A utilização de modelagem digital por meio da tecnologia *BIM* possibilita um planejamento mais preciso dessas estruturas, facilitando a compatibilização entre os sistemas envolvidos e reduzindo riscos de interferências e falhas operacionais.

Nesse contexto, a análise das características físicas e urbanas da área selecionada torna-se etapa fundamental para a adequada concepção da Estação Elevatória de Esgoto. Aspectos como a topografia local, a ocupação do entorno e a disponibilidade de área para implantação influenciam diretamente o posicionamento da unidade e a definição do arranjo hidráulico adotado.

A Estação Elevatória de Esgoto 22 (EEE-22) foi prevista para implantação em etapa única na Avenida Ibertioga, nas proximidades da Unidade de Saúde do bairro Parque Andreense, no município de Santo André – SP. A unidade integra a sub-bacia 22 do sistema de esgotamento sanitário projetado para atender o referido bairro. A área destinada à implantação encontra-se atualmente desocupada e possui área total de 273 m², apresentando dimensões compatíveis com as estruturas necessárias ao funcionamento da estação elevatória (Figura 8).

Figura 8 - Localização da EEE-22



Fonte: O autor, 2025

A Figura 8 apresenta a vista aérea da área de estudo, destacando o bairro e o lote destinado à implantação da EEE-22 em relação ao sistema viário e à ocupação urbana do entorno, enquanto a Figura 9 ilustra a condição atual do local de implantação, evidenciando o acesso pela Avenida Ibertioga e as características físicas da área.

Figura 9 - Área de implantação da EEE-22



Fonte: Google Earth, 2023

O local escolhido situa-se no ponto de menor cota da sub-bacia na qual a EEE-22 pertence, favorecendo a construção e o manejo dos resíduos somente por gravidade até a chegada da elevatória, em conformidade com o que dizem Tsutiya e Sobrinho (2011), quando tratam a respeito da localização das EEES.

3.2 Caracterização do projeto em estudo

Com base na documentação fornecida, especialmente no memorial de cálculo hidráulico da Estação Elevatória de Esgoto 22, localizada no município de Santo André (SP), foi possível iniciar o desenvolvimento do estudo de caso. A área destinada à implantação da unidade foi caracterizada a partir de dados topográficos levantados em campo e de informações geográficas referentes ao contexto físico da sub-bacia.

A escolha do terreno, situado na menor cota da região, permitiu representar com fidelidade a lógica operacional das elevatórias de esgoto, nas quais o afluente deve alcançar o poço de sucção por gravidade antes de ser recalcado para cotas superiores. Essa etapa de caracterização garantiu que a modelagem seguisse premissas condizentes com a realidade física e operacional do local de implantação proposto.

A unidade analisada enquadra-se como uma elevatória de pequeno porte, uma vez que apresenta vazão de recalque de 5 L/s, valor que, segundo classificações técnicas adotadas por concessionárias e literatura especializada, caracteriza estações elevatórias de pequeno porte, uma vez que se enquadra em vazões inferiores a 50 L/s. Essa definição orienta tanto as decisões de projeto quanto a seleção de equipamentos, influenciando diretamente a complexidade operacional e o arranjo hidráulico da estação.

O estudo de caso delimitou-se a trabalhar apenas no projeto hidráulico da elevatória, excetuando os projetos complementares. De acordo com as definições de projeto, foi previsto para a EEE-22 dois poços circulares, sendo o primeiro, o poço de entrada com diâmetro de 1,20 m que abrigará a válvula de gaveta para isolamento da unidade e o cesto coletor de detritos para retenção de sólidos grosseiros. Em seguida, tem-se o poço de sucção, do tipo úmido, também com diâmetro de 1,20 m em câmara única que irá abrigar duas bombas submersíveis, sendo uma, reserva. O barrilete de recalque será implantado em caixa de concreto com dimensões de 1,80 x 2,30 m e peças em ferro dúctil.

Além disso, foram previstos 4 Tanques de Detenção que, em conjunto com o Poço de Sucção, têm capacidade de amortecer o sistema por, no mínimo, 6 horas em fim de

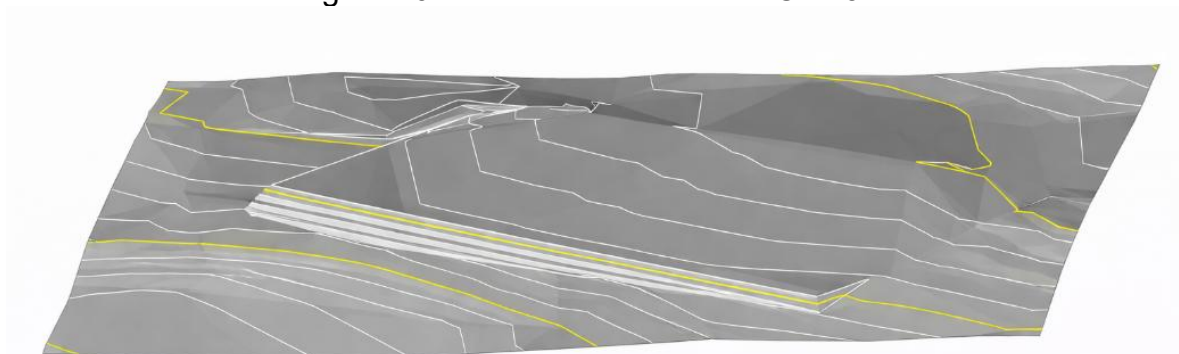
plano até que sejam tomadas providências para que a elevatória volte a seu pleno funcionamento. Estes tanques foram previstos para entrarem em funcionamento apenas em casos extremos de falhas dos conjuntos elevatórios. Não obstante, foi pensado um poço de descarga para esvaziar os tanques, que abrigará uma válvula de gaveta para manobra.

Para o desenvolvimento do projeto, foram adotados especificamente os softwares Autodesk Revit® 2023, Autodesk Civil 3D® 2026 e Autodesk AutoCAD® 2026, além do Microsoft Excel® e do aplicativo Clockify™. A escolha desses programas se justificou por diversos fatores: ampla difusão no mercado de engenharia, compatibilidade com fluxos de trabalho modernos, capacidade de integração entre modelos e, principalmente, pela disponibilidade de versões educacionais gratuitas, que tornam seu uso acessível em ambiente acadêmico sem comprometer a qualidade técnica da modelagem. O Revit® foi selecionado para a modelagem tridimensional e integração das disciplinas; o Civil 3D® para o desenvolvimento do modelo topográfico; o AutoCAD® para a elaboração do projeto tradicional em 2D; o Excel para organização da lista de materiais; e o Clockify™ para mensuração precisa do tempo gasto nas atividades, permitindo comparar objetivamente os métodos *BIM* e *CAD*.

3.3 Modelagem *BIM* da EEE

Após a definição dos parâmetros iniciais, deu-se início ao desenvolvimento do projeto em ambiente *BIM*, sendo realizado o acompanhamento do tempo de desenvolvimento do projeto, através do rastreador de tempo do programa Clockify™. O modelo tridimensional foi elaborado utilizando os softwares Autodesk Revit® 2023 e Autodesk Civil 3D® 2026. Primeiramente, o terreno foi modelado no Civil 3D® a partir da importação das curvas de nível com elevações reais obtidas no levantamento topográfico (Figura 10).

Figura 10 - Terreno modelado no Civil 3D®



Fonte: O autor, 2025

Concluída a modelagem do terreno no Civil 3D®, procedeu-se à realização de ajustes complementares necessários à implantação da estação elevatória de esgoto, com destaque para a definição de taludes com inclinações variáveis, como 2:1, 1,50:1 e 1:1. Em situações caracterizadas por limitações de espaço e acentuado desnível entre o terreno natural e o projetado, adotaram-se inclinações mais íngremes, especialmente em áreas de corte, a fim de viabilizar a formação de um platô compatível com o nível estabelecido para o projeto.

Em seguida, essa superfície foi exportada para o Revit®, possibilitando a incorporação do contexto físico dentro do modelo da edificação, permitindo assim que o projeto fosse desenvolvido levando em consideração o ambiente natural em que será inserido.

Para o desenvolvimento do modelo tridimensional da estação elevatória, foi utilizado um *template* padronizado fornecido pela Empresa X, organização privada com atuação nacional há 40 anos no segmento de projetos de saneamento e consultoria em engenharia. A empresa possui metodologia consolidada de modelagem em *BIM*, aplicada de forma sistematizada em seus empreendimentos, especialmente em projetos destinados a concessionárias de serviços públicos de saneamento. O *template* adotado integra diretrizes internas de padronização, organização de parâmetros e estruturação de informações técnicas, assegurando uniformidade, rastreabilidade e compatibilização entre disciplinas.

No processo de modelagem da elevatória no Revit®, o *template* encontrava-se previamente configurado e carregado com famílias modeladas e parametrizadas com

base nos catálogos técnicos dos fabricantes. Essas famílias continham informações construtivas e operacionais detalhadas, incluindo dimensões, materiais, classes de pressão e características geométricas de tubos, conexões, válvulas e bombas. O desenvolvimento do projeto seguiu ainda as recomendações das normas técnicas da Sabesp NTS0018, NTS0020, NTS0021 e NTS0116, que orientam a elaboração de projetos hidráulicos, condutos forçados e a padronização de pranchas técnicas, garantindo conformidade normativa e aderência aos padrões exigidos pela concessionária.

Em contrapartida, alguns equipamentos tiveram a necessidade de ser modelados por não estarem inseridos no *template*, sendo eles: A redução concêntrica localizada após o recalque da bomba, projetada em aço carbono, a escada presente na caixa do barrilete de manobra, projetada conforme o desenho padrão 0100-400-E124 da Sabesp, e a bomba submersível que foi fornecida pelo site da fabricante KSB.

