



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL



RENATO MARINHO LIMA

**FERRAMENTA COMPUTACIONAL DE SUPORTE À
FISCALIZAÇÃO DE OBRAS DE SISTEMAS DE
ESGOTAMENTO SANITÁRIO COLETIVOS**

Uberlândia, 2025

RENATO MARINHO LIMA

**FERRAMENTA COMPUTACIONAL DE SUPORTE À
FISCALIZAÇÃO DE OBRAS DE SISTEMAS DE
ESGOTAMENTO SANITÁRIO COLETIVOS.**

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Federal de Uberlândia, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

Área de Concentração: Recursos Hídricos e Saneamento

Orientador: Prof. Dr. Marcio Ricardo Salla

Uberlândia, 2025

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

L732
2025

Lima, Renato Marinho, 1992-
Ferramenta computacional de suporte à fiscalização de obras
de sistemas de esgotamento sanitário coletivos [recurso
eletrônico] / Renato Marinho Lima. - 2025.

Orientador: Marcio Ricardo Salla.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,
Pós-graduação em Engenharia Civil.
Modo de acesso: Internet.
DOI <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2025.648>
Inclui bibliografia.
Inclui ilustrações.

1. Engenharia civil. I. Salla, Marcio Ricardo, 1976-, (Orient.). II.
Universidade Federal de Uberlândia. Pós-graduação em
Engenharia Civil. III. Título.

CDU: 624

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:
Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091
Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074



ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	Engenharia Civil				
Defesa de:	Dissertação de Mestrado Acadêmico, 325, PPGEC				
Data:	03 de novembro de 2025	Hora de início:	14h:00min	Hora de encerramento:	15h:50min
Matrícula do Discente:	12322ECV009				
Nome do Discente:	Renato Marinho Lima				
Título do Trabalho:	Ferramenta computacional de suporte à fiscalização de obras de sistemas de esgotamento sanitário coletivos				
Área de concentração:	Análise Espacial, Engenharia Urbana, Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental				
Linha de pesquisa:	Recursos Hídricos				
Projeto de Pesquisa de vinculação:	Engenharia Urbana				

Reuniu-se, em sessão pública por webconferência, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, assim composta pelos Professores Doutores: Leonardo Vieira Soares - UFPB, Carlos Eugenio Pereira - UFU e Marcio Ricardo Salla, orientador do candidato.

Iniciando os trabalhos o presidente da mesa, Marcio Ricardo Salla, apresentou a Comissão Examinadora e o candidato, agradeceu a presença do público, e concedeu ao discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(às) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o(a) candidato(a):

Aprovado

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Marcio Ricardo Salla, Professor(a) do Magistério Superior**, em 03/11/2025, às 15:53, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Carlos Eugênio Pereira, Professor(a) do Magistério Superior**, em 03/11/2025, às 15:54, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Leonardo Vieira Soares, Usuário Externo**, em 03/11/2025, às 15:54, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **6818350** e o código CRC **19F36135**.

Dedico este trabalho a meus pais Noé e Maria da Conceição.

Minha esposa Suelen Iara.

Meus filhos Pedro Renato e João Raphael.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, criador da minha vida. À minha esposa Suelen Iara, meus filhos Pedro Renato e João Raphael, meus pais Noé e Maria da Conceição e a toda minha família, que sempre estiveram ao meu lado me incentivando em tudo.

Ao meu orientador Marcio Ricardo Salla, pelas ideias, apoio, paciência e compreensão. Aos professores Alexandre Rossi, André Luiz de Oliveira, Carlos Eugenio Pereira, e Ismarley Lage Horta Moraes pelo ensino apresentado na área.

Aos meus colegas de mestrado, que me ajudaram durante o curso. Aos meus colegas de trabalho, que de alguma forma me ajudaram e me incentivaram nesse processo. Ao meu colega Welker Ramos, que me incentivou a inscrever no programa de pós-graduação.

À Universidade Federal de Uberlândia, à Faculdade de Engenharia Civil e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, que forneceram o apoio necessário à realização deste trabalho.

Por fim, agradeço ao meu local de trabalho, o Departamento Municipal de Água e Esgoto (DMAE), que me proporcionou um conhecimento maior na área do saneamento.

RESUMO

O crescimento contínuo dos centros urbanos evidencia a necessidade de ampliação das obras de saneamento básico, assim como de mecanismos eficientes de fiscalização capazes de assegurar qualidade, transparência e eficiência na aplicação de recursos públicos. Nesse contexto, esta dissertação apresenta o desenvolvimento da ferramenta computacional SIFIO-SES, elaborada em planilha Microsoft Excel com programação em Visual Basic for Applications, destinada a apoiar a fiscalização de sistemas de esgotamento sanitário coletivos. A pesquisa identificou a ausência de soluções específicas voltadas a esse tipo de empreendimento e estruturou a ferramenta em quatro módulos principais: (i) análise comparativa entre o projeto executivo e a planilha orçamentária, (ii) ajustes contratuais e de projeto, (iii) execução da obra e (iv) finalização do empreendimento. Além disso, a ferramenta contempla a aba de “Medições”, que possibilita o registro das etapas construtivas, precificação de serviços, elaboração de cronogramas, cálculo de atrasos e acompanhamento da evolução física e financeira da obra, com apoio de relatórios e representações gráficas. Os resultados demonstram que a SIFIO-SES consolida dados, automatiza cálculos, gera indicadores em tempo real e promove maior padronização nos processos de fiscalização, constituindo-se em uma solução acessível, inovadora e eficaz. Conclui-se que a ferramenta contribui para o aprimoramento da gestão de obras, fortalecendo práticas sustentáveis e garantindo maior eficiência administrativa no setor de saneamento.

Palavras-chave: Ferramenta computacional. Fiscalização de obras. Sistema de esgotamento sanitário. Loteamentos.

ABSTRACT

The continuous growth of urban centers highlights the need to expand basic sanitation infrastructure as well as to implement efficient inspection mechanisms capable of ensuring quality, transparency, and efficiency in the use of public resources. In this context, this dissertation presents the development of the computational tool SIFIO-SES, created in a Microsoft Excel spreadsheet with Visual Basic for Applications programming, designed to support the inspection of collective sanitary sewage systems. The research identified the absence of specific solutions for this type of project and structured the tool into four main modules: (i) comparative analysis between the executive design and the budget spreadsheet, (ii) contractual and design adjustments, (iii) construction execution, and (iv) project completion. Additionally, the tool includes a “Measurements” tab, which enables the recording of construction stages, service pricing, schedule development, delay calculations, and the monitoring of the project's physical and financial progress, supported by reports and graphical representations. The results show that SIFIO-SES consolidates data, automates calculations, generates real-time indicators, and promotes greater standardization in inspection processes, establishing itself as an accessible, innovative, and effective solution. It is concluded that the tool contributes to the improvement of construction management, strengthening sustainable practices and ensuring greater administrative efficiency in the sanitation sector.

Keywords: Computational tool. Construction inspection. Sewage system. Subdivisions.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ilustração de poço de visita de rede de esgoto (PV).	22
Figura 2 - Vistas da ETE Uberabinha em Uberlândia-MG.	26
Figura 3 - Processo de tratamento do esgoto sanitário na fase líquida.....	28
Figura 4 - Processo de tratamento do esgoto sanitário na fase sólida.	29
Figura 5 - Fluxograma de procedimentos da execução indireta de uma obra pública.....	38
Figura 6 - Fluxograma da metodologia.	46
Figura 7 - Fluxograma dos módulos vinculados ao processo de acompanhamento e fiscalização de obra na SIFIO-SES.	55
Figura 8 - Tela da planilha “Planilha Orçamentária”.....	60
Figura 9 - Tela inicial da ferramenta computacional SIFIO – SES.....	65
Figura 10 – Janela da aba “Projeto x Planilha”.	65
Figura 11 – Janela da aba “Solicitação de Alteração de Projeto”.	66
Figura 12 – Janela da aba “Reajuste”.	67
Figura 13 – Janela da aba “Aditivos”.	67
Figura 14 – Janela da aba “Ordem de Serviço”.	68
Figura 15 – Janela da aba “Funcionários”.	68
Figura 16 – Janela da aba “Segurança do Trabalho”.	69
Figura 17 – Janela da aba “Diário de Obra”.	70
Figura 18 – Tela inicial da etapa de “Medições”.	70
Figura 19 – Estrutura das tabelas da aba “Medições”.	71
Figura 20 – Cronograma de obra da SIFIO – SES.	73
Figura 21 – Janela da aba “Notificações”.	74
Figura 22 – Janela da aba “Paralisação e Reinício”.	74
Figura 23 – Janela da aba “ <i>Checklist</i> ”.	75
Figura 24 – Janela da aba “Termos de Recebimento”.	76
Figura 25 – Ordem de serviço da obra hipotética gerada na SIFIO-SES.....	77
Figura 26 – Janela da aba “Pvs de Esgoto” preenchida com dados dos PVs.	78
Figura 27 – Aba “Trecho de Rede de Esgoto” preenchida com dados das redes de esgoto...78	
Figura 28 – Aba “Ligações Domiciliares” preenchida com os dados das ligações domiciliares.	80
Figura 29 – Cronograma da execução e evolução de obra dos PVs.....	81
Figura 30 – Evolução de obra dos PVs.....	82

Figura 31 – Evolução da obra do sistema de esgotamento sanitário após a conclusão dos PVs.	82
Figura 32 – Diário de obras gerado na ferramenta computacional SIFIO-SES.....	83
Figura 33 – Simulação da situação de um funcionário gerado pela ferramenta SIFIO-SES....	83
Figura 34 – Relatório de segurança do trabalho desenvolvido na ferramenta SIFIO-SES.	84
Figura 35 – Aplicação da ferramenta na aba “Trecho de Rede de Esgoto” após acompanhamento da obra.	84
Figura 36 – Evolução da obra do sistema de esgotamento sanitário após a conclusão dos trechos de rede de esgoto.....	85
Figura 37 – Exemplo de Checklist criado na ferramenta durante a execução da obra.....	85
Figura 38 – Aplicação da ferramenta na aba “Ligações Domiciliares” após acompanhamento da obra.	86
Figura 39 – Evolução da obra do sistema de esgotamento sanitário após a conclusão de todas as etapas	87
Figura 40 – Termos de recebimento de obra.	88

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Áreas do loteamento aplicado na SIFIO – SES.....	61
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Panorama do saneamento básico no Brasil.	21
Tabela 2 - Panorama do esgotamento sanitário no Brasil.	23
Tabela 3 – Comparativo entre a SIFIO-SES e outras ferramentas usadas na construção civil.	47

LISTA DE SÍMBOLOS

PCpv - Profundidade de corte do PV

CT - Cotas de terreno em torno do PV

CR - Cotas de radier do PV

Pevol - Percentual de evolução

Pu - Preço unitário

Pt - Preço total

PEses - Percentual de evolução de obra do sistema de esgotamento sanitário

Pu - Preço unitário

Ptses - Preço total da obra do sistema de esgotamento sanitário

Aeo - Atraso na etapa da obra

ICr - Início ou conclusão real

Pic - Previsão de início ou conclusão

Dtc - Declividade do trecho

PVi - PV inicial

PVf - PV final

ct - Comprimento de trecho

Pmc - Profundidade média do corte

PCi - Profundidade do corte no inicial

PCf - Profundidade do corte no final

Lsv - Largura superior da vala

Pmc - Profundidade média do corte

Liv - Largura inferior da vala

Vc - Volume de corte

PEA - Preço de escavação e reaterro do trecho

PuEA - Preço unitário de escavação e reaterro

PR - Preço de rede do trecho

PuR - Preço unitário da rede

Ptt - Preço dos trechos

PEA - Preço de escavação e reaterro do trecho

Pt - Preço total

$\sum_f^i Ptt$ - Somatória dos preços dos trechos

Ptc - Preço total dos componentes

q - Quantidade

PE - Percentual executado

pi - Preço de item

vto - Valor total do orçamento da obra

pe - Percentual a executar

PE - Percentual executado

Qd - Quantitativo divergente

Qpl - Quantitativo de planilha

Qpr - Quantitativo de projeto

Vd - Valor divergente

Qpr - Quantitativo de projeto

Vpr - Valor de projeto

Qpl - Quantitativo de planilha

Vpl - Valor de planilha

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

WHO	- Organização mundial da saúde (World Health Organization)
SNIS	- Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
DMAPU	- Drenagem de manejo das águas pluviais urbanas
PEAD	- Polietileno de alta densidade
PBA	- Ponta/bolsa/anel
PVC	-Policloreto de vinila
ETE	- Estação de tratamento de esgoto
EEE	- Estação elevatória de esgoto
ALT	- Alteração
PV	- Poço de visita
TIL	- Tubo de inspeção e limpeza
TL	- Terminal de limpeza
CP	- Caixa de passagem
SANEAGO	- Saneamento de Goiás
SABESP	- Companhia de saneamento básico do estado de São Paulo
TCU	- Tribunal de contas da união
CREA	- Conselho regional de engenharia e agronomia
CONFEA	- Conselho federal de engenharia e agronomia
INMETRO	- Instituto nacional de metrologia, qualidade e tecnologia
AS BUILT	- Como construído
VBA	-Visual básico para aplicativos (Visual Basic for Applications)
SINAPI	- sistema nacional de pesquisa de custos e índices da construção civil
PO	- Planilha orçamentária
CNPJ	- Cadastro nacional de pessoas jurídicas
INSS	- Instituto nacional de seguro social
FGTS	- Fundo de garantia do tempo de serviço
IRPF	- Impoto sobre a renda das pessoas físicas
EPI	- Equipamento de proteção individual
EPC	- Equipamento de proteção coletiva

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	OBJETIVOS	18
1.1.1	<i>Objetivo Geral</i>	<i>18</i>
1.1.2	<i>Objetivos específicos</i>	<i>18</i>
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1	SANEAMENTO BÁSICO	19
2.2	SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	21
2.2.1	<i>Objetivos, características e componentes.</i>	<i>24</i>
2.2.2	<i>Implantação de sistemas de esgotamento sanitário coletivos.</i>	<i>30</i>
2.3	FISCALIZAÇÃO DE OBRA	34
2.3.1	<i>Fiscalização de Obras Públicas</i>	<i>36</i>
2.3.2	<i>Fiscalização de Obras Particulares</i>	<i>43</i>
3	MATERIAIS E MÉTODOS	46
3.1	LEVANTAMENTO E ANÁLISE DE REQUISITOS: IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA E MAPEAMENTO DE NECESSIDADES	47
3.2	CONCEPÇÃO E DESIGN DA ARQUITETURA DA FERRAMENTA	52
3.2.1	<i>Escolha da plataforma</i>	<i>52</i>
3.2.2	<i>Estruturação Modular</i>	<i>53</i>
3.2.3	<i>Design da Interface</i>	<i>54</i>
3.3	DESENVOLVIMENTO E IMPLEMENTAÇÃO	54
3.3.1	<i>Programação em VBA</i>	<i>55</i>
3.3.2	<i>Integração de Dados Orçamentários</i>	<i>59</i>
3.4	TESTES E VALIDAÇÃO DA FERRAMENTA	60
3.4.1	<i>Caracterização da área de estudo</i>	<i>61</i>
3.4.2	<i>Uso do software CESG para dimensionamento das redes coletoras</i>	<i>61</i>
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	64
4.1	APRESENTAÇÃO DA FERRAMENTA	64
4.1.1	<i>Módulo 1</i>	<i>65</i>
4.1.2	<i>Módulo 2</i>	<i>66</i>
4.1.1	<i>Módulo 3</i>	<i>67</i>
4.1.1	<i>Módulo 4</i>	<i>75</i>

4.2	VALIDAÇÃO DA FERRAMENTA COMPUTACIONAL	76
4.2.1	<i>Alimentação de Dados de Entrada</i>	77
4.2.2	<i>Aplicação do Acompanhamento da obra do sistema de esgotamento sanitário na Ferramenta</i>	81
4.3	ANÁLISE DA APLICAÇÃO DA FERRAMENTA.....	89
5	CONCLUSÃO.....	91
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	92
	APÊNDICE A – PLANTA TOPOGRÁFICA DO LOTEAMENTO.....	96
	APÊNDICE B – PROJETO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO LOTEAMENTO	97
	APÊNDICE C – MÓDULOS DO VBA (MACROS).....	98
1	PROJETO X PLANILHA	98
2	SOLICITAÇÃO DE ALTERAÇÃO DE PROJETO	99
3	REAJUSTES	100
4	ADITIVOS	101
5	NOTIFICAÇÕES	102
6	PARALISAÇÃO E REINÍCIO	103
7	ORDEM DE SERVIÇO	104
8	MEDIÇÕES	104
8.1	EQUAÇÕES.....	106
9	FUNCIONÁRIOS.....	107
10	DIÁRIO DE OBRAS	108
11	SEGURANÇA DO TRABALHO	109
12	CHECKLIST	110
13	TERMOS DE RECEBIMENTO.....	110

1 INTRODUÇÃO

Com o desenvolvimento acelerado dos grandes centros urbanos, a demanda por obras de saneamento básico tem aumentado significativamente ao longo dos anos, dado o papel essencial do saneamento na promoção da saúde pública. Diante desse cenário, foram criadas diversas estratégias, exigências e métodos com o objetivo de atender às necessidades impostas pelo crescimento populacional. Historicamente, o Brasil apresentou um quadro de ineficiência no setor. Até meados do século XX, predominava a ausência de tratamento adequado dos esgotos, carência de fiscalização e de operação técnica qualificada, bem como a ausência de padrões uniformes nos serviços de água e esgoto em diversas cidades (TUROLLA, 2002).

A partir da década de 1960, houve uma mudança de paradigma, impulsionada pela adesão do governo brasileiro à Carta de *Punta del Este*, assinada em 1961 pelos países das Américas. Esse documento estabelecia como meta o atendimento de 70% da população urbana e 50% da população rural com serviços de água e esgoto (HIPERNOTÍCIAS, 2023). Nas décadas seguintes, o país avançou com a criação de políticas como o Plano Nacional de Saneamento (PLANASA), que tinha como objetivo, até 1980, atingir 80% de cobertura urbana com abastecimento de água e 50% com coleta de esgoto (TUROLLA, 2002). Apesar dos progressos, os desafios permanecem. Dados recentes do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2022) indicam que apenas 84,9% da população brasileira tem acesso à água tratada e apenas 56% contam com serviços adequados de esgotamento sanitário.

Nesse contexto, as políticas públicas continuam a buscar a ampliação da cobertura e da qualidade dos serviços de saneamento. Uma das atividades fundamentais para alcançar esse objetivo é a fiscalização das obras, essencial para garantir que as execuções ocorram conforme as diretrizes técnicas e legais estabelecidas. A ausência de fiscalização adequada pode acarretar falhas estruturais, ineficiências operacionais e impactos ambientais negativos (SILVA, 2016).

A fiscalização, portanto, é um dos pilares da boa governança e da aplicação eficiente dos recursos públicos, exigindo mecanismos robustos de natureza técnica, jurídica e financeira para controle e acompanhamento. Toda obra, por menor que seja, exige fiscalização criteriosa, desde o cumprimento dos projetos e normas até a conformidade com as

especificações técnicas. No entanto, a alta demanda por fiscalização e a complexidade inerente a cada obra dificultam o trabalho dos fiscais, tanto em campo quanto na gestão das informações. Apesar dos avanços institucionais, ainda persistem obstáculos que comprometem a efetividade da fiscalização.

Cada obra passa por diversas etapas, do planejamento à vistoria final, e todas devem ser devidamente registradas e monitoradas. Além da fiscalização em campo, é fundamental uma gestão eficiente das informações levantadas, garantindo o histórico das execuções, alterações, atrasos, métodos construtivos e eventuais vícios. No entanto, essa gestão exige tempo e estrutura e, muitas vezes, não pode ser realizada com a devida atenção por parte dos fiscais. Assim, torna-se necessário desenvolver soluções que auxiliem e otimizem esse gerenciamento.