Com o terreno e as famílias disponíveis, iniciou-se a elaboração do arranjo hidráulico da EEE. Essa etapa considerou critérios operacionais, espaciais, de manutenção e de segurança, adotando como premissa central a escolha adequada das bombas, uma vez que esses equipamentos condicionam grande parte das decisões de projeto. A modelagem envolveu a definição do poço de sucção, das tubulações de sucção e recalque, do barrilete, das válvulas, do sistema de drenagem, dos acessos operacionais e da disposição dos elementos arquitetônicos necessários ao funcionamento da unidade. Em seguida, a edificação foi detalhada, respeitando espaços de circulação, áreas para içamento dos equipamentos, alturas úteis, desníveis e demais condicionantes estruturais e construtivos. O modelo tridimensional permitiu visualizar integralmente a obra antes de sua execução, reduzindo incertezas e evitando interferências entre os elementos, conforme ilustrado na Figura 11.

Figura 11 - Arranjo hidráulico na modelagem *BIM*

Fonte: O autor, 2025

Após concluída a modelagem, foram geradas plantas, cortes, vistas, tabelas de materiais e detalhes necessários, todos organizados em pranchas. Ressalta-se que o levantamento de quantitativos realizado nessa etapa correspondeu especificamente à lista de materiais do projeto hidráulico, incluindo tubos, conexões e acessórios, cujas informações foram automaticamente extraídas do modelo tridimensional, garantindo precisão e consistência.

Com o objetivo de garantir a consistência técnica, a compatibilidade entre disciplinas e a conformidade dos desenhos com o memorial de cálculo, foi adotado um checklist de verificação dos projetos de estações elevatórias, fornecido pela Empresa X. Esse checklist foi utilizado como ferramenta de controle de qualidade durante a etapa de detalhamento do projeto, contemplando a conferência de níveis, especificação de equipamentos, acessos operacionais, compatibilidade entre cortes e plantas, sistemas auxiliares e condições de operação e manutenção da EEE. O Quadro 4 apresenta os critérios avaliados para a validação dos desenhos técnicos da estação elevatória.

Quadro 4 - Checklist para Estações Elevatórias

Item	Descrição
1	Conferir se os níveis das elevatórias estão corretos entre as pranchas e se são compatíveis com o memorial de cálculo
2	Confirmar se a bomba representada no desenho é a bomba especificada (inclusive os dados de vazão, potência e AMT)
3	Verificar se as dimensões do cesto são compatíveis com o memorial de cálculo
4	Checar se a capacidade especificada para o guindaste suporta a bomba e o cesto
5	Conferir se os blocos de ancoragem estão indicados e especificados nos locais necessários, e se cabem onde foram posicionados
6	Verificar se os cortes fazem sentido, se estão voltados para o lado correto e se mostram detalhes relevantes
7	Confirmar se o raio de giração do guindaste alcança todos os equipamentos necessários
8	Checar o material de bypass e extravasor
9	Avaliar se o acesso do operador é adequado, se há espaço suficiente para as tarefas e se é necessária uma escada
10	Garantir que todos os locais da elevatória possuam drenos e que os níveis dos drenos estejam corretos
11	As tampas devem ser divididas para evitar tamanhos grandes (acima de 80 cm)
12	O nível do fundo do cesto deve ser rente ao NA de Alarme
13	Verificar a compatibilidade entre as unidades de um mesmo projeto

Fonte: Adaptado de empresa X, 2025

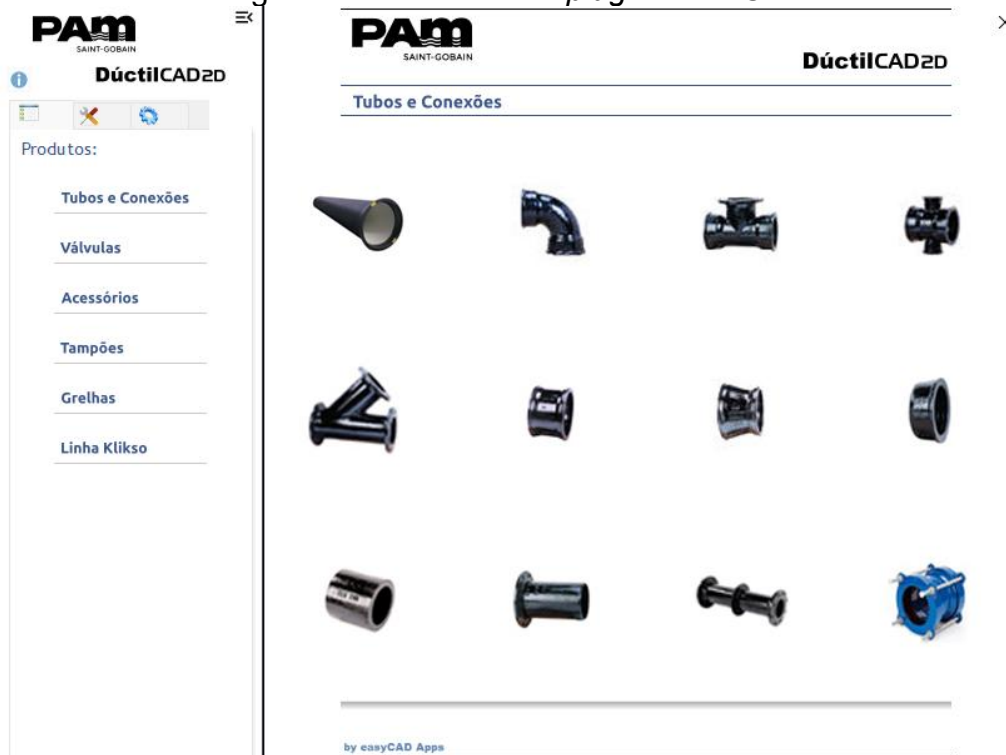
Ao término da modelagem, foram elaboradas as pranchas técnicas do projeto executivo da estação elevatória, incluindo plantas, cortes, vistas e tabelas de quantitativos do projeto hidráulico. O conjunto completo de desenhos técnicos desenvolvidos por meio da metodologia *BIM* encontra-se apresentado no Apêndice A, servindo como registro detalhado do processo e dos resultados obtidos nessa etapa.

3.4 Modelagem CAD da EEE

O desenvolvimento do projeto 2D da EEE partiu dos mesmos princípios da modelagem *BIM*, considerando as normas técnicas, análise de catálogos técnicos e modelagem do terreno através das curvas de nível 2D com elevação obtidas através de um levantamento topográfico. Não obstante, foi realizado o acompanhamento do tempo de desenvolvimento do projeto, através do rastreador de tempo do programa Clockify™. A inserção das peças hidráulicas foi feita através do auxílio do *plugin*

DúctilCad, fornecido pela Saint-Gobain Canalização, o qual possui as peças inseridas em formatos de blocos, separadas por categorias de tubos e conexões, válvulas, juntas, tampões e etc. (Figura 12).

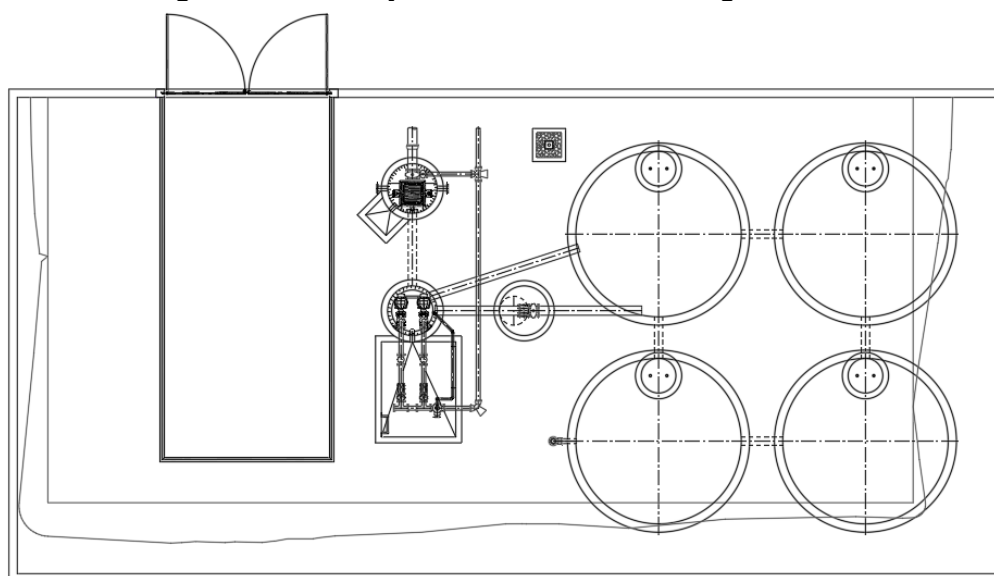
Figura 12 - Interface do *plugin* DúctilCad



Fonte: O autor, 2025

Em seguida, foi feito o desenho do arranjo hidráulico manualmente, e subsequentemente geradas as vistas de planta baixa e planta de cobertura, bem como os cortes necessários para melhor entendimento do projeto. A Figura 13 apresenta a planta do arranjo hidráulico executado em ambiente CAD.

Figura 13 - Arranjo hidráulico na modelagem CAD



Fonte: O autor, 2025

Além disso, foi feita a lista de materiais, com auxílio do *software* Excel®, a partir da posse de uma planilha fornecida pela Empresa X, a qual possuía a descrição padrão das peças utilizadas no projeto, sendo necessário levantar apenas o quantitativo das peças de acordo com o que foi projetado. Por fim, foi feito o detalhamento das vistas produzidas e o pranchetamento dos desenhos.

De forma análoga, o projeto desenvolvido pelo método tradicional em *CAD* resultou na elaboração de plantas, cortes e demais elementos gráficos necessários à compreensão do arranjo hidráulico da estação elevatória. Os desenhos técnicos correspondentes ao projeto elaborado em ambiente *CAD* estão apresentados no Apêndice B, permitindo a comparação direta entre as duas abordagens adotadas no estudo.

3.5 Comparação dos métodos

A etapa final deste trabalho consistiu na comparação entre o projeto desenvolvido por meio de ferramentas *BIM*, utilizando os *softwares* Civil 3D® e Revit®, e o projeto elaborado pelo método tradicional em AutoCAD® 2D. Essa análise teve como foco principal a avaliação da eficiência de cada metodologia, com ênfase no tempo necessário para a execução das atividades de modelagem, detalhamento e extração de informações, permitindo mensurar a produtividade associada a cada abordagem.