Embora existam ferramentas voltadas ao acompanhamento e à gestão de obras em geral, como o Geo-Obras (TCE-MG), o Sistema de Obras Públicas do TCU, e os módulos de fiscalização presentes em diversos tribunais de contas estaduais, não foram encontradas na literatura soluções específicas de suporte à fiscalização de obras de sistemas de esgotamento sanitário coletivos. Dessa forma, este trabalho justifica-se por apresentar uma ferramenta com potencial de aprimorar esse processo, contribuindo para o controle técnico das obras e para o fortalecimento do saneamento básico no país.

Além disso, o trabalho apresenta alinhamento com o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) número 6, estabelecido pela Organização das Nações Unidas (ONU), que tem como propósito assegurar a disponibilidade e a gestão sustentável da água e do saneamento para todos. Nesse contexto, a pesquisa contribui para a promoção e o fortalecimento de estratégias que viabilizem o acesso equitativo ao saneamento básico, aspecto fundamental para a melhoria das condições de saúde pública, a preservação ambiental e a redução das desigualdades sociais.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo principal deste trabalho é desenvolver uma ferramenta computacional de uso livre, baseada em planilha Excel com programação em Visual Basic for Applications, voltada ao suporte da fiscalização de obras de esgotamento sanitário **coletivos**, que possa ser utilizada por órgãos públicos e empresas privadas do setor.

1.1.2 Objetivos específicos

- Identificar possíveis divergências entre projeto executivo e planilha orçamentária;
- Avaliar necessidade de alteração no projeto e no orçamento da obra;
- Monitorar as atividades no período construtivo da obra;
- Desenvolver documentos de entrega da infraestrutura urbana de esgotamento sanitário coletivos;
- Validar a ferramenta computacional por meio da sua aplicação em um estudo de caso hipotético.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo aborda o conceito e partes constituintes do saneamento básico, fiscalização de obras e ferramenta de suporte de fiscalização em Excel.

2.1 SANEAMENTO BÁSICO

O saneamento básico é um conjunto de ações e serviços que procura garantir a saúde pública e o bem-estar da população, por meio da oferta de infraestrutura para o abastecimento de água potável, a coleta e o tratamento de esgoto, a drenagem de águas pluviais e a gestão de resíduos sólidos. Segundo *World Health Organization- WHO* (2004), o saneamento define-se como o controle de todos os fatores do meio físico que exercem ou podem exercer efeitos prejudiciais sobre o seu bem-estar, seja ele físico, mental e/ou social. Portanto constitui um conjunto de ações sobre o meio ambiente físico com o intuito de proteger a saúde dos seres humanos. De acordo com Silva (2016), o saneamento procura promover a melhora da qualidade de vida do homem através dos recursos econômicos de maneira eficiente e dos recursos naturais de forma sustentável, sem agredir ao meio ambiente. Para Tomaz (2020) o acesso adequado ao saneamento básico está ligado à sustentabilidade dos recursos hídricos.

Dentre os sistemas que constituem o saneamento básico estão o abastecimento de água potável às populações, que é uma necessidade básica e direito de um indivíduo; a coleta, o tratamento e a disposição final ambientalmente adequada do esgoto; o recolhimento, o tratamento e a disposição ambientalmente adequada dos resíduos sólidos; a coleta de águas pluviais para o controle de inundações, além do combate de seres transmissores de doenças (BOVOLATO, 2015). De acordo com (BRASIL, 2007), as definições dos componentes que integram o saneamento básico são:

- Abastecimento de água potável: constituído pelas atividades e pela disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e seus instrumentos de medição;
- Esgotamento sanitário: constituído pelas atividades e pela disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais necessárias à coleta, ao transporte, ao tratamento e à disposição final adequados dos esgotos sanitários,

desde as ligações prediais até sua destinação final para produção de água de reuso ou seu lançamento de forma adequada no meio ambiente;

- Limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos: constituídos pelas atividades e pela disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais de coleta, varrição manual e mecanizada, asseio e conservação urbana, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos domiciliares e dos resíduos de limpeza urbana; e
- Drenagem e manejo das águas pluviais urbanas: constituídos pelas atividades, pela infraestrutura e pelas instalações operacionais de drenagem de águas pluviais, transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas, contempladas a limpeza e a fiscalização preventiva das redes; (BRASIL, 2007).

De acordo com Scriptore (2016), as precárias condições de acesso aos serviços de saneamento básico propiciam a transmissão de bactérias, vírus e parasitas causadores de doenças, logo, o saneamento básico contém efeitos importantes a longo prazo em relação à saúde humana, ao reduzir de forma significativa a proliferação de diversas doenças. Todavia, Tomaz (2020) destaca que há diferença dos déficits de saneamento básico (indisponibilidade hídrica, perdas na distribuição e falta de eficiência na qualidade da água ofertada) entre as áreas urbanas e rurais; grandes centros e periferias, assim como capitais e interior; regiões geográficas privilegiadas e desfavorecidas; residências com rendas abastadas e domicílios com rendas limitadas.

Segundo Silva (2016), o sistema de saneamento básico é um dos principais componentes da infraestrutura urbana, e no Brasil são gerenciados pelo poder público municipal (administração direta, autarquias, administração indireta ou por meio de empresas contratadas – terceirização). Com base nos dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento-SNIS (2022), o cenário recente do saneamento básico no Brasil, com uma população de 203,1 milhões de habitantes e total de 5.570 municípios, no ano de 2022, é demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1 - Panorama do saneamento básico no Brasil.

Atendimento com rede de água		Atendimento com rede de esgoto		Coleta domiciliar de resíduos sólidos	
Participantes no SNIS					
Municípios					
5.451	97,86%	5.150	92,46%	5.060	90,84%
População desses municípios (em milhões de habitantes)					
201,7	99,31%	198	97,49%	196,7	96,85%
População atendida (em milhões de habitantes)					
171	84,9%	112,8	56 %	183,6	90,4%

Fonte: Adaptado de SNIS (2023).

De acordo com SNIS (2023), em relação ao sistema de drenagem de manejo das águas pluviais urbanas (DMAPU), são participantes do SNIS um total de 4.833 municípios, equivalente a 86,77 %, contemplando uma população de 190,8 milhões de habitantes, que equivale a 93,94 % da população brasileira, onde 43,6% dos municípios participantes do banco de dados possuem um sistema exclusivo para DMAPU, 10,9% possuem um sistema unitário (misto com esgotamento sanitário), 26,3 % possuem um sistema combinado para DMAPU e 19,2% não possuem sistema DMAPU.

2.2 SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

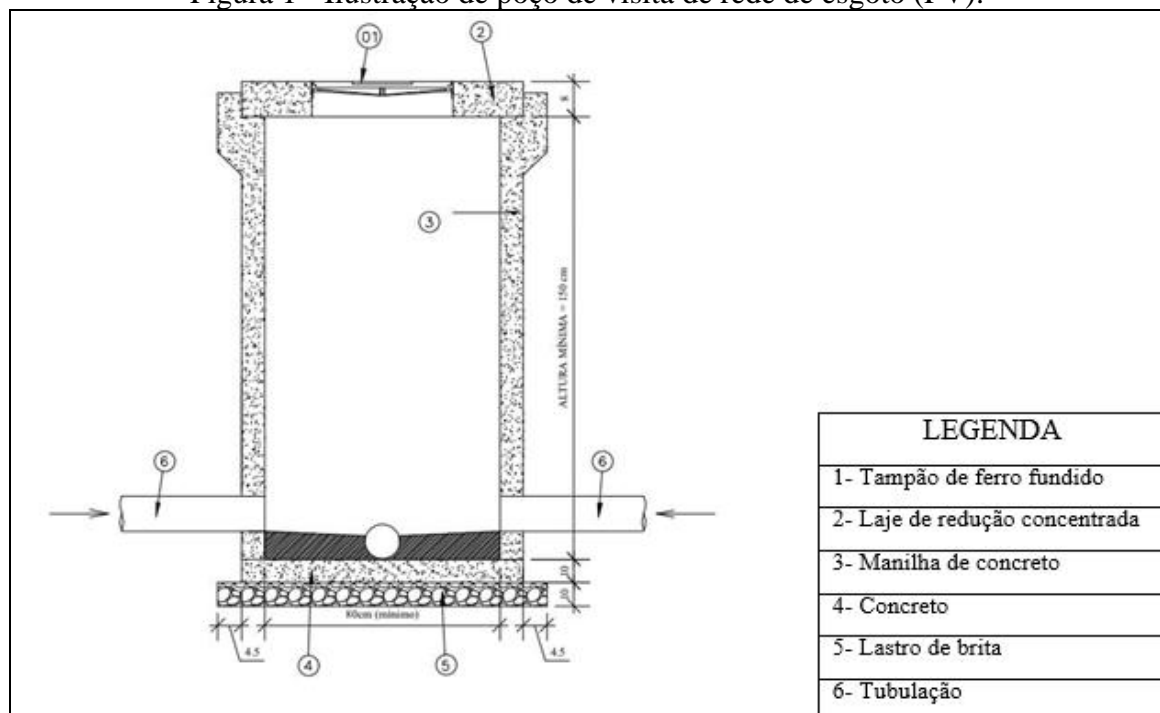
Segundo a ABNT NBR 9648:1986, “esgoto é definido como despejo líquido, constituído de esgotos domésticos e industriais, além de infiltração e contribuição pluvial parasitária”. O esgoto sanitário é gerado a partir do abastecimento de água, e é calculado por um percentual retirado do consumo da água. 99,9 % do esgoto é composto pela própria água, sendo que restante é composto por sólidos, e estes, por sua vez, têm 75 % de matéria orgânica em decomposição.

A coleta do esgoto sanitário nas residências ocorre por meio de tubulações próprias, geralmente com diâmetro de 100 mm, conhecidas como ligações domiciliares de esgoto, onde em seguida o esgoto é lançado nas redes coletoras. Em alguns casos dependendo da topografia do lugar, deve-se haver uma estação elevatória de esgoto (EEE), elemento importante no sistema de esgotamento sanitário, que é constituída por um abrigo, bombas, subestação de energia, painel de controle das bombas, tubulações e o gradeamento, responsável pela remoção de elementos sólidos do esgoto. O uso da estação elevatória de esgoto ocorre quando

esgoto coletado chega a um nível abaixo do ideal para prosseguimento, uma vez que o esgoto tem o seu transporte na grande maioria por queda livre, sendo assim são instaladas bombas para fazer o lançamento pressurizado do esgoto até seu próximo destino, que pode ser uma rede coletora, outra EEE ou uma ETE.

Em relação as redes de esgoto, são tubulações constituídas de materiais como polietileno de alta densidade (PEAD), policloreto de vinila ocre (PVC OCRE), policloreto de vinila orientado (PVC-O), policloreto de vinila modificado (MPVC), cerâmica e manilhas de concreto, contendo declividade e diâmetro distintos a depender do projeto. Entre as redes de esgotos estão: coletor público, interceptor, coletor do tronco e emissários. Elas têm seu caminhamento por meio de recalque, através de bombeamento nas estações elevatórias de esgotos ou por queda, onde a cada 100 metros ou em uma eventual mudança de direção da rede deve-se haver os poços de visitas (PVs), estruturas cilíndricas, feitos geralmente com manilhas de concreto e com a finalidade de receber visitas, como o nome sugere, para manutenções e desobstruções de redes entupidas com resíduos ao decorrer do tempo. Na Figura 1 é ilustrado um poço de visita.

Figura 1 - Ilustração de poço de visita de rede de esgoto (PV).



Fonte: Adaptado de Bezerra (2011).

O tratamento do esgoto tem como foco mais importante a remoção da matéria orgânica, e passa por níveis de tratamento para garantir a qualidade dos corpos hídricos receptores. Os níveis são: preliminar, que remove sólidos grosseiros e areia; primário, que visa a remoção de

suspensos e flutuantes; secundário, que remove a matéria orgânica (uma parte da matéria orgânica é removida no tratamento primário) e terciário, visa a remoção de poluentes específicos ou que não foram removidos no tratamento secundário. (MUNHOZ 2020).

De acordo com Von Sperling (2017), o processo de desinfecção dos esgotos sanitários não é uma esterilização, ou algo que procura remoção completa dos microrganismos, mas sim uma prática que procura de forma seletiva a eliminação de certas espécies de organismos presentes no efluente. Essa compreensão reforça a importância de se adotar tecnologias e estratégias de tratamento eficazes, especialmente diante da realidade do sistema de esgotamento sanitário no Brasil.

As indicações recentes registradas pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) em relação ao sistema de esgotamento sanitário, destacam que em 2022 o Brasil investiu 9,95 bilhões de reais no setor, aumento de aproximadamente 35,5 % em relação a 2021, que foi de 7,35 bilhões de reais. Nesse ano o Brasil, tendo 379,3 mil km de extensão de rede e 37,5 milhões de ligações de esgoto, tratou apenas 52,2% do esgoto coletado. Por meio dos 3.717 prestadores de serviço de esgotamento sanitário, sendo eles 3.674 prestadores de serviço local, 25 regionais e 18 microrregional, atendeu cerca de 112,8 milhões de brasileiros de forma total. A seguir é ilustrado na Tabela 2 alguns dados referentes ao sistema de esgotamento sanitário no Brasil.

Tabela 2 - Panorama do esgotamento sanitário no Brasil.

Municípios no país	População total		Municípios no SNIS		População no SNIS	
5.570	203,1 mi de hab.		5.150	92,5%	198 mi	97,5%
Índice de habitantes com atendimento total de esgotamento sanitário						
Brasil	Norte	Sul	Sudeste		Centro-oeste	Nordeste
56 %	14,7 %	49,7 %	80,9 %		62,3 %	31,4 %
Prestadores de serviço						
Adm. Pública Direta	Autarquia	Empresa Privada	Soc. de Eco. Mista		Empresa Pública	Organização Social
82.41 %	12.78 %	3.63 %	0.81 %		0.13 %	0.24 %

Fonte: Adaptado de SNIS (2023).

2.2.1 Objetivos, características e componentes.

O Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) tem como finalidade a coleta, o transporte, o tratamento e a disposição final dos esgotos domésticos, de forma ambientalmente adequada e segura à saúde pública. Seu objetivo principal é evitar a contaminação do solo e dos corpos hídricos, assegurando condições de salubridade e promovendo a qualidade de vida da população. Entre suas principais características, destacam-se o funcionamento contínuo e integrado, a necessidade de dimensionamento conforme as condições locais (população, relevo e tipo de solo) e a obrigatoriedade de manutenção periódica para garantir eficiência operacional.

As partes constituintes do sistema de esgotamento sanitário são:

- **Ligação predial ou Coletor predial:** segundo a ABNT NBR 8160:1999, é a tubulação que está compreendida entre a última inserção de subcoletor, ramal de esgoto ou de descarga, ou caixa de inspeção geral e o coletor público ou sistema particular. A ABNT NBR 9649:1986, define como trecho do coletor predial compreendido entre o limite do terreno e o coletor de esgoto. Esses ramais prediais são ligações do esgoto dos imóveis às redes coletoras, executadas a partir das caixas de inspeção, em tubos de PVC, com diâmetro de 100 mm e com declividade de 1%;
- **Redes coletoras, coletor de esgoto ou coletor Público:** De acordo ABNT NBR 8160:1999, é a tubulação da rede coletora que recebe contribuição de esgoto dos coletores prediais em qualquer ponto de si. Antigamente essas redes eram executadas em manilhas cerâmicas e atualmente em PVC, com diâmetro mínimo de 150 mm, tendo poços de visita (PV) instalados a uma distância máxima de 100 metros, para inspeção e manutenção. Fazem parte das redes coletoras os coletores troncos, que segundo a ABNT NBR 9649:1986, é a tubulação da rede coletora que recebe apenas contribuição de esgoto de outros coletores, interceptores, que segundo a SANEAGO (2024), é o conjunto de trechos e seus órgãos acessórios, que recebe contribuição de esgoto apenas de outros coletores, nos elementos de inspeção, não recebendo contribuições ao longo das tubulações, com vazões máximas em seu último trecho maior ou igual a 100 L/s. e emissários, que segundo a ABNT NBR 9649:1986, é a tubulação que recebe esgoto exclusivamente na extremidade de montante;
- **Acessórios:** Segundo a ABNT NBR 9649:1986 acessórios são dispositivos fixos desprovidos de equipamentos mecânicos. Esses acessórios estão listados a seguir:

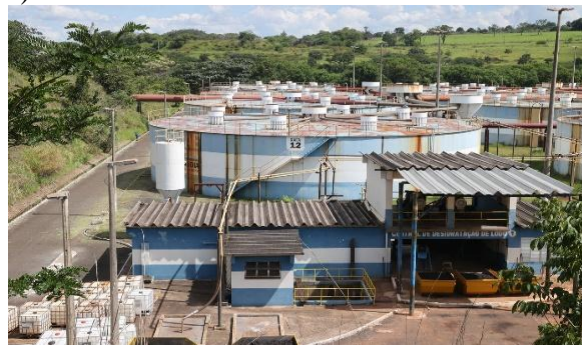
- Poço de visita (PV): Câmara visitável através de abertura existente em sua parte superior, destinada à execução de trabalhos de manutenção.
 - Tubo de inspeção e limpeza (TIL): Dispositivo não visitável que permite inspeção e introdução de equipamentos de limpeza.
 - Terminal de limpeza (TL): Dispositivo que permite introdução de equipamentos de limpeza, localizado na cabeceira de qualquer coletor.
 - Caixa de passagem (CP): Câmara sem acesso localizada em pontos singulares por necessidade construtiva.
 - Sifão invertido: Trecho rebaixado com escoamento sob pressão, cuja finalidade é transpor obstáculos, depressões do terreno ou cursos d'água.
 - Passagem forçada: Trecho com escoamento sob pressão, sem rebaixamento. (ABNT NBR 9649:1986).
-
- Estação Elevatória de Esgoto (EEE): é o conjunto de estruturas, equipamentos e dispositivos com a função de elevar o nível do esgoto. São executadas devido à variação da topografia, onde alguns locais contêm cotas mais baixas, impossibilitando a disposição do esgoto por queda livre, sendo necessário o recalque. As linhas de recalque são de policloreto de vinila ocre (PVC OCRE) e policloreto de vinila orientado (PVC-O), com juntas elásticas e de ferro fundido. O controle de nível das EEEs é feito por infravermelho ou por eletrodos e a limpeza do cesto de detritos é feita regularmente de uma a três vezes por semana;
 - Emissário de esgoto tratado: é o conjunto de trechos e seus órgãos acessórios que recebem exclusivamente o esgoto tratado em uma ETE em sua extremidade de montante, conduzindo-o ao lançamento em corpo receptor;
 - Corpo receptor: é a coleção de água ou solo em que é lançado o esgoto tratado;
 - Estação de tratamento de esgoto sanitário (ETE): é a instalação cuja finalidade é a redução de poluentes do esgoto sanitário, para depois executar o lançamento em corpo receptor, além da destinação ambientalmente adequada da matéria residual formada no tratamento. Na Figura 2 pode ser observado uma estação de tratamento de esgoto.

Figura 2 - Vistas da ETE Uberabinha em Uberlândia-MG.

a) Vista 1.



b) Vista 2.



Fonte: Prefeitura Municipal de Uberlândia, (2024).

O funcionamento desta ETE ocorre de acordo com as seguintes etapas:

- Gradeamento, onde ocorre a remoção de resíduo sólidos;
- Caixas de areia ou desarenador, onde são removidos os resíduos menores, que passaram pelo gradeamento;
- Reator anaeróbio, tanque onde as bactérias anaeróbias degradam a matéria orgânica;
- Filtro biológico aerado, filtro de brita com injeção de oxigênio, nesta etapa as bactérias aeróbias fazem o tratamento biológico;
- Decantação, onde os resíduos sólidos são decantados para o fundo do tanque;
- Desinfecção, onde se adiciona produto químico ao efluente, removendo vírus, bactérias e outros micro-organismos.

Segundo Von Sperling (1996) em estudos ou projetos, deve-se definir de forma clara os objetivos do tratamento de esgoto e o seu nível de processamento. O tratamento dos esgotos eventualmente é dividido nos seguintes níveis:

- Preliminar: Tem por objetivo apenas a remoção dos sólidos grosseiros, predominantemente, através de mecanismos físicos.
- Primário: Assim como o preliminar, predominam os mecanismos físicos, contudo esse tratamento busca a remoção de sólidos sedimentares e parte da matéria orgânica.
- Secundário: O objetivo principal é a remoção de matéria orgânica e eventualmente de nutrientes como o nitrogênio e o fósforo. Os mecanismos biológicos são predominantes nesse tipo de tratamento.

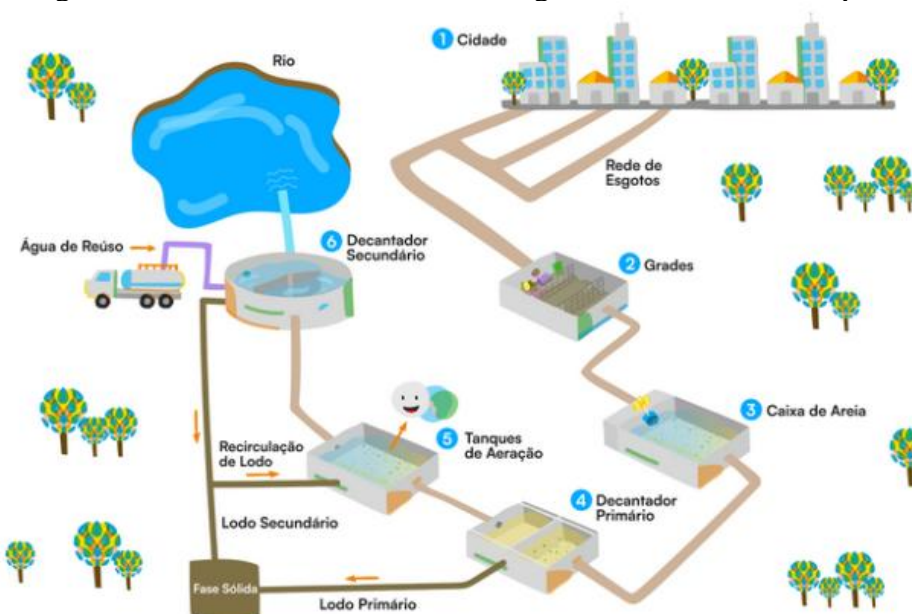
- Terciário: Seu objetivo é a remoção de poluentes específicos como tóxicos e compostos não biodegradáveis. Esse tratamento também remove poluentes que passaram da remoção no tratamento secundário.

De acordo com Polezi (2003), após os esgotos serem recolhidos, devem ser encaminhados até à Estação de Tratamento de Esgoto, onde passam por diversos métodos de tratamento, por meio de operações e processos unitários, formando os sistemas de tratamento. Para Sperling (1996) pode-se adotar as seguintes definições para estas operações e processos unitários:

- Operações físicas unitárias: método em que predomina a aplicação de forças físicas como gradeamento, mistura, floculação, sedimentação, flotação e filtração.
- Processos químicos unitários: método em que a remoção ou conservação dos contaminantes acontecem devido à adição de produtos químicos ou por causa de reações químicas como precipitação, adsorção ou desinfecção.
- Processos biológicos unitários: método onde o processo de remoção dos poluentes acontece através de ação biológica como remoção de matéria orgânica carbonácea e desnitrificação.

Segundo a Sabesp o processo de tratamento do esgoto em uma ETE é dividido em fases líquida e sólida. As etapas da fase líquida do sistema de lodos ativados estão expostas na Figura 3.

Figura 3 - Processo de tratamento do esgoto sanitário na fase líquida.

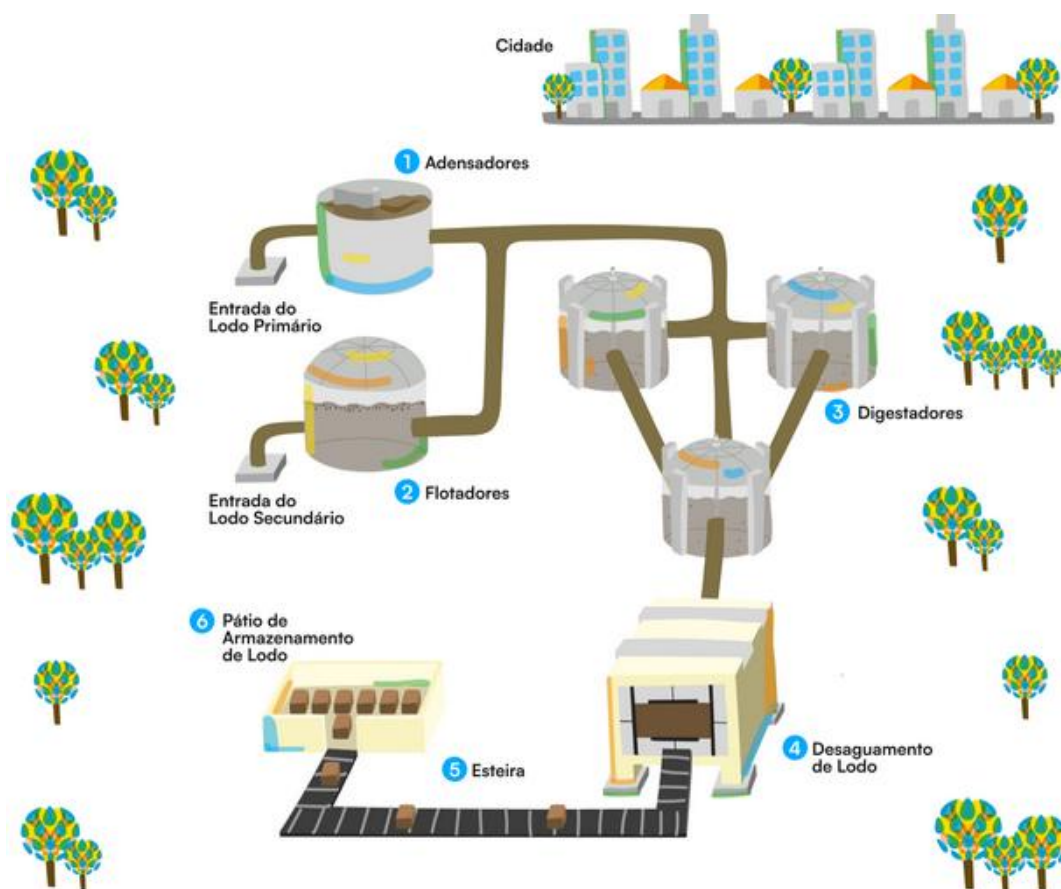


Fonte: SABESP, (2024).

O esgoto gerado nas residências é coletado nas redes de distribuição e lançado nas redes coletoras até que chegue à ETE, onde passa nas grades para remoção de sólidos grosseiros, em seguida passa na caixa de areia para retenção de solos sedimentáveis, seguindo para o decantador primário, momento em que as partículas mais pesadas são sedimentadas, instante em que o esgoto vai para o tanque de aeração para que assim seja fornecido ar, de forma que os microrganismos se multipliquem consumindo a matéria orgânica, formem o lodo e diminua a carga poluidora, e por fim o esgoto passa no decantador secundário, onde o restante dos sólidos vão para o fundo do tanque e a água é lançada no rio ou utilizada em reuso, uma vez que tende a ter 90% de suas impurezas removidas.

A fase sólida (Sabesp - 2024), diz respeito ao tratamento e disposição do lodo, uma massa biológica criada durante o processo de tratamento. Para Von Sperling (1996) o lodo é a representação predominante de subprodutos gerado durante o tratamento de esgoto. Esse lodo pode ser primário ou secundário, e contém subprodutos como areia, espuma e material gradeado. Na Figura 4 é ilustrado o método de tratamento da fase sólida.

Figura 4 - Processo de tratamento do esgoto sanitário na fase sólida.



Fonte: SABESP, (2024).

Após sair do decantador primário, o lodo primário vai para os adensadores, onde ocorre o adensamento e o lodo se torna mais concentrado, por meio da separação de uma parte da água presente e do sólido. Já o lodo secundário após sair do decantador secundário será tratado pelo processo de adensamento por flotação, onde a água é separada do sólido através da introdução de água com microbolhas de ar. Em seguida o lodo adensado é enviado aos digestadores, onde há microrganismos anaeróbios que degradam a matéria orgânica presente no lodo criando gás metano e água, promovendo a estabilização do lodo, eliminando os odores desagradáveis.

O próximo passo é o desaguamento do lodo, onde ocorre a retirada de uma parte da água contida nele. Esse processo pode ser realizado por equipamentos como filtros-prensa, centrífugas e secadores térmicos. O lodo passa a ter um teor de sólidos entre 25 e 40%, a depender do processo de desaguamento adotado. Após isto o lodo passa na esteira em direção ao armazenamento, onde o lodo terá sua destinação final.

2.2.2 Implantação de sistemas de esgotamento sanitário coletivos.

Os sistemas de esgotamento sanitário coletivos são conjuntos de obras e instalações destinados à coleta, transporte, tratamento e disposição final dos esgotos domésticos provenientes de uma comunidade. Diferenciam-se dos sistemas individuais (como fossas sépticas e sumidouros) por atenderem a grupos populacionais em escala urbana ou comunitária, operando de forma integrada e contínua. O objetivo principal desses sistemas é proteger a saúde pública e o meio ambiente, prevenindo a contaminação dos solos, dos corpos hídricos e do lençol freático. Além disso, visam proporcionar salubridade ambiental, conforto urbano e desenvolvimento sustentável, reduzindo os riscos de doenças de veiculação hídrica.

Entre as características dos sistemas coletivos destacam-se: atendem conjuntos de edificações, geralmente em áreas urbanas densamente ocupadas; operam de forma centralizada, com esgoto conduzido por gravidade e, quando necessário, por bombeamento; demandam planejamento integrado, com base em estudos populacionais, topográficos e ambientais; são regidos por normas técnicas, como a NBR:1986 – “Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário” e a NBR 12208:2011 – “Elaboração de projetos de sistemas de esgoto sanitário”.

Nos loteamentos urbanos, a adoção de sistemas de esgotamento sanitário coletivos representa uma condição indispensável para a ocupação ordenada e sustentável do solo. Os loteamentos surgiram a partir da urbanização que foi acontecendo ao longo dos anos, podendo ser abertos ou fechados. São definidos pela divisão de uma gleba em diversos lotes destinados à construção de edificações contendo vias pavimentadas, execução de redes de drenagem, de abastecimento de água, de energia e de esgotamento sanitário.

Para a execução de obras dos sistemas de esgotamento sanitário em loteamentos urbanos necessita-se de aprovação de projeto e documentos como declaração de viabilidade técnica, licença ambiental, alvará de construção e anotação de responsabilidade técnica (ART), que estão inseridos em um processo técnico e legal que envolve diferentes etapas e diversos agentes como empreendedores, profissionais habilitados para execução e fiscalização, concessionárias de saneamento e órgãos públicos.

O projeto deve incluir a rede coletora, as ligações domiciliares, eventuais estações elevatórias e a interligação com a infraestrutura pública existente para dá caminhamento ao esgoto. De

acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), o projeto deve atender à NBR 9649:1986, que trata do projeto de redes coletoras de esgoto sanitário, e à NBR 12208:2011, referente às estações elevatórias de esgoto sanitários. Além de seguir às normas técnicas, o projeto deve considerar variáveis como a densidade demográfica planejada, a topografia do terreno e o perfil de uso e ocupação do solo. O responsável técnico pelo projeto deve estar devidamente registrado no conselho profissional competente (CREA ou CAU).

Após sua elaboração, o projeto deve ser submetido à análise e aprovação dos órgãos públicos competentes. A prefeitura municipal avalia a conformidade do projeto com o plano diretor, o zoneamento e as diretrizes de parcelamento do solo, como consta na Lei nº 6.766/1979, que regulamenta o parcelamento do solo urbano no Brasil (BRASIL, 1979). A concessionária local de saneamento básico, por sua vez, verifica a viabilidade técnica do projeto e sua compatibilidade com os sistemas existentes. Em muitos casos, especialmente quando o loteamento se insere em áreas ambientalmente sensíveis, é necessário também obter o parecer de órgãos ambientais estaduais ou federais. A Lei nº 11.445/2007, que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, reforça a importância da integração entre os diversos entes federativos e operadores para garantir a universalização do serviço com qualidade e eficiência (BRASIL, 2007).

Somente após a obtenção de todas as autorizações necessárias é que a obra pode ser iniciada. A execução deve seguir fielmente o projeto aprovado, sob pena de sanções legais ou exigência de adequações posteriores. A implantação das redes coletoras de esgoto em sistemas de esgotos coletivos inicia-se pela delimitação do trecho de intervenção, conforme o traçado definido em projeto executivo e pela remoção do pavimento existente ou da camada vegetal.

A etapa de corte e a demolição do revestimento asfáltico, blocos intertravados ou pavimento rígido, deve ser realizada de forma controlada, de modo a preservar as faixas adjacentes e permitir a reposição posterior. O material removido deve ser estocado adequadamente para reaproveitamento, quando possível, ou destinado a bota-fora licenciado, em conformidade com o plano de gerenciamento de resíduos da obra e as normas ambientais vigentes.

A etapa seguinte compreende a escavação das valas, normalmente executada por meios mecânicos, observando-se as profundidades e declividades especificadas no projeto. O fundo

da vala deve ser regularizado e conformado de modo a garantir o apoio contínuo e uniforme da tubulação, evitando recalques diferenciais e rompimentos. A precisão na escavação e na regularização do fundo é essencial para manter a funcionalidade hidráulica da rede, assegurando o escoamento por gravidade e a longevidade do sistema.

Quando as valas atingem grandes profundidades ou se desenvolvem em solos com baixa coesão, deve ser adotado o escoramento lateral, para prevenir desmoronamentos e garantir a segurança dos operários. O escoramento pode ser metálico, de madeira ou com painéis modulares, conforme as condições do solo. Paralelamente, em casos que atingir o nível de água, deve ser executado o esgotamento da vala, por meio de bombeamento contínuo ou pela execução de uma camada de material granular que permita o dreno, a fim de manter o fundo seco durante a instalação das tubulações. Esse procedimento é indispensável em áreas com lençol freático elevado ou presença de infiltrações, evitando a desagregação do solo e garantindo a estabilidade da estrutura.

Com a vala estabilizada e seca, realiza-se o assentamento das tubulações, seguindo o sentido da jusante para a montante. As juntas devem ser devidamente lubrificadas e montadas conforme o tipo de material (polietileno de alta densidade (PEAD), policloreto de vinila ocre (PVC OCRE), concreto ou cerâmico), assegurando a estanqueidade e o alinhamento das conexões. Após a montagem, efetua-se o envelopamento com material granular selecionado e o reaterro inicial, com compactação leve até aproximadamente 30 cm a 40 cm acima da geratriz superior do tubo, prevenindo deslocamentos ou danos à tubulação.

Na sequência, procede-se ao reaterro e à compactação final da vala, utilizando-se material adequado e livre de detritos ou matéria orgânica. A compactação deve atingir um grau em que restabeleça a capacidade de suporte do terreno e minimize recalques futuros. Concluído o reaterro, nos casos necessários, realiza-se a reposição do pavimento, recompondo as camadas de sub-base, base e revestimento, conforme o tipo e as características originais do pavimento existente. A recomposição deve assegurar a perfeita integração entre o trecho restaurado e o entorno, evitando infiltrações, trincas e desníveis.

Durante o desenvolvimento da rede, executam-se também as ligações domiciliares, que conectam os ramais prediais à rede pública. Essas ligações devem respeitar as cotas e declividades projetadas, possibilitando a inspeção e manutenção futura. Cada ligação deve ser

dotada de uma caixa de inspeção ou terminal de limpeza, garantindo a funcionalidade e a acessibilidade do sistema.

Por fim, são construídos os poços de visita (PV) nos pontos de mudança de direção, declividade ou diâmetro, além de intervalos máximos estabelecidos pelo projeto. Os PVs podem ser pré-moldados ou moldados in loco, e são dotados de tampas de ferro fundido, concreto ou material polimérico, permitindo inspeção, ventilação e limpeza da rede. A distribuição dos poços de visita é fundamental para o controle operacional e manutenção preventiva do sistema.

Assim, a correta execução das etapas construtivas — da escavação à recomposição do pavimento —, aliada ao cumprimento das normas técnicas e à fiscalização adequada, assegura a durabilidade, a eficiência e a segurança operacional dos sistemas de esgotamento sanitário coletivos em loteamentos urbanos.

Durante a fase de execução, é recomendável manter registros detalhados da construção, como registros fotográficos, ensaios de estanqueidade e relatórios de acompanhamento técnico, conforme recomendações de companhias de saneamento (SABESP, 2016). Ao término da execução, a concessionária de saneamento realiza uma vistoria técnica no local, verificando a conformidade da obra com o projeto aprovado. Em caso de aprovação, é emitido o termo de recebimento de obra de esgotamento sanitário, documento indispensável para a liberação dos alvarás de construção, habite-se e a posterior comercialização dos lotes. Esse procedimento é fundamental para garantir que o sistema esteja operando adequadamente e que os imóveis estejam aptos a receber ligações domiciliares regulares ao sistema público de esgoto.

Mesmo após o recebimento da obra, o empreendedor e o profissional responsável permanecem vinculados às obrigações técnicas e legais. Eventuais falhas ou omissões no projeto ou na execução podem ensejar sanções administrativas, civis e criminais. A responsabilidade técnica é regulamentada pelos conselhos profissionais e pelo Código Civil Brasileiro, especialmente no que se refere à prestação de serviços técnicos especializados. O processo de liberação de obras de esgotamento sanitário em loteamentos não se resume a uma exigência burocrática, mas representa um conjunto de práticas essenciais para garantir o funcionamento adequado da infraestrutura urbana. O atendimento às normas técnicas, o cumprimento da legislação e a atuação integrada entre os diversos agentes envolvidos são

elementos-chave para assegurar que o saneamento básico contribua efetivamente para a promoção da saúde pública e da sustentabilidade urbana.

2.3 FISCALIZAÇÃO DE OBRA

A fiscalização de obra consiste no acompanhamento da execução de uma obra por um profissional habilitado como engenheiro civil, arquiteto, técnico em edificações e mestre de obras, que possam monitorar a execução das construções e identificar se os processos estão sendo feitos em conformidade com os projetos, normas, regulamentos e legislação vigente. Lima (2017), entende a fiscalização de obras como uma atividade complexa, pois exige tanto conhecimentos técnicos quanto administrativos. Segundo Santos (2022), a execução deve ser acompanhada continuamente, comparando as atividades realizadas com as que foram previstas.

O conceito de fiscalização sempre esteve no cotidiano na humanidade, e é sinônimo de controle e policiamento, através do ato de acompanhar, supervisionar uma atividade específica ou ação da sociedade regida por leis ou normas de um código de lei (BORGES, 2008). Segundo Santos & Silva (2019), a fiscalização de obras no período de execução não é recente, e pode ser visto desde as primeiras edificações. Na Revolução Industrial sua vertente ganhou status de mecanismo de garantia de qualidade diante do alto crescimento da produção, que necessitava de um controle acerca da execução de peças e acessórios da indústria na época (BORGES, 2008).