A partir dessa análise comparativa, foi possível examinar de forma sistemática o impacto do método de projeto na duração do processo, considerando as diferenças nos fluxos de trabalho, no retrabalho decorrente de ajustes de projeto e na automatização de tarefas, como a geração de quantitativos e a atualização de desenhos. Dessa forma, a variável tempo constitui um parâmetro central para a comparação entre os métodos *BIM* e *CAD*, fornecendo subsídios objetivos para a avaliação de sua aplicabilidade em projetos de infraestrutura de saneamento, especialmente em estações elevatórias de esgoto de pequeno porte.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados apresentados neste capítulo decorrem diretamente da aplicação da metodologia descrita no Capítulo 3, na qual foi desenvolvido um estudo de caso comparativo entre a modelagem de uma estação elevatória de esgoto de pequeno porte por meio da metodologia *BIM* e a elaboração do mesmo projeto utilizando o método tradicional em ambiente *CAD* bidimensional. A análise fundamenta-se nas etapas de modelagem *BIM* da EEE, modelagem *CAD* da EEE e comparação dos métodos, com ênfase no tempo de desenvolvimento do projeto, na organização das informações e na confiabilidade dos dados técnicos obtidos.

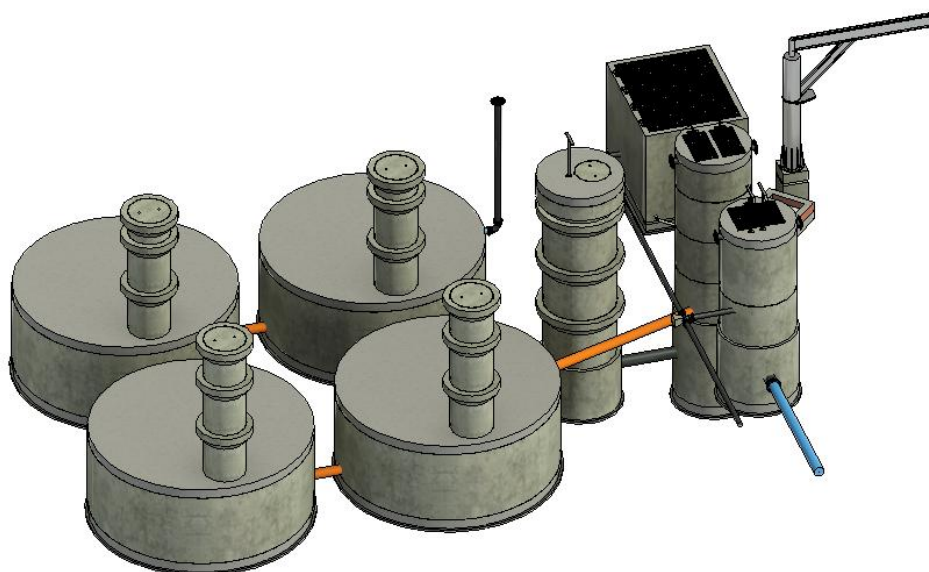
A variável tempo foi mensurada de forma objetiva por meio do aplicativo Clockify™, permitindo a quantificação precisa do esforço despendido em cada metodologia e fornecendo base empírica para a discussão comparativa dos resultados obtidos.

4.1 Modelagem *BIM*

Conforme descrito na metodologia, a modelagem da estação elevatória de esgoto em ambiente *BIM* foi desenvolvida a partir da integração entre o modelo topográfico elaborado no Civil 3D® e o modelo tridimensional da edificação criado no Revit®. Essa integração permitiu que o projeto fosse concebido considerando, desde as etapas iniciais, as condições reais do terreno, os desníveis existentes e os condicionantes geométricos da área de implantação, resultando em maior coerência entre o modelo virtual e o contexto físico da obra.

O desenvolvimento do modelo tridimensional possibilitou a representação integrada dos sistemas hidráulicos e dos elementos construtivos da estação elevatória, permitindo melhor compreensão do arranjo geral da unidade. A visualização espacial proporcionada pelo *BIM* favoreceu a análise do posicionamento dos poços, das tubulações de sucção e recalque, do barrilete, das válvulas e dos acessos operacionais, contribuindo para decisões projetuais mais assertivas ainda na fase de projeto, conforme ilustrado na Figura 14, que apresenta a vista tridimensional geral da estação elevatória modelada.

Figura 14 - Vista geral da estação elevatória de esgoto



Fonte: O autor, 2025

Ressalta-se que, no presente estudo, a aplicação da metodologia *BIM* restringiu-se à dimensão tridimensional (3D), voltada à representação geométrica e informacional do projeto, não sendo exploradas as demais dimensões associadas ao *BIM*, como planejamento (4D), custos (5D), operação e manutenção (6D) ou sustentabilidade (7D), em função do escopo definido para o trabalho.

Quanto ao nível de desenvolvimento do modelo, adotou-se o *LOD 300* para todos os componentes essenciais do projeto, por se tratar do nível mais difundido e amplamente aceito no mercado de projetos de saneamento. Esse nível de detalhamento já estava previamente estabelecido no *template* de modelagem adotado, o qual foi configurado com parâmetros e critérios compatíveis com as exigências do projeto executivo. Dessa forma, os elementos foram modelados com geometria precisa, dimensões definitivas, posicionamento correto e informações suficientes tanto para a elaboração do projeto quanto para a extração da lista de materiais.

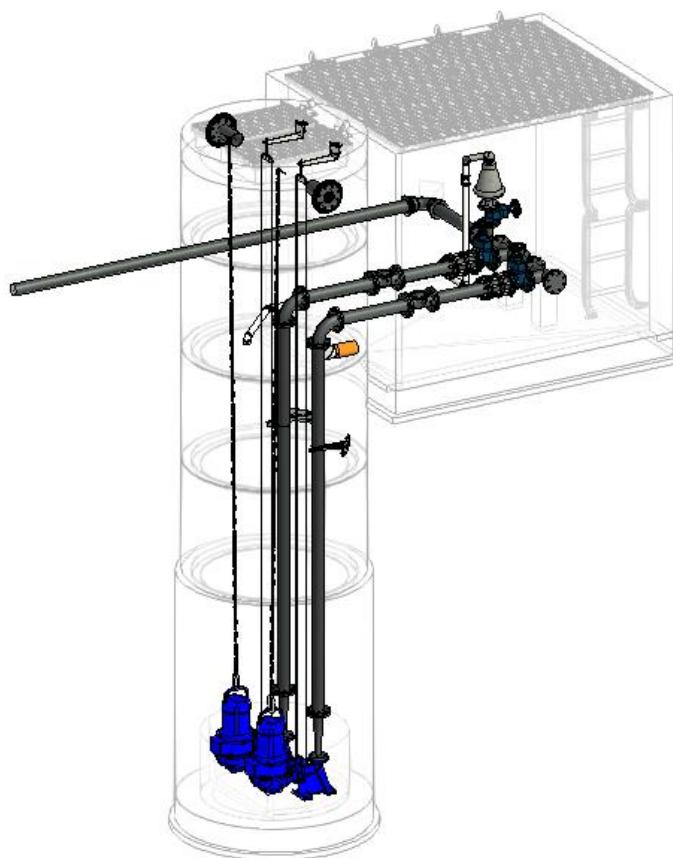
A adoção do *LOD 300* mostrou-se adequada ao porte da estação elevatória analisada, permitindo equilíbrio entre o esforço de modelagem e a qualidade das informações geradas. Destaca-se que a utilização de níveis de desenvolvimento superiores, como *LOD 400* ou *500*, não se mostrou tecnicamente necessária para o contexto analisado, uma vez que, em projetos de saneamento, os elementos são geralmente

representados em escalas de pranchetamento mais amplas, nas quais o detalhamento excessivo do objeto tridimensional não é plenamente visualizado ou explorado na documentação gráfica final. Assim, níveis mais elevados de detalhamento poderiam implicar aumento do esforço de modelagem sem retorno proporcional em termos de informação efetivamente utilizada no projeto.

Nesse mesmo contexto, o uso de famílias parametrizadas previamente incorporadas ao *template*, dotadas de informações técnicas provenientes de catálogos de fabricantes e normas da concessionária, contribuiu para a padronização dos elementos hidráulicos e operacionais da elevatória. Essa configuração inicial possibilitou que ajustes realizados durante o desenvolvimento do arranjo hidráulico, como alterações de diâmetros, reposicionamento de válvulas e redefinições de níveis, fossem automaticamente refletidos em todas as vistas do projeto, reduzindo a necessidade de correções manuais e retrabalhos, além de garantir maior consistência entre as representações gráficas.

Outro aspecto relevante observado foi a possibilidade de análise visual de interferências e conflitos espaciais entre os elementos do projeto. A visualização tridimensional do interior do poço de sucção permitiu identificar previamente possíveis incompatibilidades entre tubulações, conjuntos motobomba, válvulas e elementos estruturais, possibilitando ajustes ainda na fase de projeto. Essa capacidade de antecipação de interferências pode ser observada na Figura 15, que apresenta a vista tridimensional interna do poço de sucção, evidenciando o arranjo hidráulico e os componentes operacionais da estação elevatória.

Figura 15 - Vista interna do poço de sucção e do barrilete de manobra



Fonte: O autor, 2025

No que se refere à documentação técnica, a modelagem *BIM* possibilitou a geração automática de plantas, cortes, vistas e tabelas de materiais a partir de um modelo único e centralizado. Essa característica assegurou elevada coerência entre as diferentes representações do projeto, reduzindo a possibilidade de divergências gráficas e facilitando a interpretação das informações. Além disso, a extração de quantitativos da lista de materiais hidráulica diretamente do modelo aumentou a confiabilidade dos dados, uma vez que os valores obtidos estavam diretamente vinculados aos elementos modelados.

Dessa forma, os resultados obtidos demonstram que a aplicação da metodologia *BIM* no desenvolvimento do projeto da estação elevatória de esgoto contribuiu significativamente para a melhoria da visualização, da análise técnica, da organização das informações e da confiabilidade dos dados do projeto, atendendo plenamente aos objetivos propostos para o estudo de caso.