O órgão responsável por fiscalizar as obras de cada estado é o Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA), que busca garantir que as obras e serviços de engenharia sejam fornecidos por profissionais habilitados evitando assim a atuação de leigos (SANTOS & SILVA, 2019).

A fiscalização do CREA em uma obra se dá de 03 modos, sendo respectivamente, a verificação se há Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) nas obras e serviços, com o objetivo de facilitar a atuação do CREA na fiscalização, em segundo temos o Selo de obra e serviço, que visa garantir que sua obra está adequada ao Conselho, e o terceiro modo é a placa nas obras e serviços, que além de facilitar a atuação dos agentes fiscalizadores, ainda indica a sociedade que tem um profissional devidamente habilitado atuando por trás da mesma. Essas são algumas orientações que o CREA busca divulgar e salientar para que todos estejam em situação regular

diante ao Conselho, evitando multas e paralização de obras ou serviços devido a irregularidades (SANTOS & SILVA, 2019).

Segundo Santos (2022), a fiscalização de obras é indispensável para garantir a qualidade do serviço, a finalização do projeto dentro do cronograma da obra, o controle de gastos, desde que tenha sido orçado corretamente e os benefícios técnicos. Ela pode aprovar ou rejeitar a atividade, produto ou serviço, indicando procedimentos de correção ou melhoria (FIGUEIREDO, 2022).

De acordo com Lima (2017), a fiscalização de obras é algo complexo, uma vez que exige do profissional não só o conhecimento técnico, mas também o conhecimento administrativo. Para Santos (2022), a fiscalização tem de ser planejada, coordenada e avaliada continuamente, com o foco em alcançar os seus objetivos. Segundo Ferreira (2014), a fiscalização é uma atividade que visa impedir ocorrências de pontos críticos, evitar distorções e desvios de parâmetros em relação ao programado, ou seja, é uma atividade de caráter preventivo em contraste do corretivo. Para Santos (2022), a fiscalização, por supervisionar todas as etapas de uma construção, desempenha uma função preponderante no sucesso da execução de qualquer tipo de obra. Todavia essa atividade tem sido negligenciada pelos profissionais responsáveis por sua execução, na intenção de atender a urgência que a alta demanda proporciona acordo com (SANTOS & SILVA, 2019).

O Tribunal de Contas da União (TCU), define a fiscalização como uma atividade que deve ser executada de forma sistemática pelo contratante e seus prepostos, com a finalidade de verificar o cumprimento das disposições contratuais, técnicas e administrativas em todos os seus aspectos (TCU, 2013, p. 49). Segundo Danilevicz & Werthein (2013), a fiscalização de obras começa na fase de planejamento do início das obras seguindo até o recebimento definitivo dos serviços

O TCU destaca que a execução dos serviços e obras de construção em geral deve atender às seguintes normas e práticas complementares:

- Códigos, leis, decretos, portarias e normas federais, estaduais e municipais, inclusive normas de concessionárias de serviços públicos;
- Instruções e resoluções dos órgãos do sistema Confea/CREA;

- Normas técnicas da ABNT e do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro). (TCU, 2013, p. 50).

Segundo Santos (2022), a deficiência na escolaridade dos colaboradores, associada à dificuldade de interpretação e leitura de projetos, pode ser um fator agravante na qualidade da construção civil. Evidenciando a necessidade de um profissional habilitado, que possa direcionar o pessoal na obra de forma periódica. Não obstante, Santos & Silva (2019), afirma que o atual modelo de canteiro de obras das grandes cidades, tem o processo de fiscalização atrasado e que os próprios agentes não buscam melhorias. De acordo com Santos (2018), a fiscalização de obras contém diversas falhas de atuação, com erros nos processos de inspeção e controle das etapas das obras, o que ocasiona retrabalhos e, consequentemente, custos extras.

Em relatório feito em 2024 pela FISCOBRAS (plano de fiscalização anual do TCU), 17 das 23 obras selecionadas apresentaram indícios de irregularidades graves, inclusive teve uma com indicação de paralisação (BRASIL, 2024). O TCU (2013), aponta em suas auditorias de obras e serviços de engenharia, diversas irregularidades concernentes aos procedimentos licitatórios, contratos, execuções orçamentárias, medições, pagamentos e recebimentos de obras. A observação dessas irregularidades evidencia o que diz Santos (2022), sobre a fiscalização de obras ter um importante papel social, auxiliando que os recursos sejam utilizados de maneira econômica, eficaz e eficiente.

2.3.1 Fiscalização de Obras Públicas

A Constituição Federal de 1988 estabelece que a administração pública deve obedecer aos princípios da legalidade, impessoalidade, moralidade, publicidade e eficiência (BRASIL, 1988). Esses princípios norteiam a atuação dos órgãos responsáveis pela fiscalização de obras públicas, como os Tribunais de Contas (da União e dos Estados), o Ministério Público, as controladorias (CGU, AGU), e os setores de engenharia dos entes públicos. No âmbito das Obras Públicas, os Órgãos administrativos não executam diretamente as obras, antes contratam empresas construtoras ou empreiteiras para tais execuções, uma vez que a Constituição Federal no art. 37, inciso XXI estabelece que:

Ressalvados os casos especificados na legislação, as obras, serviços, compras e alienações serão contratados mediante processo de licitação pública que assegure

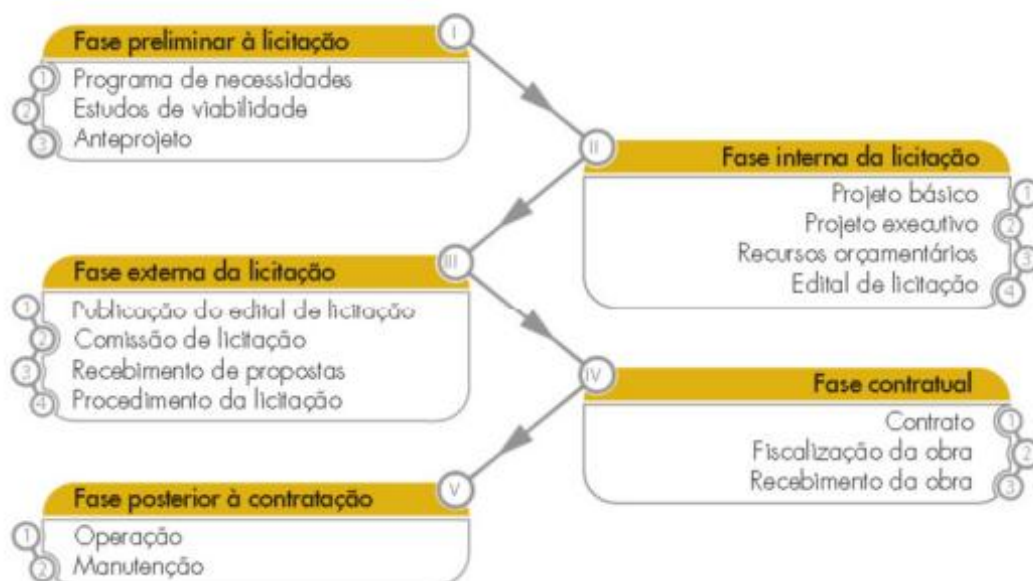
igualdade de condições a todos os concorrentes, com cláusulas que estabeleçam obrigações de pagamento, mantidas as condições efetivas da proposta, nos termos da lei, o qual somente permitirá as exigências de qualificação técnica e econômica indispensáveis à garantia do cumprimento das obrigações. (BRASIL, 1988).

Todavia fica na responsabilidade dos órgãos públicos, através de seus servidores e fiscais técnicos, a fiscalização destas obras, com o acompanhamento pontual da conformidade dos serviços executados, com o intuito de zelar pela execução dos serviços em consonância com os padrões definidos pela gestão (FIGUEIREDO, 2022). Lima (2017), ressalta que a fiscalização deve ser atuante, buscando garantir maior economia dos recursos públicos. Nesse contexto, segue posicionamento do TCU, no Acórdão nº1.632/2009 – Plenário (BRASIL, 2009):

A propósito, vale registrar que a prerrogativa conferida à Administração de fiscalizar a implementação da avença deve ser interpretada também como uma obrigação. Por isso, fala-se em um poder-dever, porquanto, em deferência ao princípio do interesse público, não pode a Administração esperar o término do contrato para verificar se o objeto fora de fato concluído conforme o programado, uma vez que, no momento do seu recebimento, muitos vícios podem já se encontrar encobertos (BRASIL, 2009).

A Lei nº 8.666/1993, apesar de ter sido substituída pela Nova Lei de Licitações e Contratos (Lei nº 14.133/2021), ainda serve como referência na compreensão das obrigações relacionadas à fiscalização. A nova legislação busca modernizar os procedimentos, introduzindo elementos de planejamento e governança que impactam diretamente na qualidade e no controle da execução de obras públicas. Segundo Santos & Silva (2019), existem vários processos de contratação para a realização de obras públicas, e as licitações estão entre os mais utilizados. Elas servem para trazer competitividade entre as empresas. E de acordo com os Projetos de Lei de Licitações (PL 12092/95 e 6814/17), a empresa que ganha a licitação é responsável por todo o projeto. Na Figura 5, é apresentado o fluxograma das etapas a serem realizadas para a adequada execução indireta de uma obra pública (BRASIL, 2014).

Figura 5 - Fluxograma de procedimentos da execução indireta de uma obra pública.



Fonte: BRASIL, (2013).

Conforme representado no fluxograma fornecido. O processo é dividido em cinco etapas principais, que se sucedem de maneira cronológica e se inter-relacionam para assegurar o planejamento, a execução e a posterior operação da obra. A fase preliminar corresponde à etapa de preparação do processo licitatório, sendo essencial para definir e justificar a futura contratação. São desenvolvidas três atividades fundamentais:

- Programa de Necessidades: identificação e especificação dos objetivos da obra, com levantamento de demandas que motivam a contratação.
- Estudos de Viabilidade: análises técnica, econômica, ambiental e legal, que permitem avaliar se o empreendimento pode ser realizado de forma eficaz.
- Anteprojeto: elaboração inicial que define parâmetros gerais, volumetrias, concepções arquitetônicas e funcionais.

Esta fase é indispensável para assegurar que o objeto da licitação seja claro e atenda efetivamente ao interesse público. A fase interna é aquela em que a Administração estrutura os documentos técnicos, jurídicos e financeiros que fundamentam o certame. Compreende as seguintes atividades:

- Projeto Básico: detalhamento das características essenciais da obra, servindo de base para a definição dos custos e do escopo contratual.

- Projeto Executivo: consolidação de todos os elementos necessários para a execução física da obra.
- Recursos Orçamentários: previsão e reserva dos valores financeiros destinados ao custeio da contratação.
- Elaboração do Edital de Licitação: estabelecimento das regras, critérios de habilitação e julgamento das propostas.

O resultado desta fase é a formalização do processo que será tornado público na etapa seguinte. A fase externa caracteriza-se pela publicização e realização efetiva do certame licitatório, incluindo os seguintes passos:

- Publicação do Edital: divulgação oficial do instrumento convocatório, garantindo a publicidade e a ampla concorrência.
- Constituição da Comissão de Licitação: formação do colegiado responsável pela condução dos procedimentos.
- Recebimento das Propostas: apresentação dos documentos de habilitação e das propostas comerciais pelas empresas interessadas.
- Procedimento da Licitação: análise da documentação, julgamento das propostas, classificação dos licitantes e adjudicação do objeto.

Esta fase inicia-se após a homologação do resultado e compreende a formalização e execução do contrato administrativo. São suas etapas principais:

- Celebração do Contrato: assinatura entre a Administração e o licitante vencedor, observando as condições pactuadas no edital.
- Fiscalização da Obra: acompanhamento técnico, contábil e jurídico, visando garantir o cumprimento das obrigações contratuais e a qualidade da execução.
- Recebimento da Obra: vistoria e aceite formal dos serviços executados, observando as condições de conformidade e desempenho estabelecidas.

Após a conclusão da obra, inicia-se o período de utilização e conservação do empreendimento. São contempladas:

- Operação: início do uso efetivo da obra pela população ou pelo ente público.
- Manutenção: ações de preservação e conservação necessárias para garantir o funcionamento e a durabilidade da estrutura.

O fluxograma apresentado evidencia que o processo de licitação de obras públicas é composto por diversas fases interdependentes, que vão desde o planejamento inicial até a manutenção posterior à entrega da obra. A adequada execução de cada etapa é condição indispensável para assegurar a eficiência do gasto público, a qualidade da infraestrutura implantada e o atendimento pleno ao interesse coletivo.

As obras e serviços de engenharia no setor público, além de serem contratados por meio de licitação pública, respeitam sequência pré-estabelecida de atividades, a saber: I) Projeto Básico, II) Projeto Executivo e III) Execução das obras e serviços (BRASIL, 1993). Para execução das obras públicas deve-se seguir o que é solicitado em planilhas orçamentárias seguindo critérios de medições e pagamentos (LIMA, 2017). Deve-se seguir o que está inserido em contrato, de modo que Gama (2020), entende que a seja necessário que se comece a fiscalizar ainda na fase de contratual. Para Camargo & Schwanke (2020) a fiscalização de obras estar diretamente ligada aos termos definidos em contrato com as empreiteiras que realizarão as obras, e uma vez esse contrato assinado observa-se os direitos e deveres da fiscalização perante o processo. Segundo Gama (2020), a fiscalização atua no controle e monitoramento da obra ao longo do cumprimento do contrato, verificando o desempenho dos serviços executados baseando-se nas exigências de qualidade estabelecidas em escopo e nos requisitos estabelecidos referente ao orçamento e ao cronograma da obra.

A fiscalização deve ser periódica, acompanhando todo o andamento da obra, tendo um maior aproveitamento na verificação do cumprimento das disposições exigidas em contrato. Durante a execução das obras, a fiscalização deve auxiliar o empreiteiro, estimulando-o a seguir o que foi estipulado em contrato, projetos, especificações técnicas, normas e legislação vigente, além de sugerir soluções caso seja necessária uma alteração ao que foi determinado (FERREIRA, 2014). Fica a fiscalização responsável por verificar o funcionamento das estruturas e pelo recebimento da obra, confirmando que ela estar em conformidade com todas as exigências. Para um bom desempenho da execução da obra é necessário que a fiscalização de obras atue de forma satisfatória em suas atribuições (GAMA, 2020).

Os executores devem fornecer relatórios de diário de obra, relatando o andamento do serviço, comprovando o uso de materiais de forma adequada, previstos em contrato, expondo os processos usados no andamento das construções, relatando o corpo de funcionários e terceirizados que atuam na execução, para averiguação de suas competências e regularidades, e mostrando adesão às normas de segurança do trabalho. A empresa contratada, através de licitação, para execução da obra deve facilitar, por todos os meios possíveis, a atuação dos fiscais, permitindo-os o amplo acesso aos serviços em execução e atendendo prontamente às solicitações que lhe forem direcionadas (TCU, 2013, p. 49). A fiscalização de maneira geral demanda uma série de procedimentos durante o seu processo, que vão do início ao final da execução da obra, como pode ser visto a seguir:

- Divergência entre projeto x planilha orçamentária;
- Solicitação de alteração do projeto licitado;
- Reajuste;
- Aditivos contratuais;
- Notificações;
- Ordem de paralisação e reinício;
- Ordem de serviço;
- Medição dos serviços;
- Verificação de contratos de trabalho e direitos trabalhistas dos funcionários;
- Diário de obra;
- Segurança do trabalho na obra;
- Elaboração do *checklist*;
- Termos provisório e definitivo da obra.

Em Minas Gerais, a fiscalização de obras públicas segue os parâmetros legais nacionais, mas possui características próprias decorrentes de sua estrutura administrativa, extensão territorial e diversidade regional. A atuação de órgãos estaduais como o Tribunal de Contas do Estado de Minas Gerais (TCE-MG) e a Controladoria-Geral do Estado (CGE-MG) é central nesse processo, com ênfase crescente no uso de tecnologias e na integração com os órgãos municipais. O TCE-MG desempenha um papel fundamental na fiscalização da execução de contratos de obras públicas. Com base na Lei Orgânica da Magistratura e na Constituição Estadual, o órgão realiza auditorias, inspeções in loco, e avaliações técnicas e financeiras em

contratos de engenharia. A CGE-MG, por sua vez, atua na verificação do cumprimento de normas administrativas e no apoio à implementação de boas práticas de governança.

2.3.1.1 Recebimento de Obras Públicas

Após o término do contrato, a obra será recebida, de forma provisória, pelo responsável do acompanhamento e fiscalização, onde é assinado um termo de recebimento assinado por ambas as partes, sendo providenciado uma cópia para cada parte. Contudo, para Lima (2017), previamente a esse recebimento, a contratada deve providenciar as ligações definitivas previstas em projeto e as vistorias para obtenção de licenças e regularização dos serviços e obras concluídas junto aos órgãos competentes. Para Gama (2020), durante o recebimento provisório o fiscal deve verificar se todos os serviços que compõe o objeto de contrato foram concluídos, aferindo cada um deles, para observar as eventuais pendências. Uma vez essas possíveis pendências sendo solucionadas é providenciado o recebimento definitivo, feito por um servidor ou comissão designada, onde novamente é gerado um termo de recebimento assinado pelas partes. Esse termo deve ser assinado após o prazo hábil de vistoria que comprove que foi feito a execução segundo os termos do contrato.

O contratado fica obrigado a reparar, corrigir, remover, reconstruir ou substituir às suas custas, qualquer falha observada pela fiscalização. (TCU, 2013, p. 50). Para Camargo & Schwanke (2020), deve-se formar uma comissão com diversos profissionais de áreas diferentes e específicas, de maneira que possam vistoriar com maior eficiência, cada um com seu conhecimento e com documentos arquivados em pastas técnicas, a obra finalizada. Essas vistorias de obras são procedimentos realizados para verificar as conformidades da execução em relação ao que foi determinado em projetos, normas e especificações técnicas, e pode acontecer em qualquer fase da construção. Segundo Santos (2022), as vistorias focam em fatores administrativos e técnicos da obra e serviço, buscando sempre uma melhor qualidade do projeto, a redução de custos e o controle de prazos. Já a vistoria de recebimento, por sua vez, é uma vistoria que ocorre ao final da execução, onde deve-se observar todos os detalhes da obra, a fim de identificar falhas, anomalias e vícios construtivos.

Referente às obras de esgotamento sanitário em loteamentos a vistoria é feita de forma visual, onde é observado a qualidade do serviço executado, e através de testes por meio do lançamento de água na rede, simulando o fluxo do esgoto, a fim de verificar a queda e a

presença de resíduos da construção. Onde o surgimento de sujidade ou turbidez na água pode indicar algum vazamento na rede, que permitem a entrada de terra durante os testes e o vazamento de efluentes no solo quando a rede estiver em uso. E por fim são feitos levantamentos topográficos, para verificação de consistência com o projeto e para alteração de cadastro em uma eventual mudança aceitável pelo órgão de fiscalização, onde estas modificações são constadas no *as built*.

O *as built* por sua vez é um documento exigido desde o edital de licitação, quando se trata de obras públicas, (que significa “como construído”), em que retrata fielmente o que foi construído, e deve incluir todas as plantas, memoriais, e especificações, de forma detalhada do que foi executado e dos insumos que foram usados. Para Figueiredo (2022), o *as built* é determinante da qualidade do serviço de supervisão de obras públicas, pois facilita a execução de futuras manutenções e reformas.