4.2 Modelagem CAD

O desenvolvimento do projeto da estação elevatória de esgoto por meio do método tradicional em ambiente *CAD* bidimensional foi realizado conforme as diretrizes metodológicas estabelecidas, utilizando as mesmas premissas técnicas, normativas e dimensionais adotadas na modelagem *BIM*. Essa equivalência assegurou condições adequadas para a comparação entre os métodos, permitindo avaliar de forma consistente as diferenças no processo de desenvolvimento do projeto.

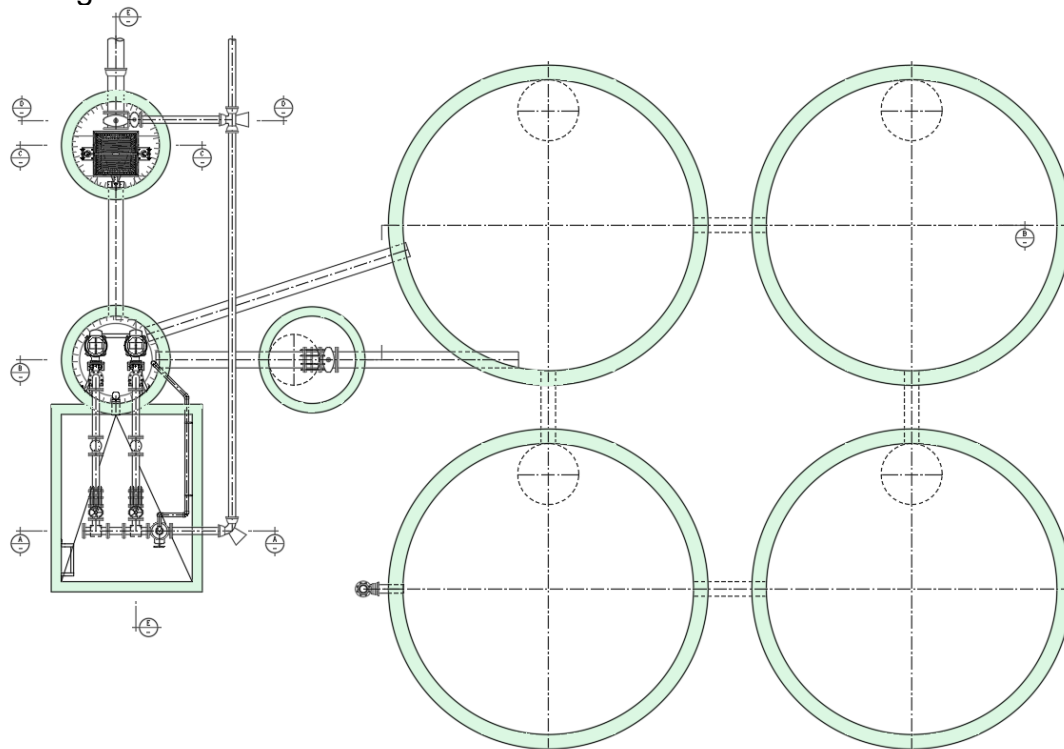
A elaboração do arranjo hidráulico em *CAD* foi conduzida de forma manual, com o auxílio de blocos de AutoCad® específicos de tubulações, conexões e válvulas, inseridos em vistas planas. As plantas baixas, cortes e detalhes foram desenvolvidos individualmente, exigindo atenção constante para garantir a coerência entre as diferentes representações gráficas. Essa característica é inerente ao método bidimensional, no qual cada vista é tratada de forma independente, sem vínculo automático com as demais.

Observou-se que o método *CAD* apresentou maior agilidade nas etapas iniciais de elaboração gráfica, sobretudo na representação das plantas e cortes básicos da estação elevatória. A familiaridade com o ambiente de desenho e a menor necessidade de configuração inicial contribuíram para um início mais rápido do processo projetual. Entretanto, à medida que o projeto evoluiu e passou a demandar ajustes mais refinados no arranjo hidráulico e na disposição dos componentes, tornou-se necessário realizar modificações repetitivas em múltiplas vistas, aumentando o tempo destinado às revisões e conferências.

No que se refere à visualização e à análise espacial do empreendimento, a representação bidimensional mostrou-se limitada, especialmente para a compreensão das relações entre os elementos internos da estação elevatória. A avaliação do posicionamento relativo entre tubulações, conjuntos motobomba, válvulas e acessos operacionais exigiu maior esforço de interpretação técnica por parte do projetista, uma vez que a análise se baseou na leitura combinada de plantas e cortes, sem a possibilidade de visualização integrada do conjunto. Essa característica pode ser observada na Figura 16, que apresenta a planta bidimensional do projeto

desenvolvido em ambiente *CAD*, na qual a compreensão do arranjo hidráulico depende da análise conjunta de diferentes vistas.

Figura 16 – Planta baixa da EEE-22 desenvolvida em ambiente *CAD*



Fonte: O autor, 2025

O levantamento quantitativo da lista de materiais hidráulica no método *CAD* foi realizado manualmente, com apoio de planilha eletrônica, a partir da contagem e identificação dos elementos representados nos desenhos. Esse procedimento demandou maior esforço e atenção, pois dependia diretamente da precisão do desenho e da interpretação do projetista. Qualquer alteração no arranjo hidráulico implicava a necessidade de revisão manual dos quantitativos, aumentando a probabilidade de inconsistências entre o projeto gráfico e a lista de materiais.

Outro aspecto observado foi a maior suscetibilidade do método tradicional a retrabalhos nas etapas finais do projeto. Ajustes pontuais, como alterações de diâmetros, reposicionamento de conexões ou modificação de níveis, exigiriam atualizações manuais em todas as vistas afetadas, bem como a conferência dos quantitativos associados.

Dessa forma, os resultados obtidos indicam que o método tradicional em *CAD* permite a elaboração do projeto da estação elevatória, porém apresenta restrições quanto à integração das informações, à visualização espacial e à eficiência do processo projetual, especialmente quando comparado à metodologia *BIM*.

4.3 Comparação dos métodos

A análise comparativa entre os métodos de modelagem evidenciou diferenças relevantes no comportamento do tempo ao longo do desenvolvimento do projeto, conforme estabelecido na metodologia. O acompanhamento das atividades por meio do programa Clockify™ possibilitou a mensuração objetiva do esforço despendido em cada abordagem, fornecendo base empírica para a avaliação da produtividade associada aos métodos *BIM* e *CAD*.

De acordo com os registros consolidados, o tempo total gasto no desenvolvimento do projeto foi de 70 horas, 42 minutos e 22 segundos. Desse total, a modelagem *BIM* demandou 34 horas, 46 minutos e 36 segundos, correspondendo a 49,18% do tempo total registrado, enquanto a modelagem em *CAD* totalizou 35 horas, 55 minutos e 46 segundos, representando 50,82% do tempo. Essa distribuição pode ser observada na Figura 17, que apresenta o resumo gráfico do tempo total e a participação percentual de cada metodologia.

Figura 17 - Distribuição do tempo de desenvolvimento dos projetos, conforme registros do Clockify™

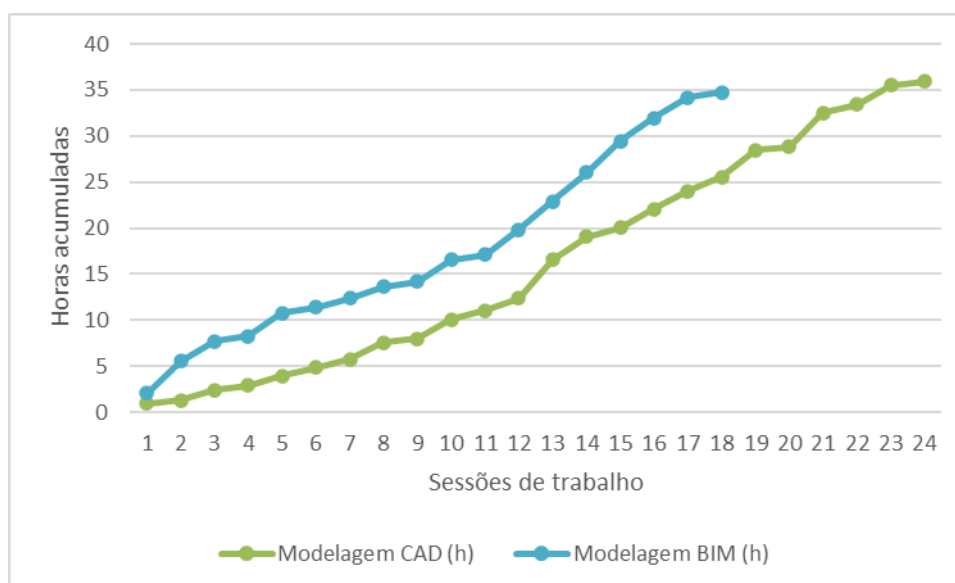


Fonte: O autor, 2025

A análise da Figura 17 indica que, sob a ótica quantitativa, os tempos totais de desenvolvimento dos projetos foram bastante próximos. Contudo, embora a análise do tempo total de desenvolvimento do projeto, apresentada anteriormente, forneça

uma visão quantitativa geral do esforço despendido em cada método de modelagem, essa abordagem isolada não permite compreender como esse tempo foi distribuído ao longo do processo projetual. Dessa forma, visando aprofundar a avaliação da variável tempo e identificar diferenças no comportamento das metodologias ao longo das etapas de desenvolvimento, procedeu-se à análise da evolução do tempo acumulado por sessões de trabalho, conforme apresentado na Figura 18.

Figura 18 - Evolução do tempo de desenvolvimento do projeto ao longo das sessões de trabalho



Fonte: O autor, 2025

A Figura 18 evidencia que, apesar da proximidade entre os tempos totais distribuídos nos métodos de modelagem *BIM* e *CAD*, os comportamentos ao longo do desenvolvimento do projeto apresentam diferenças significativas. No método *BIM*, observou-se maior concentração de tempo nas etapas iniciais, associadas à preparação do ambiente de modelagem, à importação da topografia, à definição de parâmetros e à configuração das famílias. Após essa fase inicial, o desenvolvimento do projeto ocorreu de forma mais contínua e organizada, com menor necessidade de ajustes repetitivos.

Por outro lado, no método *CAD*, embora o tempo inicial de elaboração gráfica tenha sido inferior, verificou-se maior dispersão do esforço ao longo do processo, especialmente nas etapas finais. A necessidade de atualizações manuais em

múltiplas vistas, a compatibilização entre plantas e cortes e a revisão dos quantitativos da lista de materiais contribuíram para o aumento do tempo acumulado, evidenciando menor eficiência do fluxo de trabalho à medida que o projeto se tornava mais detalhado.

A leitura conjunta dos dados temporais e da organização do processo projetual demonstra que a similaridade nos tempos totais não implica desempenho equivalente entre os métodos. Enquanto o método *CAD* concentra parte significativa do esforço em revisões e conferências finais, a metodologia *BIM* distribui melhor o tempo ao longo das etapas do projeto, antecipando decisões e reduzindo retrabalhos. Nesse sentido, a principal vantagem do *BIM* não se manifesta necessariamente na redução imediata do tempo total de desenvolvimento, mas na melhoria da qualidade do processo, da confiabilidade das informações e da eficiência operacional.

Dessa forma, os resultados indicam que a metodologia adotada exerce influência direta não apenas sobre a duração do desenvolvimento do projeto, mas também sobre a forma como o tempo é empregado ao longo do processo. Mesmo em um empreendimento de pequeno porte, como a estação elevatória analisada, a modelagem *BIM* mostrou-se mais eficiente sob a ótica da organização do trabalho, da redução de retrabalho e da integração das informações, validando sua aplicação como alternativa tecnicamente vantajosa em projetos de infraestrutura de saneamento.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho analisou e comparou metodologias de desenvolvimento de projetos de estações elevatórias de esgoto de pequeno porte, tendo como estudo de caso a Elevatória 22 (EEE-22), localizada no município de Santo André – SP. A comparação entre o método tradicional em *CAD* bidimensional e a modelagem em ambiente *BIM*, desenvolvida por meio das ferramentas Civil 3D®, Revit® e AutoCad® permitiu avaliar diferenças quanto à eficiência do processo, à qualidade das informações geradas e ao tempo necessário para elaboração do projeto.

Os resultados evidenciaram que a metodologia *BIM* proporciona ganhos relevantes em termos de organização, integração e consistência das informações de projeto. A modelagem tridimensional, associada à adoção do nível de desenvolvimento *LOD* 300, mostrou-se adequada para o atendimento às demandas de projeto executivo, permitindo maior clareza na representação dos sistemas e melhor compatibilização entre os elementos que compõem a estação elevatória.

Em relação à variável tempo, observou-se que o método *BIM* demanda maior dedicação na fase inicial de modelagem, especialmente na configuração e parametrização dos componentes. Entretanto, ao longo do desenvolvimento do projeto, essa metodologia apresentou maior eficiência, sobretudo em atividades como revisões, ajustes de layout, extração de quantitativos e atualização dos desenhos, reduzindo retrabalhos quando comparada ao processo tradicional em *CAD*.

Adicionalmente, o uso do *BIM* favoreceu a identificação antecipada de interferências entre os sistemas, contribuindo para a melhoria da qualidade técnica do projeto e para a redução de inconsistências que poderiam impactar a fase de execução. No método *CAD*, a verificação dessas interferências mostrou-se mais limitada, dependente de análises manuais e da experiência do projetista.

Dessa forma, conclui-se que a aplicação da metodologia *BIM* em projetos de estações elevatórias de esgoto de pequeno porte apresenta vantagens em relação ao método convencional, especialmente no que se refere à gestão da informação, à compatibilização de projetos e à otimização do tempo ao longo do processo de desenvolvimento. O estudo reafirma a relevância da adoção de metodologias de

projeto mais integradas no setor de saneamento, alinhadas às demandas por maior eficiência, confiabilidade e racionalização de recursos na engenharia pública. Contudo, ressalta-se que tais resultados não implicam na substituição integral da metodologia *CAD*, a qual permanece pertinente em determinados contextos práticos. Em situações que exigem elevada rapidez na entrega, como intervenções e reformas em unidades existentes, frequentemente baseadas em levantamentos de campo preliminares ou de menor precisão, o desenvolvimento em ambiente *CAD* pode se mostrar mais adequado, em razão da sua maior agilidade operacional. Além disso, fatores contratuais e econômicos, como exigências específicas da contratante ou limitações orçamentárias, também podem justificar a adoção do método tradicional, evidenciando que a escolha da metodologia deve considerar não apenas aspectos técnicos, mas também condicionantes operacionais e financeiros do empreendimento.

Como proposição para trabalhos futuros, recomenda-se a ampliação da amostragem analisada, por meio da aplicação da metodologia comparativa em um conjunto maior de empreendimentos, de modo a conferir maior robustez às conclusões obtidas. Sugere-se, ainda, a aplicação do mesmo procedimento metodológico a outros tipos de obras de engenharia, permitindo a comparação dos resultados com aqueles apresentados neste estudo e a identificação das tipologias nas quais a modelagem *BIM* apresenta maiores benefícios. Outra linha de investigação consiste na realização do estudo com a adoção de níveis de desenvolvimento superiores ao *LOD 300*, como *LOD 400* ou *LOD 500*, possibilitando avaliar os impactos do maior nível de detalhamento sobre o tempo de projeto e a qualidade das informações geradas.

Recomenda-se também a repetição do experimento metodológico com inversão da ordem de desenvolvimento dos projetos, iniciando-se pelo modelo em *CAD 2D* e, posteriormente, realizando a modelagem em ambiente *BIM*, a fim de analisar a influência da sequência de elaboração sobre o tempo despendido, o grau de retrabalho e os resultados comparativos obtidos. Ademais, propõe-se a realização do estudo com a participação de múltiplos profissionais no processo de desenvolvimento das modelagens, tanto em *CAD* quanto em *BIM*, permitindo avaliar a influência do trabalho colaborativo, da divisão de tarefas e da experiência individual sobre o desempenho das metodologias. Por fim, recomenda-se a ampliação da análise para as fases posteriores ao projeto, incluindo orçamento, planejamento da execução e

operação/manutenção, com o objetivo de avaliar os benefícios da metodologia *BIM* ao longo de todo o ciclo de vida do empreendimento.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 9548: esgoto sanitário – terminologia**. Rio de Janeiro: ABNT, 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 9648: estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário**. Rio de Janeiro: ABNT, 1986.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 12208: projeto de estação elevatória de esgoto sanitário**. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

AZEVEDO NETTO, J. M. **Manual de hidráulica**. 8. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1998.

AZHAR, Salman. Building Information Modeling (BIM): trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry. *Leadership and Management in Engineering*, v. 11, n. 3, p. 241–252, 2011.

BERNARDES, Célio Rezende; PRESTES, José Carlos; TSUTIYA, Milton Tomoyuki; NORONHA, Paulo Augusto Carvalho de. Operação e manutenção de elevatórias de esgotos com utilização de conjuntos submersos. *Revista DAE*, São Paulo, n. 126, 1981.

BRASIL. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e dá outras providências. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 8 jan. 2007. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm. Acesso em: 19 ago. 2025.

BRASIL. **Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020**. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 15 jul. 2020. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm. Acesso em: 5 ago. 2025.

BRASIL. **Lei nº 14.133, de 1º de abril de 2021**. Lei de Licitações e Contratos Administrativos. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 1 abr. 2021. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/L14133.htm. Acesso em: 5 ago. 2025.

BRASIL. **Decreto nº 10.306, de 2 de abril de 2020**. Estabelece a utilização do Building Information Modelling (BIM) na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizados pelos órgãos e entidades da administração pública federal. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 3 abr. 2020. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/D10306.htm. Acesso em: 6 ago. 2025.

BRASIL. **Decreto nº 11.888, de 27 de março de 2024**. Institui a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling – Estratégia BIM BR. *Diário*

Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 27 mar. 2024. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-11.888-de-27-de-marco-de-2024-534351871>. Acesso em: 5 ago. 2025.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Relatório dos serviços de esgotamento sanitário: SINISA 2024, ano de referência 2023**. Brasília, DF: Ministério das Cidades, 2025. Disponível em: https://www.gov.br/cidades/pt-br/acao-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/sinisa/resultados-sinisa/RELATORIO_SINISA_ESGOTAMENTO_SANITARIO_2024.pdf. Acesso em: 1 mar. 2026.

BRASIL. MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL. **Plano Nacional de Saneamento Básico – PLANSAB**. [S.l.: s.n.], 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/acao-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/plano-nacional-de-saneamento-basico-plansab>. Acesso em: 02 jul. 2025.

BRASIL. MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL. **Panorama do saneamento básico**. Brasília: MDR, 2021.

CATELANI, Wilton Silva. **Implantação do BIM para construtoras e incorporadoras. Parte 1: fundamentos BIM**. Brasília: Cbic, 2016.

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO – SABESP. **Elaboração de projetos – considerações gerais**. NTS0018 – versão 3. São Paulo: SABESP, 2016. 23 p.

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO – SABESP. **Elaboração de projetos – estações elevatórias**. NTS0020 – versão 1. São Paulo: SABESP, 2003. 10 p.

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO – SABESP. **Elaboração de projetos – conduto forçado**. NTS0021 – versão 1. São Paulo: SABESP, 2017. 18 p.

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO – SABESP. **Padronização do carimbo dos desenhos técnicos**. NTS0116 – versão 4. São Paulo: SABESP, 2024. 11 p.

CRESPO, P. G. **Elevatórias nos sistemas de esgotos**. Belo Horizonte: UFMG, 2001. 290 p.

CTE – CENTRO DE TECNOLOGIA DE EDIFICAÇÕES. **BIM: guia prático para a modelagem da informação da construção**. São Paulo: CTE, 2012b.