2.3.2 Fiscalização de Obras Particulares

A fiscalização de obras particulares no Brasil é um componente essencial da gestão urbana, sendo diretamente vinculada à observância das normas de uso e ocupação do solo, segurança das edificações e respeito às diretrizes do planejamento urbano municipal. Esta fiscalização é, em regra, de competência dos municípios, conforme previsto na Constituição Federal, e se realiza por meio das secretarias de obras, planejamento urbano ou de fiscalização e posturas. O cumprimento das exigências legais por parte dos responsáveis técnicos e proprietários é indispensável para garantir a integridade física das construções e a ordem urbanística.

As obras particulares também demandam fiscalização, uma vez que esta é uma atividade essencial, contudo, existem diferenças em relação à fiscalização de obras públicas. As obras particulares não há licitações, logo, o investidor contrata quem bem achar melhor, todavia, serão fiscalizadas por órgãos públicos. Apesar de serem particulares as obras precisam seguir os projetos aprovados pelos órgãos públicos, além das normas e legislações vigentes, e para que essas determinações sejam seguidas há a necessidade do trabalho do fiscal, um profissional habilitado para tal atividade.

O artigo 30, inciso I, da Constituição Federal de 1988 confere aos municípios a competência para legislar sobre assuntos de interesse local, o que inclui o ordenamento territorial e a

fiscalização de construções dentro dos limites de seu território (BRASIL, 1988). Nesse sentido, os municípios são responsáveis por estabelecer o Código de Obras e Edificações, os Planos Diretores e as Leis de Uso e Ocupação do Solo, os quais definem os parâmetros construtivos e os procedimentos para aprovação de projetos, licenciamento e fiscalização das obras particulares.

A fiscalização ocorre principalmente em duas etapas: preventiva e corretiva. A etapa preventiva inclui a análise e aprovação dos projetos arquitetônicos, verificação da responsabilidade técnica (por meio da Anotação de Responsabilidade Técnica – ART ou do Registro de Responsabilidade Técnica – RRT) e a emissão do alvará de construção. Já a fase corretiva se dá por meio de vistorias periódicas realizadas por agentes públicos municipais durante a execução da obra, para verificar se o que está sendo construído corresponde ao projeto aprovado e atende às normas técnicas e legais.

Entretanto, a fiscalização de obras particulares no Brasil ainda enfrenta inúmeros desafios. A carência de fiscais qualificados, a morosidade nos processos de licenciamento, a ausência de padronização entre os municípios e a alta demanda reprimida dificultam uma fiscalização efetiva. Além disso, o avanço da informalidade nas construções, especialmente em áreas periféricas e de ocupação irregular, torna a fiscalização um desafio ainda maior, exigindo integração entre diversos setores da administração pública.

A atuação dos conselhos profissionais, como o Conselho de Arquitetura e Urbanismo (CAU) e o Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA), também se mostra relevante, ainda que complementar. Tais entidades atuam na fiscalização do exercício profissional, verificando o cumprimento das normas técnicas e éticas por parte dos responsáveis técnicos, o que também contribui para a regularidade das obras privadas.

Em alguns casos há ainda uma necessidade maior de fiscalização, pois as construções, como é o caso das obras de infraestrutura urbana, serão repassados para o domínio das prefeituras, autarquias e concessionárias, que arcarão com qualquer manutenção necessária após o prazo de garantia. Ou seja, uma boa fiscalização pode não só fazer cumprir as obrigações necessárias, mas também, evitar prejuízos futuros àqueles que serão administradores dos empreendimentos.

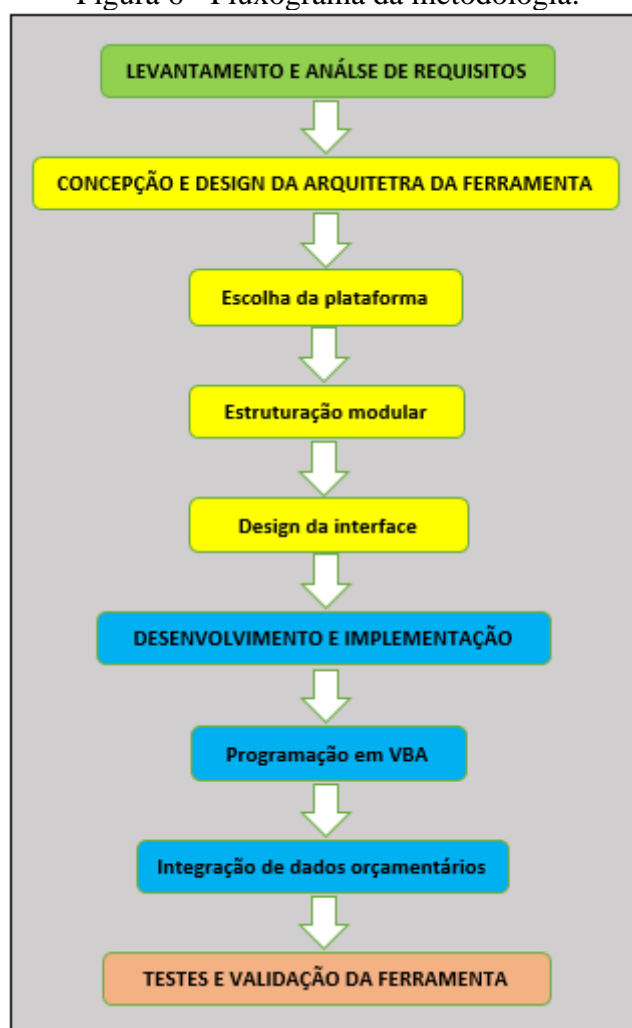
A fiscalização de obras particulares no Brasil, embora seja de competência eminentemente municipal, demanda uma articulação interinstitucional eficaz, modernização dos sistemas administrativos e valorização dos profissionais da área. Sua efetividade é essencial para assegurar o desenvolvimento urbano ordenado, a segurança da população e o respeito ao meio ambiente urbano. Investimentos em tecnologia e capacitação técnica dos fiscais são caminhos promissores para fortalecer esse importante instrumento de controle urbano.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa adotou como procedimento metodológico a identificação do problema e o mapeamento prévio dos aspectos técnicos e administrativos relacionados aos sistemas de esgotamento sanitário, resultando no desenvolvimento da ferramenta computacional SIFIO-SES, implementada em linguagem VBA. O processo metodológico contemplou a sistematização do suporte à fiscalização de obras de sistemas de esgotamento sanitário coletivos, assegurando rigor técnico por meio de etapas bem definidas de análise, concepção, implementação e validação, conforme detalhado nas subseções a seguir.

A metodologia deste estudo foi realizada conforme as etapas de trabalho presentes no fluxograma da Figura 6.

Figura 6 - Fluxograma da metodologia.



Fonte: Autor, (2025).

3.1 LEVANTAMENTO E ANÁLISE DE REQUISITOS: IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA E MAPEAMENTO DE NECESSIDADES

A fase inicial do estudo consistiu no levantamento e na análise dos requisitos funcionais e não funcionais da ferramenta proposta, abrangendo tanto os aspectos técnicos da execução de sistemas de esgotamento sanitário (SES) quanto os mecanismos administrativos relacionados à gestão de contratos. Esse processo envolveu:

- Revisão bibliográfica: estudo aprofundado de normas técnicas, como a ABNT NBR 9061:1984, manuais de fiscalização de obras públicas e documentos de referência sobre saneamento básico no Brasil, incluindo dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2022) e políticas como o PLANASA. O objetivo foi identificar os procedimentos mandatórios e as melhores práticas de fiscalização aplicáveis às obras de SES coletivos. Durante a pesquisa pode ser feito um comparativo entre a ferramenta computacional SIFIO-SES e algumas ferramentas usadas na construção civil (Tabela 3).

Tabela 3 – Comparativo entre a SIFIO-SES e outras ferramentas usadas na construção civil.

CRITÉRIO	Foco principal
SIFIO- SES	Fiscalização e gestão técnica de obras de SES coletivos.
FIELDWIRE	Gestão de campo, inspeções e tarefas.
PLANGRID	Visualização de plantas, medições e documentação de obra.
ORÇAFASCIO	Orçamento e controle de custos.
SIENGE GO!	Gestão integrada administrativa e financeira.
MICROSOFT PROJECT	Planejamento e controle de cronogramas
CRITÉRIO	Etapas cobertas
SIFIO- SES	Projeto, orçamento, execução, aditivos, segurança e recebimento.
FIELDWIRE	Execução e inspeção em campo.
PLANGRID	Execução e acompanhamento documental.
ORÇAFASCIO	Planejamento e custos.
SIENGE GO!	Planejamento e custos.
MICROSOFT PROJECT	Planejamento e acompanhamento de prazos
CRITÉRIO	Especialização no saneamento

SIFIO- SES	Alta – voltada à obras de SES coletivos
FIELDWIRE	Baixa – genérica
PLANGRID	Baixa – genérica
ORÇAFASCIO	Média – depende da base de composições
SIENGE GO!	Média – voltado a construtoras e incorporadoras
MICROSOFT PROJECT	Nenhuma – atua no controle de prazos
CRITÉRIO	Controle de divergências (projeto x orçamento)
SIFIO- SES	Automático por macros e planilhas (“PROJETO X PLANILHA”)
FIELDWIRE	Necessita inserção manual
PLANGRID	Permite anotações e comparações visuais
ORÇAFASCIO	Relatórios automáticos de custo
SIENGE GO!	Cruzamento de dados entre módulos financeiros
MICROSOFT PROJECT	Indisponível
CRITÉRIO	Controle de medições
SIFIO- SES	Integrado à planilha orçamentária (“MEDIÇÕES”)
FIELDWIRE	Registro por fotos e checklist
PLANGRID	Registro visual e sincronizado em nuvem
ORÇAFASCIO	Integrado à planilha de custos
SIENGE GO!	Vinculado ao módulo de contratos
MICROSOFT PROJECT	Vinculado ao cronograma
CRITÉRIO	Gestão de pessoal e diário de obra
SIFIO- SES	Módulo próprio (“FUNCIONÁRIOS” e “DIÁRIO DE OBRA”)
FIELDWIRE	Controle básico de equipes
PLANGRID	Registro por usuário em campo
ORÇAFASCIO	Não possui
SIENGE GO!	Registro administrativo
MICROSOFT PROJECT	Não aplicável
CRITÉRIO	Segurança do trabalho
SIFIO- SES	Módulo “CHECKLIST” e “SEGURANÇA DO TRABALHO”
FIELDWIRE	Checklists e inspeções com fotos
PLANGRID	Checklists digitais

ORÇAFASCIO	Não possui
SIENGE GO!	Módulo adicional
MICROSOFT PROJECT	Não aplicável
CRITÉRIO	Geração de relatórios e gráficos
SIFIO- SES	Automática em planilhas e gráficos integrados
FIELDWIRE	Relatórios de progresso com imagens
PLANGRID	Dashboards e relatórios em nuvem
ORÇAFASCIO	Relatórios financeiros
SIENGE GO!	Relatórios administrativos e financeiros
MICROSOFT PROJECT	Relatórios de cronograma
CRITÉRIO	Trabalho colaborativo (multiusuário)
SIFIO- SES	Limitado – acesso local ao arquivo Excel
FIELDWIRE	Multiusuário em tempo real
PLANGRID	Multiusuário com sincronização na nuvem
ORÇAFASCIO	Colaborativo via servidor
SIENGE GO!	Multiusuário com controle de perfis
MICROSOFT PROJECT	Colaborativo com licenças
CRITÉRIO	Necessidade de internet
SIFIO- SES	Não – funciona offline
FIELDWIRE	Sim
PLANGRID	Sim
ORÇAFASCIO	Parcial (sincronização)
SIENGE GO!	Sim
MICROSOFT PROJECT	Não obrigatória
CRITÉRIO	Custo de licenciamento
SIFIO- SES	Gratuito (sem assinatura)
FIELDWIRE	Assinatura mensal/anual
PLANGRID	Assinatura mensal/anual
ORÇAFASCIO	Licença anual
SIENGE GO!	Assinatura mensal/anual
MICROSOFT PROJECT	Licença Microsoft

CRITÉRIO	Customização e adaptação
SIFIO- SES	Alta – editável via VBA
FIELDWIRE	Limitada
PLANGRID	Limitada
ORÇAFASCIO	Moderada
SIENGE GO!	Limitada
MICROSOFT PROJECT	Limitada a campos de tarefas
CRITÉRIO	Integração com BIM e outros sistemas
SIFIO- SES	Restrita (Excel, PDF)
FIELDWIRE	Integração com Revit/AutoCAD
PLANGRID	Integração BIM completa
ORÇAFASCIO	Integração parcial com ERPs
SIENGE GO!	Integração nativa com ERPs
MICROSOFT PROJECT	Integração com Power BI
CRITÉRIO	Adequação ao setor público
SIFIO- SES	Alta – linguagem e processos compatíveis com licitações e fiscalizações.
FIELDWIRE	Baixa
PLANGRID	Baixa
ORÇAFASCIO	Média
SIENGE GO!	Média
MICROSOFT PROJECT	Média
CRITÉRIO	Nível de automação
SIFIO- SES	Alto – macros automatizam cálculos e relatórios.
FIELDWIRE	Alto, com interface intuitiva.
PLANGRID	Alto
ORÇAFASCIO	Médio
SIENGE GO!	Alto
MICROSOFT PROJECT	Alto
CRITÉRIO	Perfil ideal de usuário
SIFIO- SES	Engenheiros fiscais e gestores públicos
FIELDWIRE	Engenheiros de campo

PLANGRID	Gestores de obra e equipes em campo
ORÇAFASCIO	Orçamentistas e planejadores
SIENGE GO!	Gestores corporativos
MICROSOFT PROJECT	Coordenadores de planejamento

Fonte: Autor, (2025).

A SIFIO-SES se destaca por sua abrangência técnica e custo zero, sendo altamente adequado à fiscalização de obras públicas de saneamento; A Fieldwire e PlanGrid superam em mobilidade e colaboração online, mas exigem conectividade e assinatura; A OrçaFascio é forte no orçamento e controle de custos, mas não cobre as etapas operacionais; A Sienge Go! é ideal para gestão empresarial integrada, mas pouco adaptado ao saneamento público; A Microsoft Project é útil para cronogramas, mas depende de integração com outras ferramentas para uma visão completa da obra.

A comparação entre a ferramenta SIFIO-SES e os softwares amplamente utilizados na construção civil foi realizada por meio de análise técnica e descritiva das funcionalidades de cada sistema. A abordagem adotada é de natureza qualitativa e comparativa, com foco na identificação das compatibilidades funcionais, limitações operacionais e adequação de cada solução às demandas de fiscalização e gestão de obras públicas de saneamento. Ressalta-se que a análise não tem caráter de julgamento de desempenho ou hierarquização comercial entre os softwares, mas de avaliação técnica orientada ao contexto específico de aplicação da ferramenta proposta.

- Identificação de lacunas: a análise da literatura e das práticas vigentes evidenciou fragilidades nas metodologias manuais, especialmente quanto à organização das informações, à precisão dos cálculos e à padronização dos registros. Constatou-se, ainda, a ausência de ferramentas computacionais específicas que integrassem, em um único ambiente, os diferentes aspectos da fiscalização. Das ferramentas mencionadas na Tabela 3, nenhuma delas tem como foco principal a fiscalização e o gerenciamento de informações executivas e administrativas de obras de SES coletivos, abrindo espaço para criação da SIFIO-SES, no qual Santos (2018), recomenda o desenvolvimento de ferramenta deste tipo.

Deve-se atentar ainda para a questão da falha humana da fiscalização onde é de grande importância o desenvolvimento de ferramentas sistematizadas para a inspeção, registro e análises dos resultados, onde nestas ferramentas apresentem o conteúdo do que inspecionar em cada processo, amostragem representativa para inspeção, como inspecionar, a metodologia, como registrar, como calcular e analisar os critérios de aceitação e rejeição dos serviços (SANTOS, 2018).

- Definição das funcionalidades essenciais: a partir das diretrizes levantadas, foram estabelecidas as principais funcionalidades da ferramenta SIFIO-SES, priorizando a automação de cálculos repetitivos, a organização de informações críticas e a geração de relatórios de acompanhamento. Esses recursos visam aprimorar a eficiência, a transparência e a confiabilidade do processo de fiscalização.

3.2 CONCEPÇÃO E DESIGN DA ARQUITETURA DA FERRAMENTA

Nesta etapa, foi definida a arquitetura da SIFIO-SES e o design de sua interface, com foco na usabilidade e na acessibilidade para os usuários, de modo a refletir as rotinas de fiscalização de obras de sistemas de esgotamento sanitário.

3.2.1 Escolha da plataforma

O Microsoft Excel, aliado à programação em VBA (Visual Basic for Applications), foi selecionado como plataforma-base. A decisão se fundamentou na ampla difusão dessa ferramenta entre engenheiros e fiscais de obras, o que reduz a curva de aprendizado, além de representar uma solução de baixo custo de implantação e de fácil disseminação. Apesar das limitações de escalabilidade, o Excel/VBA mostrou-se adequado ao escopo inicial, centrado em SES coletivos.

O VBA, incorporado aos programas do pacote Microsoft Office, amplia as funcionalidades nativas do Excel ao possibilitar a criação de rotinas automatizadas, macros e sistemas de apoio à gestão de dados. Essa linguagem apresenta relativa simplicidade de aprendizado, permitindo que usuários desenvolvam códigos desde procedimentos básicos até soluções mais complexas.

Durante o desenvolvimento da ferramenta utilizando Visual Basic for Applications (VBA), foram identificadas algumas dificuldades relacionadas tanto à estruturação lógica do código quanto às limitações inerentes à própria linguagem e à sua integração com o ambiente do Excel. Inicialmente, a principal dificuldade consistiu na compreensão da sintaxe e da lógica de execução do VBA, especialmente no que se refere à automação de planilhas e à manipulação de eventos. A necessidade de coordenar diferentes módulos, funções e variáveis exigiu um aprendizado progressivo sobre o funcionamento interno do Excel e suas interdependências com o VBA.

Outra limitação enfrentada foi a complexidade dos códigos pré-definidos disponíveis em bibliotecas e fóruns especializados. Em diversos casos, esses códigos apresentavam estruturas avançadas e genéricas que dificultavam sua adaptação às especificidades do projeto. Diante disso, optou-se por realizar gravações de macros próprias, desenvolvidas gradualmente, o que possibilitou um melhor entendimento das rotinas, maior controle sobre cada procedimento e uma adaptação mais fiel às necessidades da ferramenta.

Também se observou a necessidade de organizar e modularizar o código, de modo a facilitar sua manutenção e garantir a estabilidade do sistema. Como o VBA possui limitações quanto à orientação a objetos e ao tratamento de erros, foi necessário empregar estratégias de codificação simples e bem documentadas, priorizando clareza e funcionalidade. Essas dificuldades, contudo, foram fundamentais para o processo de aprendizagem, permitindo o desenvolvimento de competências práticas de programação aplicada à engenharia e o aprimoramento do raciocínio lógico voltado à automação de tarefas. O resultado foi uma ferramenta funcional, confiável e adaptada à realidade operacional das atividades de fiscalização, construída integralmente a partir do domínio adquirido sobre o VBA.

3.2.2 Estruturação Modular

A ferramenta foi concebida com uma estrutura modular, organizada em abas que espelham as principais etapas do ciclo de vida da fiscalização de obras públicas. Os módulos previstos incluem: Projeto x Planilha, Solicitação de Alteração de Projeto, Reajuste, Aditivos Contratuais, Notificações, Paralisação e Reinício, Ordem de Serviço, Medições, Diário de Obra, Situação Contratual dos Funcionários, Segurança do Trabalho, Checklist e Termos de

Recebimento de Obra. Essa estrutura busca replicar o fluxo real de trabalho, facilitando a navegação e promovendo maior aderência à prática profissional.