EASTMAN, Chuck et al. **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. Porto Alegre: Bookman, 2014.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE – FUNASA. **Manual de saneamento**. 4. ed. Brasília, DF: Funasa, 2019. Disponível em: https://www.funasa.gov.br/web/guest/biblioteca-eletronica/publicacoes/engenharia-de-saude-publica/-/asset_publisher/ZM23z1KP6s6q/content/manual-de-saneamento. Acesso em: 19 ago. 2025.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GOOGLE LLC. **Imagem da área de implantação da EEE-22, Avenida Ibertioga, Santo André – SP (Street View)**. 2023. Imagem. Disponível em: <https://earth.google.com/>. Acesso em: 02 mar. 2026.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo 2022: rede de esgoto alcança 62,5% da população, mas desigualdades regionais e por cor e raça persistem**. Agência IBGE Notícias, Rio de Janeiro, 2024. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/39237-censo-2022-rede-de-esgoto-alcanca-62-5-da-populacao-mas-desigualdades-regionais-e-por-cor-e-raca-persistem>. Acesso em: 1 mar. 2026.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo demográfico 2022: resultados preliminares**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 10 ago. 2025.

JONES, G. M. (ed.). **Pumping station design**. 3. ed. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2006. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=8NERxTxHGkgC>.

MACINTYRE, A. J. **Bombas e instalações de bombeamento**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos, 1997.

MENDONÇA, S. R.; MENDONÇA, L. C. **Sistemas sustentáveis de esgoto: orientações técnicas para projeto e dimensionamento de redes coletoras, emissários, canais, estações elevatórias, tratamento e reuso na agricultura**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2017. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=GS1dDwAAQBAJ>. Acesso em: 20 jun. 2025.

METCALF & EDDY, Inc. **Wastewater engineering: collection and pumping of wastewater**. New York: McGraw-Hill, 1981.

MIRANDA, Rian das Dores de. SALVI, Levi. **Análise da tecnologia Bim no contexto da indústria da construção civil brasileira**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 04, Ed. 05, Vol. 07, pp. 79-98 Maio de 2019. ISSN: 2448-0959

NECHYPORCHUK, Y.; BASKOVA, R. The level of detail for 4D BIM modeling. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, v. 1209, 012002, 2021. DOI: 10.1088/1757-899X/1209/1/012002.

NITATORI, Diogo Hiroshi. **Estudo de caso da operação de estações elevatórias de esgoto sanitário no município de São Paulo**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) – Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2018.

NUVOLARI, A. et al. **Esgoto sanitário: coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2011.

PORTAL SANEAMENTO BÁSICO. **Projeto de estação de tratamento de esgoto e o BIM**. Disponível em: <https://www.saneamentobasico.com.br>. Acesso em: 5 jun. 2025.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTO ANDRÉ. **Geografia**. Santo André, 2025. Disponível em: <https://web.santoandre.sp.gov.br/portal/servicos/1002/geografia/>. Acesso em: 10 ago. 2025.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013. Disponível em: <https://www.feevale.br/editora>. Acesso em: 02 jul. 2025.

SANKS, Robert L.; TCHOBANOGLIOUS, George (ed.). **Pumping station design**. 2. ed. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1998. 1050 p.

SANEAGO – SANEAMENTO DE GOIÁS S/A. **IT00.0719-05.03 – Estação elevatória de esgoto**. Goiânia: SANEAGO, 2020. Disponível em: <https://saneago.com.br/2023/arquivos/manual-projetos/05-PROJETOS-HIDRAULICOS-SES/IT00.0719-05.03-Estacao-Elevatoria-de-Esgoto.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2025.

SANTIAGO, Luana; MENDES, Rodrigo. **A adoção do BIM no setor da construção civil: benefícios e desafios no contexto brasileiro**. São Paulo: Editora Técnica, 2022.

Sienge. **Dimensões do BIM: entenda o que são e para que servem**. Blog Sienge, [s.d.]. Disponível em: <https://sienge.com.br/blog/dimensoes-do-bim/>. Acesso em: 28 dez. 2025

SILVA, Bruna Ferreira da. **Guia de implementação BIM na área de saneamento básico**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Aparecida de Goiânia, Aparecida de Goiânia, 2022.

SOUSA, Rafael Winicius da Silva e. **A utilização de BIM para o levantamento de quantitativos: estudo de caso de uma estação elevatória de esgoto de grande porte**. 2019. 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Tocantins, Campus Universitário de Palmas, Palmas, 2019.

TEIXEIRA, Emmanuel Kennedy da Costa; RIBEIRO, André Luiz Santos; FURTADO, Leonardo Montes. **Representação de um projeto de sistema de esgoto em um software BIM**, Research, Society and Development, Vargem Grande Paulista - SP, 10, ed. 15, p. 1-11, nov. 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/22860>. Acesso em: 20 dez 2025.

TSUTIYA, Milton Tomoyuki; SOBRINHO, Wilsen Gomes. **Coleta e transporte de esgoto sanitário**. 2. ed. rev. e ampl. São Paulo: CETESB, 2011.

VOLK, R.; STENGEL, J.; SCHULTMANN, F. Building Information Modeling (BIM) for existing buildings – literature review and future needs. *Automation in Construction*, v. 38, p. 109–127, 2014.

VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e tratamento de esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2005. 452 p.

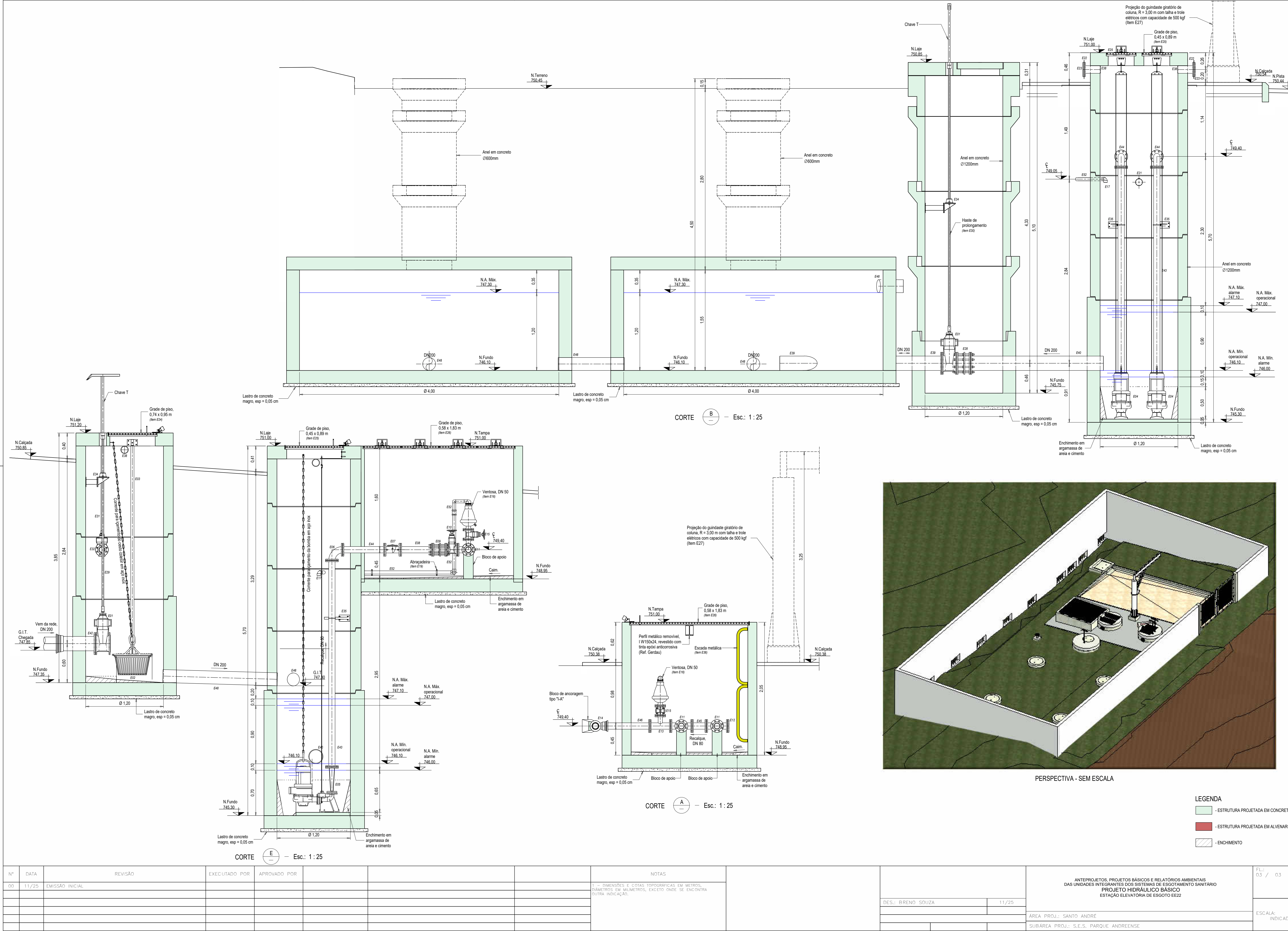
WANVIN, Amanco. **Soluções para tratamento de esgoto BIM**. Disponível em: <https://www.amancowavin.com.br>. Acesso em: 05 de jun de 2025.