3.2.3 Design da Interface

A interface gráfica foi projetada para ser clara e funcional. Uma tela inicial com botões de navegação direta permite acesso rápido aos módulos técnicos e administrativos. Cada aba foi organizada de forma a otimizar tanto o preenchimento quanto a visualização dos dados, assegurando praticidade e minimizando erros durante a operação. A interface é apresentada no item Resultados e Discussão.

3.3 DESENVOLVIMENTO E IMPLEMENTAÇÃO

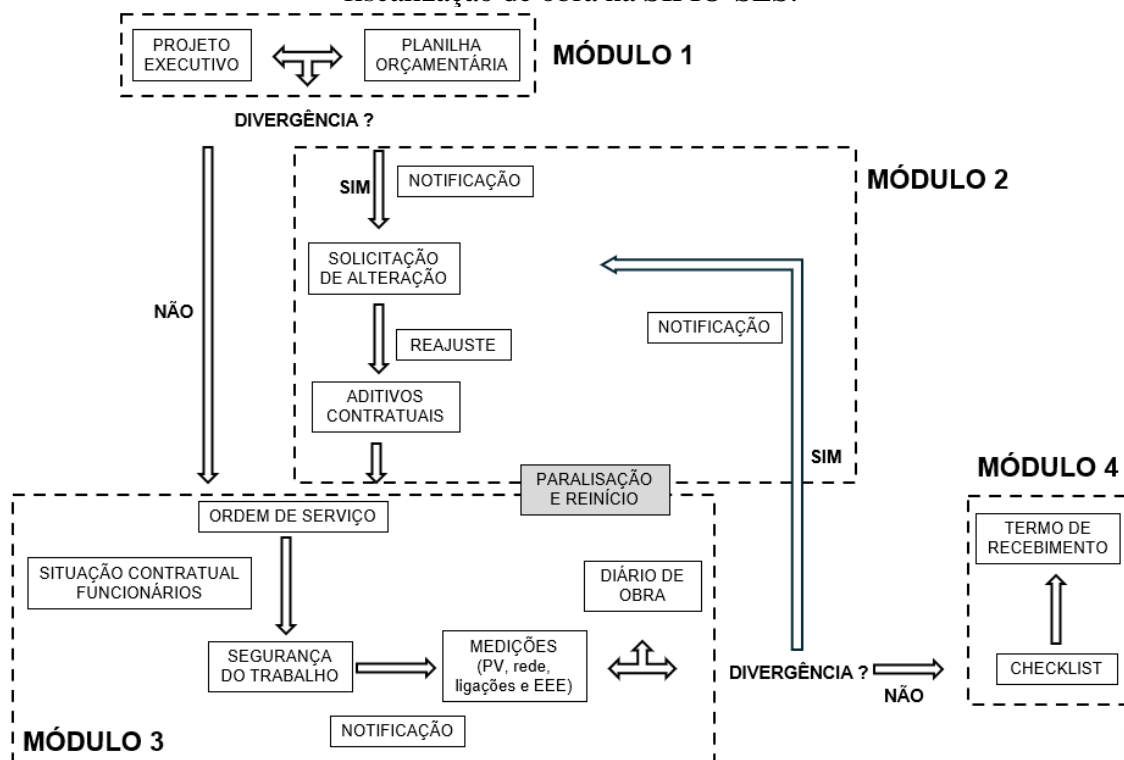
A etapa de desenvolvimento e implementação da ferramenta computacional SIFIO-SES foi guiada pela premissa de que a solução deveria ser construída em um ambiente familiar aos profissionais da área. Por isso, optou-se pelo Microsoft Excel como plataforma-base, combinando baixo custo de adoção, ampla difusão entre engenheiros e técnicos e grande flexibilidade.

Para conferir autonomia e robustez ao sistema, foram utilizadas rotinas programadas em VBA, as quais otimizam as rotinas de processamento dos dados de entrada e os cálculos hidráulicos, além do que incorpora funcionalidades para cálculos quantitativos, evolução física, análise de cronograma e estimativas de custo baseadas em sistemas oficiais de referência, como SINAPI (2025) e SEINFRA (2025). Esta linguagem de programação permite também a criação de rotinas de navegação entre abas, a execução de cálculos de forma automatizada e a geração de relatórios em tempo real, reduzindo a possibilidade de erros manuais e aumentando a confiabilidade dos registros.

A SIFIO-SES foi organizada em quatro módulos, para reproduzir o fluxo de trabalho de um fiscal no processo de acompanhamento e fiscalização de obra, de acordo com o fluxograma da Figura 7. Os módulos foram estruturados em etapas sucessivas, de forma a assegurar rigor técnico e aplicabilidade à realidade dos fiscais de obras. O módulo inicial é comparativo entre o projeto executivo e a planilha orçamentária (módulo 1 na Figura 7), seguido por um módulo de ajustes contratuais e de projeto (módulo 2 na Figura 7), um módulo de execução de obra

(módulo 3 na Figura 7) e, por fim, um módulo relacionado aos procedimentos para finalização da obra (módulo 4 na Figura 7). O detalhamento dos módulos é apresentado no item Resultados e Discussão.

Figura 7 - Fluxograma dos módulos vinculados ao processo de acompanhamento e fiscalização de obra na SIFIO-SES.



Fonte: Autor, (2025).

3.3.1 Programação em VBA

As funcionalidades de automação foram desenvolvidas por meio da gravação e codificação de macros em VBA. Isso incluiu a criação de rotinas para:

- **Navegação Entre Abas:** Botões de comando foram programados para permitir transições rápidas e eficientes entre os diferentes módulos da ferramenta.
- **Cálculos Automatizados:** Fórmulas complexas e repetitivas foram encapsuladas em macros para serem executadas com um clique, reduzindo a chance de erros manuais e agilizando a análise. Exemplos incluem os cálculos de profundidade de corte (Equação 1), evolução da obra (Equações 2 e 2.1), atraso do cronograma (Equação 3), declividade de trechos (Equação 4), profundidade média e volume de escavação (Equações 5, 6 e 7), precificação de serviços (Equações 8, 8.1, 8.2, 9 e 10) e a evolução da obra (Equações 11 e 11.1).

Para automação dos cálculos, as seguintes equações foram implementadas via macro:

$$PC_{pv} = CR - CF \quad (1)$$

Na qual: PC_{pv} é a profundidade de corte do PV; CT é a cota de terreno em torno do PV; CR é a cota do radier do PV.

Foi criada uma coluna para precificação para execução de cada PV, nomeada como “Preço unit.”. Foi criado o botão de comando “P.O’ no tópico “Preço unit.” da ferramenta, onde foi inserido a gravação executada por meio de uma macro em que acessa à aba “Planilha orçamentária”.

Para o cálculo da evolução de obra, foram criadas duas colunas, onde uma calcula o percentual específicos dos PVs e a outra o percentual geral do sistema de esgotamento sanitário. A primeira etapa é calculada pela Equação 2 e a segunda parte pela Equação 2.1. Foi executada uma gravação por meio de uma macro em que se realiza as duas equações na mesma gravação, dando a condição de ambas serem realizadas pela ferramenta simultaneamente. Foi criado um botão de comando, nomeado como “Concluir”. A gravação em que se realiza o cálculo das equações foi introduzida neste botão de comando.

$$P_{evol} = \left(\frac{pu}{pt} \right) \times 100 \quad (2)$$

Na qual: P_{evol} é o percentual de evolução; Pu é o preço unitário; Pt é o preço total.

$$PEses = \left(\frac{pu}{ptses} \right) \times 100 \quad (2.1)$$

Na qual: $Peses$ é o percentual de evolução de obra do sistema de esgotamento sanitário; pu é o preço unitário; $Ptses$ é o preço total da obra do sistema de esgotamento sanitário.

Foi desenvolvido em todas as abas do procedimento de medições na ferramenta computacional, um cronograma para execução das etapas da obra. Neste cronograma pode ser inserido as previsões para as datas de início e conclusão daquela etapa específica da obra e as

datas reais em que se iniciou e concluiu cada etapa. O cronograma permite calcular o atraso em dias de cada fase por meio da Equação 3, e para isto foi executada uma gravação por meio de uma macro em que grava a execução da equação. Foi criado o botão de comando “Atraso” e salvo a gravação nele.

$$Aeo = ICr - Pic \quad (3)$$

Na qual: *Aeo* é o atraso na etapa da obra; *ICr* é o início ou conclusão real; *Pic* é a previsão de início ou conclusão.

$$Dtc = \frac{Pvi - Pvf}{ct} \quad (4)$$

Na qual: *Dtc* é a declividade do trecho; *PVi* é o PV inicial; *PVf* é o PV final; *ct* é o comprimento de trecho.

$$Pmc = \frac{PCi + PCf}{2} \quad (5)$$

Na qual: *Pmc* é a profundidade média do corte; *PCi* é a profundidade do corte no inicial; *PCf* é a profundidade do corte no final.

$$Lsv = 2 \times \tan(\alpha) \times PCt + Liv \quad (6)$$

Na qual: *Lsv* é a largura superior da vala; *Pmc* é a profundidade média do corte; *Liv* é a largura inferior da vala.

A largura da vala escavada vai depender da largura da concha que é usada para escavar a terra. Com a largura inferior da vala definida, é possível determinar a largura superior, com a declividade necessária para a formação do talude. Essa declividade é fundamental para garantir a estabilidade das paredes da escavação e prevenir desabamentos, em conformidade com a recomendação da ABNT NBR 9061:1984. De acordo com essa norma, valas com profundidade superior a 1,25 metros devem ter suas paredes executadas com cortes inclinados, com ângulo mínimo de 45°.

$$V_c = \frac{L_{sv} + L_{iv}}{2} \times P_{mc} \times ct \quad (7)$$

Na qual: V_c é o volume do corte; L_{sv} é a largura superior da vala; L_{iv} é a largura inferior da vala; P_{mc} é a profundidade média do corte; ct é o comprimento do trecho

Para o cálculo da precificação da execução dos trechos de esgoto, inicialmente foram inseridos os preços unitários referentes à escavação e ao reaterro da vala, bem como o preço unitário para a execução da rede, com base nas informações contidas na planilha orçamentária.

$$PEA = PuEA \times V_c \quad (8)$$

Na qual: PEA é o preço de escavação e reaterro do trecho; $PuEA$ é o preço unitário de escavação e reaterro; V_c é o volume de corte.

$$PR = PuR \times ct \quad (8.1)$$

Na qual: PR é o preço de rede do trecho; PuR é o preço unitário da rede; ct é o comprimento do trecho.

$$P_{tt} = PEA + PR \quad (8.2)$$

Na qual: P_{tt} é o preço dos trechos; PEA é o preço de escavação e reaterro do trecho; PR é o preço de rede do trecho.

$$Pt = \sum_f^i P_{tt} \quad (9)$$

Na qual: Pt é o preço total; $\sum_f^i P_{tt}$ é a somatória dos preços dos trechos.

$$Ptc = pu \times q \quad (10)$$

Na qual: Ptc é o preço total dos componentes; pu é o preço unitário; q é a quantidade de itens.

$$PE = \left(\frac{pi}{vto} \right) \times 100 \quad (11)$$

Na qual: PE é o percentual executado; pi é o preço de item; vto é o valor total do orçamento da obra.

$$pe = 100 - PE \quad (11.1)$$

Na qual: pe é o percentual a executar; PE é o percentual executado.

3.3.2 Integração de Dados Orçamentários

Os preços unitários dos serviços foram obtidos a partir da consulta a sistemas oficiais de referência: sistema da caixa econômica federal denominado como SINAPI (sistema nacional de pesquisa de custos e índices da construção civil), SETOP (secretaria de estado de infraestrutura e mobilidade de Minas Gerais), SEINFRA (secretaria de infraestrutura do estado do Ceará) e SBC (sistema brasileiro de custos), garantindo a aderência a valores de mercado e a transparência na precificação dos serviços da obra. Esses dados foram integrados para subsidiar os cálculos de custo e evolução da obra. Foram usados os custos com mão de obra em cada fase de serviço, não houve necessidade de introduzir os custos dos materiais, pois apenas o valor da mão de obra de cada item de serviço, já é suficiente como parâmetro para o cálculo percentual em cada etapa do sistema. Na Figura 8 é ilustrado a estrutura da planilha orçamentária.

Figura 8 - Tela da planilha “Planilha Orçamentária”.

a) Parte da planilha orçamentária dos PVs e dos trechos de rede de esgoto.

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA	DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANTITATIVO	VALOR (R\$)	FONTE	CÓDIGO
PVs DE ESGOTO	BASE PARA POÇO DE VISITA CIRCULAR PARA ESGOTO, EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO, DIÂMETRO INTERNO = 0,80 M, PROFUNDIDADE = 1,35 M, EXCLUINDO TAMPÃO.	UN	1	192,09	SINAPI	99275
	LASTRO COM MATERIAL GRANULAR (PEDRA BRITADA N.2), APLICADO EM PISOS OU LAJES SOBRE SOLO, ESPESURA DE *10 CM*	UN	1	38,43	SINAPI	96624
	TAMPA CIRCULAR PARA ESGOTO E DRENAGEM, EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO, DIÂMETRO INTERNO = 0,60 M E ALTURA = 0,10 M.	UN	1	41,91	SINAPI	98115
	ACRÉSCIMO PARA POÇO DE VISITA CIRCULAR PARA ESGOTO, EM ALVENARIA COM TIJOLOS CERÂMICOS MACIÇOS, DIÂMETRO INTERNO = 0,8 M. AF_12/2020	M	1	407,85	SINAPI	97981
	JUNTA ARGAMASSADA ENTRE TUBO DN 150 MM E O POÇO DE VISITA/ CAIXA DE CONCRETO	UN	1	23,92	SINAPI	90727
	JUNTA ARGAMASSADA ENTRE TUBO DN 200 MM E O POÇO DE VISITA/ CAIXA DE CONCRETO	UN	1	17,51	SINAPI	90725
TRECHO DE REDE DE ESGOTO	TUBO DE PVC CORRUGADO DE DUPLA PAREDE PARA REDE COLETORA DE ESGOTO, DN 150 MM	UN	1	20,74	SINAPI	90726
	TUBO DE PVC CORRUGADO DE DUPLA PAREDE PARA REDE COLETORA DE ESGOTO, DN 150 MM	M	1	2,72	SINAPI	90701
	TUBO DE PVC CORRUGADO DE DUPLA PAREDE PARA REDE COLETORA DE ESGOTO, DN 200 MM	M	1	3,1	SINAPI	90702
	TUBO DE PVC CORRUGADO DE DUPLA PAREDE PARA REDE COLETORA DE ESGOTO, DN 250 MM	M	1	3,49	SINAPI	90703
	TUBO DE PVC CORRUGADO DE DUPLA PAREDE PARA REDE COLETORA DE ESGOTO, DN 300 MM	M	1	3,87	SINAPI	90704
	LOCAÇÃO DE REDE DE ÁGUA OU ESGOTO.	M	1	4,88	SINAPI	99063
	ESCAVAÇÃO MECANIZADA DE VALA COM PROFUNDIDADE ATÉ 1,5 M (MÉDIA MONTANTE E JUSANTE/UMA COMPOSIÇÃO POR TRECHO), RETROESCAV. (0,26 M3), LARGURA MENOR QUE 0,8 M, EM SOLO DE 1ª CATEGORIA, LOCAIS COM BAIXO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA	m³	1	2,93	SINAPI	90105

b) Parte da planilha orçamentária das ligações domiciliares e da estação elevatória de esgoto.

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA	DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANTITATIVO	VALOR (R\$)	FONTE	CÓDIGO
LIGAÇÕES DOMICILIARES	ESCAVAÇÃO MECANIZADA DE VALA COM PROFUNDIDADE MAIOR QUE 1,5 M ATÉ 3,0 M (MÉDIA MONTANTE E JUSANTE/UMA COMPOSIÇÃO POR TRECHO), RETROESCAV. (0,26 M3), LARGURA MENOR QUE 0,8 M, EM SOLO DE 1ª CATEGORIA, LOCAIS COM BAIXO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA.	m³	1	2,61	SINAPI	90107
	TUBO DE PVC PARA REDE COLETORA DE ESGOTO DE PAREDE MACIÇA, DN 100 MM	M	1	2,05	SINAPI	90694
	TUBO DE PVC PARA REDE COLETORA DE ESGOTO DE PAREDE MACIÇA, DN 100 MM	M	1	2,45	SINAPI	90695
	LOCAÇÃO DE REDE DE ÁGUA OU ESGOTO.	M	1	4,88	SINAPI	99063
	ESCAVAÇÃO MECANIZADA DE VALA COM PROFUNDIDADE ATÉ 1,5 M (MÉDIA MONTANTE E JUSANTE/UMA COMPOSIÇÃO POR TRECHO), RETROESCAV. (0,26 M3), LARGURA MENOR QUE 0,8 M, EM SOLO DE 1ª CATEGORIA, LOCAIS COM BAIXO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA.	m³	1	2,93	SINAPI	90105
	REATERRO MECANIZADO DE VALA COM RETROESCAVADEIRA [CAPACIDADE DA CAÇAMBA DA RETRO: 0,26 M³/POTÊNCIA :88 HP], LARGURA DE 0,8 A 1,5 M, PROFUNDIDADE ATÉ 1,5 M, COM SOLO DE 1ª CATEGORIA EM LOCAIS COM BAIXO NÍVEL DE INTERFERÊNCIA.	m³	1	8,74	SINAPI	93379
ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO	SERVIÇOS INICIAIS					
	LIMPEZA DE TERRENO- CORTE VEGETAÇÃO RASTEIRA C/ROCADEIRA COSTAL	m³	350	1,65	SBC	020203
	BOTA FORA ENTULHO (CARGA E DESCARGA/ MOM.TRANSPORTE 12.5KM.	m³	35	61,59	SBC	017041
	LOCAÇÃO GERAL DA OBRA	m²	350	11,83	SBC	012050
	PLACA DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA EM OBRAS	m²	12	436,46	SBC	016500
	CANTEIRO DE OBRAS					
	KIT CAVALETE PARA MEDIÇÃO DE ÁGUA - ENTRADA PRINCIPAL, EM PVC 20 MM (1/2") UN - INSTALAÇÃO (EXCLUSIVE HIDRÔMETRO). AF_03/2024	UN	1	43,32	SINAPI	95634

Fonte: Autor, (2025).

3.4 TESTES E VALIDAÇÃO DA FERRAMENTA

A validação da SIFIO-SES foi realizada para verificar sua funcionalidade e eficácia na simulação de cenários reais de fiscalização:

- **Simulação Controlada:** Uma simulação de acompanhamento de obra foi conduzida utilizando-se dados hipotéticos de um loteamento convencional. Esta simulação permitiu testar a operabilidade da ferramenta em cenários controlados, validando a correção dos cálculos automatizados (ex: percentuais de evolução da obra, atrasos) e a adequação da estrutura para o registro das informações.
- **Verificação de Conformidade:** Durante a simulação, foram verificados se os resultados gerados pela ferramenta estavam em conformidade com as expectativas técnicas e os procedimentos de fiscalização, garantindo que as informações apresentadas fossem precisas e úteis para a tomada de decisão.

- Identificação de Limitações: A simulação também permitiu identificar potenciais limitações da ferramenta, como a necessidade de validação em campo com dados reais e a consideração de sua escalabilidade para obras de maior porte, o que aponta para futuras direções de pesquisa.

3.4.1 Caracterização da área de estudo

A área de estudo é apresentada no Apêndice A e trata-se de um loteamento convencional, onde foi feito uma simulação de acompanhamento de uma obra hipotética. O loteamento nomeado por “Lamada”, localizado na Avenida Maria Lima, 79- Bairro Conceição. O loteamento com uma área total de 113.271,95 m² é composto por 3 avenidas e 4 ruas, área verde pública, área institucional e lotes. As áreas das divisões do loteamento são mostradas no Quadro 1.