APÊNDICE A



ITEM	DESCRIÇÃO	MATERIAL	UNID.	QTD.	OBSERVAÇÃO
E01	Válvula de gaveta para esgoto com flanges NBR 7675, cunha de borracha, corpo curto e acionamento direito com cabeçote, PN-10, DN 200	-	pg	2	Conf. Especificação Técnica
E02	Cesto coletor de detritos com alça para içamento	Aço Inox, AISI 304	pg	1	-
E03	Alça do cesto coletor de detritos, L = 3,10 m	Aço Inox, AISI 304	pg	2	Conf. especificação técnica
E04	Bomba submersível, Q= 5,0 L/s, AMT = 55,29 mca, P = 15 cv	-	qj	2	Conf. especificação técnica
E05	Redução cônica/concha com flange NBR 7675, PN-10, DN 81,00 (3") e flange EN 1092-20, PN-16, DN 38,10 (1 1/2")	Aço Carbono Grau "A" SCHEDULE 40	pg	2	Conf. especificação técnica
E06	Curva 90° com flanges, PN-10, DN 80	PDIcutil/Esgoto	pg	2	Conf. NBR 15420
E07	Válvula de retenção para esgoto tipo portinhola emborachada, posição a 35°, com flanges NBR 7675, PN-10, DN 80	-	pg	2	Conf. especificação técnica
E08	Toco com flanges, PN-10, DN 80, L = 0,50 m	PDIcutil/Esgoto	pg	2	Conf. NBR 15420
E09	Junta de desmontagem travada axialmente com flanges, PN-10, DN 80	PDIcutil	pg	2	Conf. NBR 7675
E10	Válvula de gaveta para esgoto com flanges NBR 7675, cunha de borracha, corpo curto e acionamento direito com volante, PN-10, DN 80	-	pg	2	Conf. Especificação Técnica
E11	Tê de flanges, PN-10, DN 80	PDIcutil/Esgoto	pg	2	Conf. NBR 15420
E12	Flange cego, PN-10, DN 80	PDIcutil/Esgoto	pg	1	Conf. NBR 15420
E13	Tê de redução com flanges, PN-10, DN 80 x DN 50	PDIcutil/Esgoto	pg	1	Conf. NBR 15420
E14	Curva 90° com bolças, JGS, DN 80	PDIcutil/Esgoto	pg	1	Conf. NBR 15420
E15	Válvula de gaveta para esgoto com flanges NBR 7675, cunha de borracha, corpo curto e acionamento direito com volante, PN-10, DN 50	-	pg	1	Conf. Especificação Técnica
E16	Varientsa tripilar função para esgoto com flange NBR 7675 e saída articulada com rosca fêmea, PN-10, BSP, DN 50 x 1 1/2"	-	pg	1	Conf. Especificação Técnica
E17	Joelho 90° com rosca fêmea, BSP, DN 1 1/2"	PVC/Roscavel	pg	3	Conf. NBR 5648
E18	Joelho 45° com rosca fêmea, BSP, DN 1 1/2"	PVC/Roscavel	pg	1	Conf. NBR 5648
E19	Abracadereira tipo "U" para tubo em PVC roscavel de DN 1 1/2"	Aço Galvanizado	pg	2	-
E20	Tê com bolças, JGS, DN 80	-	pg	1	Conf. NBR 15420
E21	Válvula de retenção tipo portinhola com bolça, JE, DN 100	PVC/Esgoto	pg	1	Conf. NBR 5688
E22	Disco de tela milimétrica, Ø200mm, DN 100	Aço Inox AISI 304	pg	5	-
E23	Flange alveo, PN-10, DN 100	PDIcutil/Esgoto	pg	5	Conf. NBR 15420
E24	Grade de piso com chapas antideslante e alça, 0,74 x 0,95 m (GIS-25, ref. STRATUS)	Fibra de Vidro	pg	1	Resistência de 300 kgf/m²
E25	Grade de piso com chapas antideslante e alça, 0,45 x 0,89 m (GIS-25, ref. STRATUS)	Fibra de Vidro	pg	2	Resistência de 300 kgf/m²
E26	Guarda grade de piso com chapas antideslante e alça, 0,58 x 1,83 m (GIS-25, ref. STRATUS)	Fibra de Vidro	pg	4	Resistência de 300 kgf/m²
E27	Quintada gralo de concreto, R = 3,00 m com tala e trole elétricas e capacidade 500 Kg/l	-	qj	1	-
E28	Junta de desmontagem travada axialmente com flanges, PN-10, DN 200	PDIcutil	pg	1	Conf. NBR 7675
E29	Haste de prolongamento com boca de chave e quadrado, DN 1 1/8", L = 2,70 m	Ferro Treifado	pg	1	-
E30	Haste de prolongamento com boca de chave e quadrado, DN 1 1/8", L = 4,10 m	Ferro Treifado	pg	1	-
E31	Haste de prolongamento com boca de chave e quadrado, DN 1 1/8", L = 1,50 m	Ferro Treifado	pg	1	-
E32	Válvula de gaveta para esgoto com flanges NBR 7675, cunha de borracha, corpo curto e acionamento direito com cabeçote, PN-10, DN 80	-	pg	1	Conf. Especificação Técnica
E33	Curva 90° com bolças, JGS, DN 100	PDIcutil/Esgoto	pg	1	Conf. NBR 15420
E34	Mancal intermediário para haste de prolongamento, DN 1 1/8"	PDIcutil	pg	2	-
E35	Suporte para tubulação, DN 80	Aço Inox AISI 304	pg	2	-
E36	Escada metálica de acesso com 6 degraus, 1 a cada 0,30 m	-	pg	1	-
E37	Tubo com flange e ponta, PN-10, DN 80, L = 1,16 m	PDIcutil/Esgoto	pg	1	Classe K-9, conf. NBR 7560 e 15420
E38	Tubo com flange e ponta, PN-10, DN 100, L = 0,85 m	PDIcutil/Esgoto	pg	4	Classe K-9, conf. NBR 7560 e 15420
E39	Tubo com flange e ponta, PN-10, DN 200, L = 2,50 m	PDIcutil/Esgoto	pg	1	Classe K-9, conf. NBR 7560 e 15420
E40	Tubo com flange e ponta, PN-10, DN 200, L = 2,05 m	PDIcutil/Esgoto	pg	1	Classe K-9, conf. NBR 7560 e 15420
E41	Tubo com flange e ponta, PN-10, DN 100, L = 2,90 m	PDIcutil/Esgoto	pg	1	Classe K-9, conf. NBR 7560 e 15420
E42	Tubo com flange e bolça, PN-10, JGS, DN 200, L = 0,50 m	PDIcutil/Esgoto	pg	1	Classe K-9, conf. NBR 7560 e 15420
E43	Tubo com flanges, PN-10, DN 80, L = 3,19 m	PDIcutil/Esgoto	pg	2	Classe K-9, conf. NBR 7560 e 15420
E44	Tubo com flanges, PN-10, DN 80, L = 0,85 m	PDIcutil/Esgoto	pg	2	Classe K-9, conf. NBR 7560 e 15420
E45	Tubo com flange e ponta, PN-10, DN 80, L = 0,22 m	PDIcutil/Esgoto	pg	1	Classe K-9, conf. NBR 7560 e 15420
E46	Tubo com flange e ponta, PN-10, DN 80, L = 0,73 m	PDIcutil/Esgoto	pg	1	Classe K-9, conf. NBR 7560 e 15420
E47	Tubo com ponta e bolça, JE, DN 100	PVC/DEFPP	m	0,42	Classe 1,0 MPa, conf. NBR 7865
E48	Tubo com ponta e bolça, JE, DN 200	PVC/Esgoto Infraestrutura	m	9,62	Conf. NBR 7362-1
E49	Tubo com pontas, DN 80	PDIcutil/Esgoto	m	9,04	Conf. NBR 15420
E50	Tubo com ponta e bolça, JE, DN 200	PVC/Esgoto Infraestrutura	m	1,00	Conf. NBR 7362-1
E51	Tubo com ponta e bolça, JE, DN 150	PVC/Esgoto Infraestrutura	m	3,02	Conf. NBR 7362-1
E52	Tubo com rosca macho, BSP, DN 1 1/2"	PVC/Roscavel	m	3,53	Conf. NBR 5648
*	Arnuela para flanges NBR 7675, PN-10, DN 50	Papelão Hidráulico, esp. 3,20 mm	pg	2	Conf. NBR 7675 e ASTM F104
*	Arnuela para flanges NBR 7675, PN-10, DN 80	Papelão Hidráulico, esp. 3,20 mm	pg	22	Conf. NBR 7675 e ASTM F104
*	Arnuela para flanges NBR 7675, PN-10, DN 100	Papelão Hidráulico, esp. 3,20 mm	pg	5	Conf. NBR 7675 e ASTM F104
*	Arnuela para flanges NBR 7675, PN-10, DN 200	Papelão Hidráulico, esp. 3,20 mm	pg	4	Conf. NBR 7675 e ASTM F104
*	Parafuso para flanges, PN-10, DN 50 (16 x 80)	Aço Galvanizado	pg	8	Conf. NBR 7675
*	Parafuso para flanges, PN-10, DN 80 (16 x 80)	Aço Galvanizado	pg	144	Conf. NBR 7675
*	Parafuso para flanges, PN-10, DN 100 (16 x 80)	Aço Galvanizado	pg	40	Conf. NBR 7675
*	Parafuso para flanges, PN-10, DN 200 (20 x 90)	Aço Galvanizado	pg	16	Conf. NBR 7675

[illegible]



APÊNDICE B

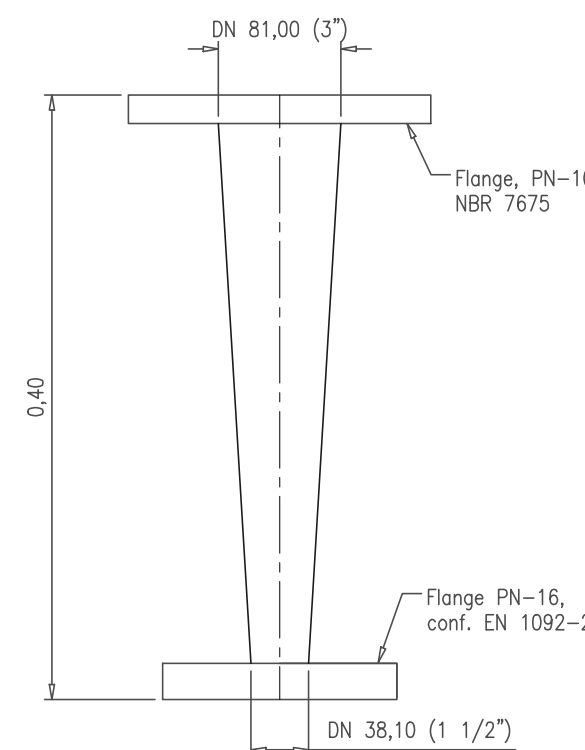
PLANTA BAIXA – ESC.: 1:25

LEGENDA

 - ESTRUTURA PROJETADA EM CONCRETO

REDUÇÃO CONCÊNTRICA COM FLANGE NBR
7675 E FLANGE EN 1092-2

ITEM	DN	MATERIAL
E05	DN 38,10 (1 1/2") x DN 81,00 (3")	Aço Carbono Grau "A" SCHEDULE 40