Quadro 1 - Áreas do loteamento aplicado na SIFIO – SES

QUADRAS	ÁREAS (m ²)	LOTES
01	1.826,02	ÁREA VERDE PÚBLICA
	7.687,29	ÁREA INSTITUCIONAL
	2.425,39	09 LOTES
02	4.968,74	13 LOTES
03	14.132,71	56 LOTES
04	14.828,09	59 LOTES
05	15.524,71	62 LOTES
ÁREA TOTAL DAS QUADRAS		61.392,95 m ²
ÁREA TOTAL DOS LOTES		51.879 m ²
QUANTIDADE DE LOTES		199 LOTES

Fonte: Autor (2025).

3.4.2 Uso do software CESG para dimensionamento das redes coletoras

Este tópico descreve os procedimentos metodológicos adotados para o dimensionamento da rede coletora de esgoto sanitário do loteamento, com o auxílio do software CESG. O CESG é uma ferramenta desenvolvida para auxiliar o projetista na elaboração de redes coletoras de esgoto, automatizando cálculos de vazões, declividades e diâmetros, conforme as diretrizes das normas ABNT NBR 9649:1986.

O projeto que inicialmente estava em AutoCAD, mostrando a topografia com as curvas de níveis, ruas e pontos cotados, foi salvo em DXF, versão em que possa ser feito a exportação para o software CESS. No CESS foram criados os nós (PVs) em cada mudança de direção do traçado, como é recomendado pela ABNT NBR 9649:1986 ou onde o trecho superava 100 metros, neste caso foram inseridos nós intermediários, dividindo os novos trechos em distâncias iguais. A quantidade de nós intermediários, foram calculados pela Equação 12, onde em casos que o resultado for fracionado deve-se arredondar o valor pra cima. Com os nós inseridos foram traçados os trechos de rede na sequência.

$$Q_{ni} = \frac{Cts}{100} \quad (12)$$

Para dimensionamento das redes coletoras do loteamento, inicialmente inseriu-se os dados de consumo, definindo o início e final de plano na ferramenta CESS: com base na quantidade de lotes e considerando 4 pessoas por lotes foi projetada a população para o loteamento de acordo com Equação 13. Em seguida adotou-se uma média per capita de 200 l/hab x dia, coeficiente de retorno recomendado pela ABNT NBR 9649:1986, de 0,8; além dos coeficientes da hora de maior consumo de 1,5 e coeficiente do dia de maior consumo de 1,2.

$$Hl \times L \quad (13)$$

Na qual: Hl é a quantidade de habitantes por lotes; L quantidade de lotes.

Na sequência foram introduzidos os dados gerais no CESS como vazão mínima de 1,5 l/s conforme a ABNT NBR 9649:1986; diâmetro de 150 mm; taxa de infiltração de 0,08; recobrimento mínimo, especificado pela ABNT NBR 9649:1986, de 0,9 m; profundidade máxima de 4 m; tensão trativa de 1,5 pascal, velocidade mínima de 5 m/s; altura de degrau; 65 cm e declividade mínima de 0,005 m. E por fim adotou como critério de cálculo a Equação 14, conhecida como “Equação de Manning”.

$$Q = \left(\frac{1}{\eta}\right) \times A \times R h^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}} \quad (14)$$

Na qual: η é o coeficiente de rugosidade do material das paredes dos condutos; Q é a vazão do projeto (m^3/s); I é a declividade longitudinal do conduto (m/m); A é a área molhada da seção transversal do conduto (m^2); Rh é o raio hidráulico do conduto (m).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo são demonstrados os resultados adquiridos por meio da aplicação da ferramenta computacional desenvolvida para a sistematização da fiscalização do sistema de esgotamento sanitário em um loteamento hipotético.

4.1 APRESENTAÇÃO DA FERRAMENTA

A ferramenta computacional SIFIO-SES (sistematização de fiscalização de obras do sistema de esgotamento sanitário) foi desenvolvida pelo autor, o mestrando em recursos hídricos e saneamento ambiental do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - PPGEC da Universidade Federal de Uberlândia - UFU. A SIFIO-SES é de uso livre e foi criada para sistematização da fiscalização de obras do sistema de esgotamento sanitário coletivos. Para o seu desenvolvimento é necessário o conhecimento da linguagem de programação e de conceitos simples da matemática básica, já para sua operação é necessário que o usuário tenha conhecimentos básicos no uso do Excel e conhecimentos específicos na área de atuação em que a ferramenta foi projetada. A ferramenta contempla as seguintes partes constituintes do sistema de esgotamento sanitário coletivos: poços de visitas, redes coletoras, ligações domiciliares e estações elevatórias de esgoto. Cada uma dessas partes está limitada a um número específico de dados que podem ser inseridos na ferramenta: 100 poços de visitas, 100 trechos de redes coletoras de esgoto, 300 ligações domiciliares e 100 itens das estações elevatórias de esgoto.

A ferramenta foi concebida com uma interface, que privilegia a clareza na apresentação das informações e favorece a adoção por profissionais com diferentes níveis de familiaridade com recursos computacionais. Diferentemente das planilhas tradicionais, a ferramenta foi estruturada em módulos técnicos e administrativos que reproduzem o fluxo de trabalho do fiscal de obras, abrangendo desde o registro de dados de campo até a geração de relatórios e termos de recebimento. A Figura 9 mostra a tela inicial da ferramenta computacional SIFIO – SES, incluindo as abas por módulo, cuja sequência na alimentação de dados de entrada respeita o fluxograma da Figura 7.

4.1.2 Módulo 2

É utilizado sempre que existe divergência entre projeto e planilha orçamentária em etapa prévia ao início da obra (módulo 1) ou divergência entre as medições em campo e planilha orçamentária em etapa após início da obra (módulo 3). Inicialmente a planilha “Solicitação de alteração” (Figura 11) objetiva formalizar e acompanhar as alterações de projeto. Na sequência, a planilha “reajuste” (Figura 12) permite o cálculo automático de reajustes contratuais, com base em índices oficiais. O controle das alterações formais é viabilizado na planilha “Aditivos contratuais” (Figura 13), com descrição de prazos e valores.

Figura 11 – Janela da aba “Solicitação de Alteração de Projeto”.

SOLICITAÇÃO DE ALTERAÇÃO DE PROJETO							
Nome do solicitante:							
Data:							
Título do projeto:							
Tipo de alteração							
Arquitetônico	Estrutural	Orçamento	Quantitativo	Dimensionamento	Área	Itens	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
JUSTIFICATIVA							
PARECER TÉCNICO							

← ANTERIOR

SAIR

→ PRÓXIMO

NOTIFICAÇÃO

Fonte: Autor, (2025).

“Funcionários” (Figura 15), traz o registro da equipe técnica e administrativa, suas funções e responsabilidades, enquanto a planilha “Segurança do Trabalho” (Figura 16) permite o controle das medidas de segurança, uso de Equipamentos de Proteção Individual e registros de não conformidades.

Figura 14 – Janela da aba “Ordem de Serviço”.

ORDEM DE SERVIÇO	
N°:	
REFERENTE À EXECUÇÃO DA:	
LOCALIZADO (A) À:	
REFERÊNCIA	
Processo Licitatório nº	
(Modalidade) nº	
Valor Estimado pelo/a :	
Contrato nº	
Valor do Contrato:	
Contratada:	
Prazo Contratual:	
Prazo de Execução:	
Data de início da execução:	
Data de conclusão:	
Data Base:	
Gestor do Contrato:	
Fiscal do Contrato:	
Pela presente Ordem de Serviços, autorizamos a (XXXXX) a iniciar na data de ____ de ____ de ____ os serviços, objeto do contrato acima epigrafado, celebrado entre o/a (XXXXXX) e a empresa acima.	
Local, Data.	
(nome da autoridade competente, cargo por extenso)	

Fonte: Autor, (2025).

Figura 15 – Janela da aba “Funcionários”.

SITUAÇÃO DOS FUNCIONÁRIOS			
Contratada:		Contratante:	
CNPJ:		CNPJ:	
Representante:		Representante:	
Contrato:			
Verificação de contrato dos funcionários e direitos trabalhistas			
Funcionário:		Função:	
Tipo de contrato:			
Período de contrato:	Início:	Final:	
Questionário			
Está registrado?	Contém atestado de saúde ocupacional (ASO)?	Descontos de INSS	
<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	
FGTS sendo pago?	Férias em dias	Desconto de IRPF	
<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	
13º quitado?	Horas extras sendo pagas?	Descontos indevidos	
<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	

Fonte: Autor, (2025).

Figura 16 – Janela da aba “Segurança do Trabalho”.

SEGURANÇA DO TRABALHO NA OBRA									
Contratada:				Contratante:					
CNPJ:				CNPJ:					
Representant				Representant					
Contrato:									
Questionário									
Funcionário:				Função:					
Está registrado?		Contém atestado de saúde ocupacional (ASO)?							
<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não						
Equipamentos de proteção individual (EPI)									
Abafador de ruído		Avental de raspa		Capacete de segurança		Calçado de segurança			
<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não		
Cinto de segurança		Luvas de raspa		Óculos de proteção		Máscara filtradora			
<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não		
Equipamentos de proteção coletiva (EPC)									
cones		Placas de sinalização		Cartazes		Fitas zebreadas			
<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não		
Faixas		Extintores de incêndio		Sistemas de ventilação		Alarmes de emergência			
<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não		
Barreiras de isolamento		Corrimãos e guarda-corpos		Detector de fumaça		Kit de primeiros socorros			
<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não		
Bandejas de proteção		Telas e grades de aço							
<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não						
Ocorrência de acidentes									
<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/>	Data do acidente:			Nível do acidente			
						Leve <input type="checkbox"/>			
						Médio <input type="checkbox"/>			
						Grave <input type="checkbox"/>			
						Fatal <input type="checkbox"/>			

← ANTERIOR
SAIR
PRÓXIMO →

DIVERGÊNCIA?

SIM

NÃO

Fonte: Autor, (2025).

A planilha “Diário de obra” (Figura 17) permite o registro das atividades diárias, as ocorrências, os colaboradores envolvidos e os equipamentos utilizados. Com relação às atividades construtivas, a etapa de “Medições” é detalhada, cuja tela inicial é apresentada na Figura 18. O usuário pode inicialmente, a seu critério e necessidade, acessar a planilha orçamentária para verificação e ajuste. A partir daí, a aba “Sistema de Esgotamento Sanitário” introduz o usuário às planilhas secundárias para medições dos poços de visita, rede coletora, ligações domiciliares e estações elevatórias de esgoto. A aba “Gráfico de evolução de obra” permite que o fiscal acompanhe a qualquer tempo a evolução física e financeira da obra. A aba “Sair” leva o usuário à página inicial da ferramenta (ver Figura 9).

Figura 17 – Janela da aba “Diário de Obra”.

DIÁRIO DE OBRA									
Nome da Empreiteira:					Contrato N°				
Obra/Cidade					Data:				
Placas de Sinalização:		Suporte Bandeirola:		Cones Sinalização:		Grades Modular:		Tempo:	
Mão de Obra Direta					Mão de Obra Indireta				
Servente:									
Encarregado									
Engenheiro									
Meio Oficial									
Operador de Retro									
Motorista									
Topógrafo									
Equipamentos:									
Retro Esc.	Esc. Hidraul.	CA-25	Cam. Munk	Placa Asfalt	Caminhão:	Automóvel:	Compacta:	Cam. Basco	Cliper:
Conj. Gerado	Banheiro Quim.	Container	Bomba Sub:	Betoneira:	Vibrador:	Pipa	Rolo Asfal.	Carret. Pipa	
Descrição do serviço :									
Assinatura da contratada:					Assinatura Fiscalização:				

← ANTERIOR

SAIR

PRÓXIMO →

Fonte: Autor, (2025).

Figura 18 – Tela inicial da etapa de “Medições”.

MEDIÇÕES

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA

ENTRAR

SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

ENTRAR

GRÁFICO DE EVOLUÇÃO DE OBRA

SAIR

Fonte: Autor, (2025).

A aba "Medições" foi desenvolvida como o núcleo de controle físico-financeiro da obra. Dentro dela, foram criadas tabelas eletrônicas específicas para os principais componentes de um sistema de esgotamento sanitário, como: PVs de Esgoto, Trecho de Rede de Esgoto, Ligações Domiciliares e Estação Elevatória de Esgoto. Para cada uma, foram inseridos campos para registro de informações de projeto e cálculo de dados de execução. A estrutura das tabelas desta aba pode ser observada conforme a Figura 19.

Figura 19 – Estrutura das tabelas da aba “Medições”.

c) Área de preenchimento de dados referentes aos PVs.

PV		COTAS DO TERRENO	COTAS DOS RADIIERS	DIÂMETRO (mm)	PROF. DO CORTE (m)	PREÇO UNIT. (R\$)	EVOLUÇÃO DE OBRA: (%) EM R\$	
					CALCULAR	P.O	CONCLUIR	
							% DE PVS	% TOTAL
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								

d) Tela de preenchimento de dados e cálculos referente aos trechos de rede de esgoto.

TRECHO		COMPRIENTO (m)	DIÂMETRO DA REDE (mm)	DECLIVIDADE (m/m)	PROF. MÉDIA (m)	LARGURA INFERIOR DA VALA (m)	LARGURA SUPERIOR DA VALA (m)	VOLUME DO CORTE (m³)
← ANTERIOR							calcular	CALCULAR
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								

e) Tela de precificação de execução do trecho de esgoto.

TRECHO		PREÇO UNIT. (R\$/m³)	(R\$/m)	PREÇO POR TRECHO (R\$)			EVOLUÇÃO DE OBRA	
← ANTERIOR		P.O		ESC. E REATERRO	REDE	TOTAL	CONCLUIR	
		ESCAVAÇÃO E REATERRO	REDE	ESCAVAÇÃO E REATERRO	REDE	TOTAL	% DO TRECHO	% TOTAL
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								

f) Tela da planilha Ligações Domiciliares.

← LIGAÇÃO ANTERIOR		COMPRIENTO (m)	DIÂMETRO (mm)	DECLIVIDADE (m/m)	PROF. MÉDIA (m)	LARGURA INFERIOR DA VALA (m)	LARGURA SUPERIOR DA VALA (m)	VOLUME DO CORTE (m³)
								CALCULAR
TRECHO								
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								

g) Tela da planilha “Estação Elevatória de Esgoto”.

← ANTERIOR		COMPONENTES	QUANTIDADE (unid)	UNIDADE	DIÂMETRO DA REDE (mm)	ESCAVAÇÃO (m³)	REATERRO (m³)	PREÇO UNIT. (R\$) P.O.	PREÇO TOTAL CALCULAR	EVOLUÇÃO DE OBRA (%) CONCLUÍDO	
										% DOS COMPONENTES	% TOTAL
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											

Fonte: Autor, (2025).

Em todas as planilhas secundárias foi criado um cabeçalho padrão com a identificação e tipo de obra, endereço, gestor e fiscal da obra, além de data de início e término da obra e um cronograma para detalhamento das datas previstas e reais de início e término de cada etapa de serviço. O cronograma pode ser observado na Figura 20.

Figura 21 – Janela da aba “Notificações”.

NOTIFICAÇÃO	
Notificante:	
Empresa notificada:	
CNPJ:	
Objetivo da notificação:	
Paralisação	Reinício
Advertência	Segurança do trabalho
Razão da notificação	
Imprudência	Atraso
Imperícia	Descumprimento do contrato
Divergência com a planilha	Divergência com o projeto
Observação:	
Prazo para resposta: Endereço para envio de resposta:	

← ANTERIOR

SAIR

PRÓXIMO →

Fonte: Autor, (2025).

Figura 22 – Janela da aba “Paralisação e Reinício”.

ORDEM DE PARALISAÇÃO E REINÍCIO			
PARALISAÇÃO		REINÍCIO	
Referente à execução da (DESCREVER OBRA), localizado(a) à (DESCREVER ENDEREÇO).			
Contratada:			
CONTRATO			
Nº:	Prazo de Vigência:	Prazo de	Data de início:
Valor do Contrato: R\$ XXXX (valor por extenso)			
Processo Licitatório		Modalidade nº	
Nota de Empenho nº		Valor do empenho:	R\$ XXXX (valor por
Fiscal do Contrato		Gestor do Contrato	
Titular:		Titular:	
(nome)	(matrícula)	(nome)	(matrícula)
Justificativa			

← ANTERIOR

SAIR

PRÓXIMO →

NOTIFICAÇÃO

Fonte: Autor, (2025).

Figura 24 – Janela da aba “Termos de Recebimento”.

TERMO DE RECEBIMENTO			
PROVISÓRIO	<input type="checkbox"/>	DEFINITIVO	<input type="checkbox"/>
Contratada:		Contratante:	
CNPJ:		CNPJ:	
Representante:		Representante:	
Contrato:			
<p>Aos ____ dias de ____ de ____ recebemos, em caráter definitivo, a obra DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO, no município de _____, objeto do contrato ____/____, firmado entre a _____ e a empresa _____.</p> <p>Após constatar que a obra citada acima qualificada foi executada de acordo com as condições contratuais, normas técnicas em vigor e em obediência aos projetos, especificações técnicas e demais elementos fornecidos pela contratante, e achando-se concluída, expediu-se o presente TERMO DE RECEBIMENTO.</p>			
Local, Data.			
Comissão de Recebimento da Obra			
De acordo:			
//_			
_____ ASSINATURA			

←
ANTERIOR

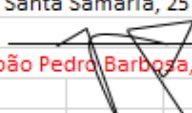
SAIR



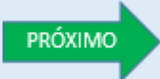
Fonte: Autor, (2025).

4.2 VALIDAÇÃO DA FERRAMENTA COMPUTACIONAL

Teste preliminar em um loteamento hipotético com 199 ligações domiciliares, 1931,47 m de rede coletora em material PVC com diâmetro interno de 150 mm e 22 poços de visita evidenciou que a ferramenta computacional SIFIO-SES é capaz de padronizar registros técnicos e administrativos, automatizar cálculos de medições, reajustes e evolução da obra, disponibilizar relatórios e gráficos em tempo real e integrar aspectos técnicos e gerenciais em um único ambiente de fácil utilização. Permitiu também identificar inconformidades construtivas, reduzir erros construtivos e oferecer suporte direto à tomada de decisão por parte da fiscalização. A obra foi iniciada mediante a ordem de serviço disposta na ferramenta SIFIO-SES, como é ilustrado na Figura 25.

Figura 25 – Ordem de serviço da obra hipotética gerada na SIFIO-SES.

ORDEM DE SERVIÇO	
Nº:	1
REFERENTE À EXECUÇÃO DA	OBRA DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO LOTEAMENTO LAMA
LOCALIZADO (A) À:	AVENIDA MARIA LIMA, 79 - BAIRRO CONCEIÇÃO
REFERÊNCIA	
Processo Licitatório nº	202024
(Modalidade) nº	1
Valor Estimado pelo/a (SASAN):	R\$207.565,16
Contrato nº	01/2024
Valor do Contrato:	R\$207.565,16
Contratada:	REMALI LTDA
Prazo Contratual:	300 dias corridos.
Prazo de Execução:	240 dias corridos.
Data de início da execução:	01/09/2024
Data de conclusão:	28/04/2025
Data Base:	01/09/2024
Gestor do Contrato:	JOÃO PEDRO BARBOSA
Fiscal do Contrato:	RAIMUNDO PARAGUAI
<p>Pela presente Ordem de Serviços, autorizamos a (REMALI LTDA) a iniciar na data de 01 de setembro de 2024 os serviços, objeto do contrato acima epigrafado, celebrado entre o/a (SASAN) e a empresa acima.</p> <p>Santa Samaria, 25 de Agosto de 2025.</p> <p> (João Pedro Barbosa, supervisor de obras)</p>	

Fonte: Autor, (2025).