DETALHE DA REDUÇÃO CONCÊNTRICA COM FLANGE
NBR 7675 E FLANGE EN 1092-2
ESC.: 1:5

(Dimensões em mm)

LISTA DE MATERIAIS – EEE-22

ITEM	DESCRIÇÃO	MATERIAL	UNID.	QTD.	OBSERVAÇÃO
E01	Válvula de gaveta para água com flanges NBR 7675, cunha de borracha, corpo curto e acionamento direto com cabeçote, PN-10, DN 200	-	pc	2	Conf. Especificação Técnica
E02	Cesto coletor de detritos com alça para içamento	Aço Inox, AISI 304	pc	1	-
E03	Guia do cesto coletor de detritos, L = 3,10 m	Aço Inox, AISI 304	pc	2	Conf. Especificação Técnica
E04	Bomba submersível, Q= 5,0 L/s, AMT = 55,29 mca, P = 15 cv	-	cj	2	Conf. Especificação Técnica
E05	Redução cônica com flange NBR 7675, PN-10, DN 81,00 (3") e flange EN 1092-20, PN-16, DN 38 1/0 (1 1/2")	Aço Carbono Grau "A" SCHEDULE 40	pc	2	Conf. Especificação Técnica
E06	Curva 90° com flanges, PN-10, DN 80	F"Diçtil/Esçoto	pc	2	Conf. NBR 15420
E07	Válvula de retenção para esgoto tipo portinhola emborrachada, posição a 35° com flanges NBR 7675, PN-10, DN 80	-	pc	2	Conf. Especificação Técnica
E08	Toco com flanges, PN-10, DN 80, L = 0,50 m	F"Diçtil/Esçoto	pc	2	Conf. NBR 15420
E09	Junta de desmontagem travada axialmente com tirantes, PN-10, DN 80	F"Diçtil	pc	2	Conf. NBR 7675
E10	Válvula de gaveta para água com flanges NBR 7675, cunha de borracha, corpo curto e acionamento direto com volante, PN-10, DN 80	-	pc	2	Conf. Especificação Técnica
E11	Tê com flanges, PN-10, DN 80	F"Diçtil/Esçoto	pc	2	Conf. NBR 15420
E12	Flange cego, PN-10, DN 80	F"Diçtil/Esçoto	pc	1	Conf. NBR 15420
E13	Tê de redução com flanges, PN-10, DN 80 x DN 50	F"Diçtil/Esçoto	pc	1	Conf. NBR 15420
E14	Curva 90° com bolsas, JGS, DN 80	F"Diçtil/Esçoto	pc	1	Conf. NBR 15420
E15	Válvula de gaveta para água com flanges NBR 7675, cunha de borracha, corpo curto e acionamento direto com volante, PN-10, DN 50	-	pc	1	Conf. Especificação Técnica
E16	Ventosa tríplice função para esgoto com flange NBR 7675 e saída articulada com rosca fêmea, PN-10, BSP, DN 50 x DN 11 1/2"	-	pc	1	Conf. Especificação Técnica
E17	Joelho 90° com rosca fêmea, BSP, DN 1 1/2"	PVC/Rosçável	pc	3	Conf. NBR 5648
E18	Joelho 45° com rosca fêmea, BSP, DN 1 1/2"	PVC/Rosçável	pc	1	Conf. NBR 5648
E19	Abraçadeira tipo "U" para tubo em PVC rosçável de DN 1 1/2"	Aço Galvanizado	pc	2	-
E20	Tê com bolsas, JGS, DN 80	F"Diçtil/Esçoto	pc	1	Conf. NBR 15420
E21	Válvula de retenção tipo ponteira com bolsa, JE, DN 100	PVC/Esçoto	pc	1	Conf. NBR 5688
E22	Disco de tela milimétrica, Ø200mm, DN 100	Aço Inox AISI 304	pc	5	-
E23	Flange avulso, PN-10, DN 100	F"Diçtil/Esçoto	pc	5	Conf. NBR 15420
E24	Grade de piso com chapa antiderrapante e alça, 0,74 x 0,95 m (GIS-25, ref. STRATUS)	Fibra de Vidro	pc	1	Resistência de 300 kgf/m²
E25	Grade de piso com chapa antiderrapante e alça, 0,45 x 0,89 m (GIS-25, ref. STRATUS)	Fibra de Vidro	pc	2	Resistência de 300 kgf/m²
E26	Grade de piso com chapa antiderrapante e alça, 0,58 x 1,83 m (GIS-25, ref. STRATUS)	Fibra de Vidro	pc	4	Resistência de 300 kgf/m²
E27	Guindaste giratório de coluna, R = 3,00 m com tãha e trole elétricos e capacidade 500 Kg/l	-	cj	1	-
E28	Junta de desmontagem travada axialmente com tirantes, PN-10, DN 200	F"Diçtil	pc	1	Conf. NBR 7675
E29	Haste de prolongamento com boca de chave e quadrado, DN 1 1/8", L = 2,70 m	Ferro Treliado	pc	1	-
E30	Haste de prolongamento com boca de chave e quadrado, DN 1 1/8", L = 4,10 m	Ferro Treliado	pc	1	-
E31	Haste de prolongamento com boca de chave e quadrado, DN 1 1/8", L = 1,50 m	Ferro Treliado	pc	1	-
E32	Válvula de gaveta para água com flanges NBR 7675, cunha de borracha, corpo curto e acionamento direto com cabeçote, PN-10, DN 80	-	pc	1	Conf. Especificação Técnica
E33	Curva 90° com bolsas, JGS, DN 100	F"Diçtil/Esçoto	pc	1	Conf. NBR 15420
E34	Mancal intermediário para haste de prolongamento, DN 1 1/8"	F"Diçtil	pc	2	-
E35	Suporte para tubulação, DN 80	Aço Inox AISI 304	pc	2	-
E36	Escala metálica de acesso com 6 degraus, 1 a cada 0,30 m	-	pc	1	-
E37	Tubo com flange e ponta, PN-10, DN 80, L = 1,16 m	F"Diçtil/Esçoto	pc	1	Classe K-9, conf. NBR 7560 e NBR 15420
E38	Tubo com flange e ponta, PN-10, DN 100, L = 0,25 m	F"Diçtil/Esçoto	pc	4	Classe K-9, conf. NBR 7560 e NBR 15420
E39	Tubo com flange e ponta, PN-10, DN 200, L = 2,50 m	F"Diçtil/Esçoto	pc	1	Classe K-9, conf. NBR 7560 e NBR 15420
E40	Tubo com flange e ponta, PN-10, DN 200, L = 2,05 m	F"Diçtil/Esçoto	pc	1	Classe K-9, conf. NBR 7560 e NBR 15420
E41	Tubo com flange e ponta, PN-10, DN 100, L = 2,90 m	F"Diçtil/Esçoto	pc	1	Classe K-9, conf. NBR 7560 e NBR 15420
E42	Tubo com flange e bolsa, PN-10, JGS, DN 200, L = 0,50 m	F"Diçtil/Esçoto	pc	1	Classe K-9, conf. NBR 7560 e NBR 15420
E43	Tubo com flanges, PN-10, DN 80, L = 3,19 m	F"Diçtil/Esçoto	pc	2	Classe K-9, conf. NBR 7560 e NBR 15420
E44	Tubo com flanges, PN-10, DN 80, L = 0,65 m	F"Diçtil/Esçoto	pc	2	Classe K-9, conf. NBR 7560 e NBR 15420
E45	Tubo com flanges, PN-10, DN 80, L = 0,22 m	F"Diçtil/Esçoto	pc	1	Classe K-9, conf. NBR 7560 e NBR 15420
E46	Tubo com flange e ponta, PN-10, DN 80, L = 0,73 m	F"Diçtil/Esçoto	pc	1	Classe K-9, conf. NBR 7560 e NBR 15420
E47	Tubo com ponta e bolsa, JE, DN 100	PVC/Esçoto	m	0,42	Classe 1,0 MPa, conf. NBR 7665
E48	Tubo com ponta e bolsa, JE, DN 200	PVC/Esçoto Infraestrutura	m	9,62	Conf. NBR 7362
E49	Tubo com pontas, DN 80	F"Diçtil/Esçoto	m	9,04	Classe K-9, conf. NBR 15420
E50	Tubo com ponta e bolsa, JE, DN 100	PVC/Esçoto Infraestrutura	m	1,00	Conf. NBR 7362
E51	Tubo com ponta e bolsa, JE, DN 150	PVC/Esçoto Infraestrutura	m	3,02	Conf. NBR 7362
E52	Tubo com rosca macho, BSP, DN 1 1/2"	PVC/Rosçável	m	3,53	Conf. NBR 5648
*	Amuela para flanges NBR 7675, PN-10, DN 50	Papelão Hidráulico, esp. 3,20 mm	pc	2	Conf. NBR 7675 e ASTM F104
*	Amuela para flanges NBR 7675, PN-10, DN 80	Papelão Hidráulico, esp. 3,20 mm	pc	22	Conf. NBR 7675 e ASTM F104
*	Amuela para flanges NBR 7675, PN-10, DN 100	Papelão Hidráulico, esp. 3,20 mm	pc	5	Conf. NBR 7675 e ASTM F104
*	Amuela para flanges NBR 7675, PN-10, DN 200	Papelão Hidráulico, esp. 3,20 mm	pc	4	Conf. NBR 7675 e ASTM F104
*	Parafuso para flanges, PN-10, DN 50 (16 x 80)	Aço Galvanizado	pc	8	Conf. NBR 7675
*	Parafuso para flanges, PN-10, DN 80 (16 x 80)	Aço Galvanizado	pc	144	Conf. NBR 7675
*	Parafuso para flanges, PN-10, DN 100 (16 x 80)	Aço Galvanizado	pc	40	Conf. NBR 7675
*	Parafuso para flanges, PN-10, DN 200 (20 x 90)	Aço Galvanizado	pc	16	Conf. NBR 7675

[illegible]