4.2.1 Alimentação de Dados de Entrada

Para alimentação dos dados de entrada observou-se a planta topográfica do loteamento (Apêndice A). Os dados foram introduzidos com o auxílio do software CESSG, que é usado para a execução de projetos de redes de esgotamento sanitário. Após o dimensionamento das redes coletoras foram geradas as planilhas no software em relação ao traçado de rede. Com essas informações pode-se inserir os dados na ferramenta SIFIO – SES. O loteamento usado para aplicação na ferramenta, como é mostrado no apêndice B, é composto por 22 poços de visitas (PVs), que contém as seguintes características conforme a Figura 26.

Figura 26 – Janela da aba “Pvs de Esgoto” preenchida com dados dos PVs.

PV		COTAS DO TERRENO	COTAS DOS RADIERS	DIÂMETRO (mm)	PROF. DO CORTE (m)	PREÇO UNIT. (R\$)
					CALCULAR	P.O
1	PV 01	872	870,5	800	1,5	721,71
2	PV 02	870,515	869,015	800	1,5	721,71
3	PV 03	868,766	867,266	800	1,5	721,71
4	PV 04	866,739	865,239	800	1,5	721,71
5	PV 05	863,945	862,445	800	1,5	721,71
6	PV 06	862,222	860,572	800	1,65	721,71
7	PV 07	860,533	858,883	800	1,65	721,71
8	PV 08	859,718	858,218	800	1,5	721,71
9	PV 09	870,777	869,277	800	1,5	721,71
10	PV 10	869,182	867,682	800	1,5	721,71
11	PV 11	867,504	866,004	800	1,5	721,71
12	PV 12	865,488	863,988	800	1,5	721,71
13	PV 13	869,421	867,921	800	1,5	721,71
14	PV 14	867,748	866,248	800	1,5	721,71
15	PV 15	866,104	864,604	800	1,5	721,71
16	PV 16	864,006	862,506	800	1,5	721,71
17	PV 17	867,969	866,319	800	1,65	721,71
18	PV 18	866,11	864,46	800	1,65	721,71
19	PV 19	863,552	862,052	800	1,5	721,71
20	PV 20	870,098	868,448	800	1,65	721,71
21	PV 21	867,57	865,92	800	1,65	721,71
22	PV 22	858,93	857,43	800	1,5	721,71

Fonte: Autor, (2025).

Nesta aba a ferramenta permitiu o preenchimento das informações de projeto dos PVs de esgoto, inserindo as cotas do terreno, as cotas dos radiers, diâmetro, profundidade de corte, que além de ser observada em projeto, pode ser calculada pela ferramenta ao clicar no botão “calcular” da coluna “prof. do corte”, e preço unitário de cada um deles, que a ferramenta fornece na aba de orçamento. Entre um PV e outro há um trecho de rede de esgoto, sendo que nesse loteamento serão executados 24 trechos de rede como é mostrado a Figura 27.

Figura 27 – Aba “Trecho de Rede de Esgoto” preenchida com dados das redes de esgoto.

TRECHO		COMPRIMENTO	DIÂMETRO DA REDE (mm)	DECLIVIDADE (m/m)	PROF. MÉDIA (m)	LARGURA INFERIOR DA VALA (m)	LARGURA SUPERIOR DA VALA (m)	VOLUME DO CORTE (m³)	PREÇO UNIT. (R\$/m³)	(R\$/m)	PREÇO POR TRECHO (R\$)		
ANTERIOR		(m)									ESC. E REATERRO	REDE	TOTAL
											P.O		
1	PV 01 ao PV 02	82,61	150	0,0180	1,5	0,8	3,8	285,00	11,67	7,6	3326,00	628	3953,84
2	PV 02 ao PV 03	82,61	150	0,0212	1,5	0,8	3,8	285,00	11,67	7,6	3326,00	628	3953,84
3	PV 03 ao PV 04	82,61	150	0,0245	1,5	0,8	3,8	285,00	11,67	7,6	3326,00	628	3953,84
4	PV 04 ao PV 05	82,61	150	0,0338	1,5	0,8	3,8	285,00	11,67	7,6	3326,00	628	3953,84
5	PV 05 ao PV 06	65,05	150	0,0288	1,575	0,8	3,95	243,33	11,67	7,6	2839,63	494	3334,01
6	PV 06 ao PV 07	63,5	150	0,0193	0,75	0,8	2,3	73,82	11,67	7,6	861,46	483	1344,06
7	PV 07 ao PV 08	79,14	150	0,0202	1,5	0,8	3,8	273,03	11,67	7,6	3186,30	601	3787,76
8	PV 08 ao PV 09	79,14	150	0,0212	1,5	0,8	3,8	273,03	11,67	7,6	3186,30	601	3787,76
9	PV 09 ao PV 10	79,14	150	0,0255	1,5	0,8	3,8	273,03	11,67	7,6	3186,30	601	3787,76
10	PV 10 ao PV 11	79,14	150	0,0432	1,575	0,8	3,95	296,03	11,67	7,6	3454,71	601	4056,17
11	PV 11 ao PV 12	65,05	150	0,0260	1,65	0,8	4,1	262,96	11,67	7,6	3068,80	494	3563,18
12	PV 12 ao PV 13	63,5	150	0,0214	1,5	0,8	3,8	219,08	11,67	7,6	2556,61	483	3039,21
13	PV 13 ao PV 14	75,64	150	0,0221	1,5	0,8	3,8	260,96	11,67	7,6	3045,38	575	3620,24
14	PV 14 ao PV 15	75,64	150	0,0217	1,5	0,8	3,8	260,96	11,67	7,6	3045,38	575	3620,24
15	PV 15 ao PV 16	75,64	150	0,0277	1,5	0,8	3,8	260,96	11,67	7,6	3045,38	575	3620,24
16	PV 16 ao PV 17	75,64	150	0,0479	1,575	0,8	3,95	282,94	11,67	7,6	3301,92	575	3876,78
17	PV 17 ao PV 18	65,05	150	0,0102	1,575	0,8	3,95	243,33	11,67	7,6	2839,63	494	3334,01
18	PV 18 ao PV 19	64	150	0,0250	1,575	0,8	3,95	239,40	11,67	7,6	2793,80	486	3280,20
19	PV 19 ao PV 20	91	150	0,0204	1,65	0,8	4,1	367,87	11,67	7,6	4293,01	692	4984,61
20	PV 20 ao PV 21	98,78	150	0,0244	1,575	0,8	3,95	369,50	11,67	7,6	4312,05	751	5062,78
21	PV 21 ao PV 22	98,78	150	0,0388	1,575	0,8	3,95	369,50	11,67	7,6	4312,05	751	5062,78
22	PV 22 ao PV 23	76,6	150	0,0278	1,65	0,8	4,1	309,66	11,67	7,6	3613,68	582	4195,84
23	PV 23 ao PV 24	76,6	150	0,0191	1,65	0,8	4,1	309,66	11,67	7,6	3613,68	582	4195,84
24	PV 24 ao PV 25	79	150	0,0100	1,5	0,8	3,8	272,55	11,67	7,6	3180,66	600	3781,06
25	PV 25 à FEE	75	150	0,0200	1,5	0,8	3,8	258,75	11,67		3019,61	0	3019,61

Fonte: Autor, (2025).

A ferramenta permitiu inserir os dados de projeto em relação aos trechos de rede de esgoto denominando cada um deles como pv inicial ao pv final e inserido a extensão, diâmetro, declividade, profundidade média, largura inferior e superior da vala, que é inserida ao clicar no botão “calcular” da coluna “largura superior da vala”, volume do corte, que a ferramenta calcula ao clicar no botão “calcular” da coluna “volume do corte”, preço unitário, que a ferramenta fornece na aba “planilha orçamentária” e preço por trecho de escavação e da montagem da rede, que a ferramenta calcula por meio dos botões “esc e reaterro” e “rede”. A ferramenta permite calcular o valor total de mão de obra de cada trecho ao clicar no botão “total” da coluna “preço por trecho”. Distribuídas entre os trechos de rede de esgoto estão as ligações domiciliares de esgoto. Nesse loteamento contêm 99 ligações, e o preenchimento dos dados iniciais de algumas delas são ilustrados na Figura 28.

Figura 28 – Aba “Ligações Domiciliares” preenchida com os dados das ligações domiciliares.

LIGAÇÃO ANTERIOR	COMPRIMENTO (m)	DIÂMETRO (mm)	DECLIVIDADE (m/m)	PROF. MÉDIA (m)	LARGURA INFERIOR DA VALA (m)	LARGURA SUPERIOR DA VALA (m)	VOLUME DO CORTE (m³)	PREÇO UNIT. (R\$/m³)	PREÇO POR TRECHO (R\$)	ESC. E REATERRO	REDE	TOTAL
							CALCULAR	P.O				
TRECHO												
1												
2	PV 05 ao PV 06	4	100	0,08	1,20	0,80	3,84	11,67	7,33	44,81	29,32	74,13
3		4	100	0,08	1,20	0,80	3,84	11,67	7,33	44,81	29,32	74,13
4		4	100	0,08	1,20	0,80	3,84	11,67	7,33	44,81	29,32	74,13
5		4	100	0,08	1,20	0,80	3,84	11,67	7,33	44,81	29,32	74,13
6	PV 04 ao PV 05	4	100	0,08	1,20	0,80	3,84	11,67	7,33	44,81	29,32	74,13
7		4	100	0,08	1,20	0,80	3,84	11,67	7,33	44,81	29,32	74,13
8		4	100	0,08	1,20	0,80	3,84	11,67	7,33	44,81	29,32	74,13
9		4	100	0,08	1,20	0,80	3,84	11,67	7,33	44,81	29,32	74,13
10		4	100	0,08	1,20	0,80	3,84	11,67	7,33	44,81	29,32	74,13
11		4	100	0,08	1,20	0,80	3,84	11,67	7,33	44,81	29,32	74,13
12		4	100	0,08	1,20	0,80	3,84	11,67	7,33	44,81	29,32	74,13
13	PV 03 ao PV 04	4	100	0,08	1,20	0,80	3,84	11,67	7,33	44,81	29,32	74,13
14		4	100	0,08	1,20	0,80	3,84	11,67	7,33	44,81	29,32	74,13
15		4	100	0,08	1,20	0,80	3,84	11,67	7,33	44,81	29,32	74,13
16		4	100	0,08	1,20	0,80	3,84	11,67	7,33	44,81	29,32	74,13
17		4	100	0,08	1,20	0,80	3,84	11,67	7,33	44,81	29,32	74,13
18		4	100	0,08	1,20	0,80	3,84	11,67	7,33	44,81	29,32	74,13
19		4	100	0,08	1,20	0,80	3,84	11,67	7,33	44,81	29,32	74,13
20		4	100	0,08	1,20	0,80	3,84	11,67	7,33	44,81	29,32	74,13
21		4	100	0,08	1,20	0,80	3,84	11,67	7,33	44,81	29,32	74,13
22	PV 02 ao PV 03	4	100	0,08	1,20	0,80	3,84	11,67	7,33	44,81	29,32	74,13
23		4	100	0,08	1,20	0,80	3,84	11,67	7,33	44,81	29,32	74,13
24		4	100	0,08	1,20	0,80	3,84	11,67	7,33	44,81	29,32	74,13
25		4	100	0,08	1,20	0,80	3,84	11,67	7,33	44,81	29,32	74,13
26		4	100	0,08	1,20	0,80	3,84	11,67	7,33	44,81	29,32	74,13
27		4	100	0,08	1,20	0,80	3,84	11,67	7,33	44,81	29,32	74,13
28	PV 01 ao PV 02	4	100	0,08	1,20	0,80	3,84	11,67	7,33	44,81	29,32	74,13
29		4	100	0,08	1,20	0,80	3,84	11,67	7,33	44,81	29,32	74,13
30		4	100	0,08	1,20	0,80	3,84	11,67	7,33	44,81	29,32	74,13
31		4	100	0,08	1,20	0,80	3,84	11,67	7,33	44,81	29,32	74,13
32		4	100	0,08	1,20	0,80	3,84	11,67	7,33	44,81	29,32	74,13
33		4	100	0,08	1,20	0,80	3,84	11,67	7,33	44,81	29,32	74,13
34		8	100	0,08	1,20	0,80	7,68	11,67	7,33	89,63	58,64	148,27
35		8	100	0,08	1,20	0,80	7,68	11,67	7,33	89,63	58,64	148,27
36		8	100	0,08	1,20	0,80	7,68	11,67	7,33	89,63	58,64	148,27
37	PV 09 ao PV 10	8	100	0,08	1,20	0,80	7,68	11,67	7,33	89,63	58,64	148,27
38		8	100	0,08	1,20	0,80	7,68	11,67	7,33	89,63	58,64	148,27
39		8	100	0,08	1,20	0,80	7,68	11,67	7,33	89,63	58,64	148,27
40		8	100	0,08	1,20	0,80	7,68	11,67	7,33	89,63	58,64	148,27
41		8	100	0,08	1,20	0,80	7,68	11,67	7,33	89,63	58,64	148,27
42		8	100	0,08	1,20	0,80	7,68	11,67	7,33	89,63	58,64	148,27
43		8	100	0,08	1,20	0,80	7,68	11,67	7,33	89,63	58,64	148,27
44	PV 10 ao PV 11	8	100	0,08	1,20	0,80	7,68	11,67	7,33	89,63	58,64	148,27
45		8	100	0,08	1,20	0,80	7,68	11,67	7,33	89,63	58,64	148,27
46		8	100	0,08	1,20	0,80	7,68	11,67	7,33	89,63	58,64	148,27
47		8	100	0,08	1,20	0,80	7,68	11,67	7,33	89,63	58,64	148,27
48		8	100	0,08	1,20	0,80	7,68	11,67	7,33	89,63	58,64	148,27
172	PV 19 ao PV 08	8	100	0,08	1,20	0,80	7,68	11,67	7,33	89,63	58,64	148,27
173		8	100	0,08	1,20	0,80	7,68	11,67	7,33	89,63	58,64	148,27
174		8	100	0,08	1,20	0,80	7,68	11,67	7,33	89,63	58,64	148,27
175		8	100	0,08	1,20	0,80	7,68	11,67	7,33	89,63	58,64	148,27
176		8	100	0,08	1,20	0,80	7,68	11,67	7,33	89,63	58,64	148,27
177		8	100	0,08	1,20	0,80	7,68	11,67	7,33	89,63	58,64	148,27
178		8	100	0,08	1,20	0,80	7,68	11,67	7,33	89,63	58,64	148,27
179	22E ao PV 08	4	100	0,08	1,20	0,80	3,84	11,67	7,33	44,81	29,32	74,13
180		4	100	0,08	1,20	0,80	3,84	11,67	7,33	44,81	29,32	74,13
181		4	100	0,08	1,20	0,80	3,84	11,67	7,33	44,81	29,32	74,13
182		4	100	0,08	1,20	0,80	3,84	11,67	7,33	44,81	29,32	74,13
183		4	100	0,08	1,20	0,80	3,84	11,67	7,33	44,81	29,32	74,13
184		4	100	0,08	1,20	0,80	3,84	11,67	7,33	44,81	29,32	74,13
185	PV 08 ao PV 19	4	100	0,08	1,20	0,80	3,84	11,67	7,33	44,81	29,32	74,13
186		4	100	0,08	1,20	0,80	3,84	11,67	7,33	44,81	29,32	74,13
187		4	100	0,08	1,20	0,80	3,84	11,67	7,33	44,81	29,32	74,13
188	PV 18 ao PV 21E	4	100	0,08	1,20	0,80	3,84	11,67	7,33	44,81	29,32	74,13
189		4	100	0,08	1,20	0,80	3,84	11,67	7,33	44,81	29,32	74,13
190		4	100	0,08	1,20	0,80	3,84	11,67	7,33	44,81	29,32	74,13
191		4	100	0,08	1,20	0,80	3,84	11,67	7,33	44,81	29,32	74,13
192		4	100	0,08	1,20	0,80	3,84	11,67	7,33	44,81	29,32	74,13
193		4	100	0,08	1,20	0,80	3,84	11,67	7,33	44,81	29,32	74,13
194	PV 17 ao PV 19	4	100	0,08	1,20	0,80	3,84	11,67	7,33	44,81	29,32	74,13
195		4	100	0,08	1,20	0,80	3,84	11,67	7,33	44,81	29,32	74,13
196		4	100	0,08	1,20	0,80	3,84	11,67	7,33	44,81	29,32	74,13
197		4	100	0,08	1,20	0,80	3,84	11,67	7,33	44,81	29,32	74,13
198	PV 17 ao PV 20 E	4	100	0,08	1,20	0,80	3,84	11,67	7,33	44,81	29,32	74,13
199		4	100	0,08	1,20	0,80	3,84	11,67	7,33	44,81	29,32	74,13

Fonte: Autor, (2025).

A SIFIO – SES permitiu inserir os dados de projeto em relação às ligações domiciliares de esgoto, demonstrando a que trecho cada uma delas pertencem e inserido a extensão, diâmetro, declividade, profundidade média, largura inferior e superior da vala, e assim como na aba

“Trecho de rede de esgoto” a ferramenta calcula por meio dos botões de comando o volume do corte, preço unitário e preço por trecho de escavação e da montagem da rede.

4.2.2 Aplicação do Acompanhamento da obra do sistema de esgotamento sanitário na Ferramenta

Para simulação do acompanhamento da obra na ferramenta ficou estabelecido o mês de setembro de 2024 como período de acompanhamento da obra do sistema de esgotamento sanitário do loteamento. Não foram considerados domingos e feriados, logo a obra hipotética iniciou-se dia 01 conforme o cronograma para execução dos PVs, onde observa-se todo o cronograma para essa etapa de serviço, demonstrando os atrasos que ocorreram em cada item. Pelo cronograma era para executar um média de 5 PVs por dia. No Apêndice B pode-se observar o projeto do esgotamento sanitário da obra. Na coluna de evolução de obra, foi calculado pela ferramenta que cada PV equivale a 0,55% de evolução da obra simulada e 4,55% de evolução de obra em relação aos Pvs do loteamento. Na figura 29 é mostrado o cronograma e a evolução da obra em relação à execução dos PVs de esgoto.

Figura 29 – Cronograma da execução e evolução de obra dos PVs.

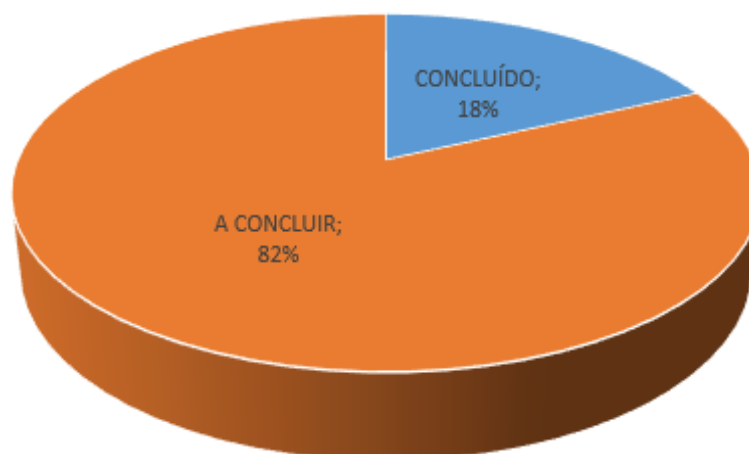
Figura 23 - Cronograma da Execução e Evolução de Obra dos P.V's.											
PV	PREÇO UNIT. (R\$)	EVOLUÇÃO DE OBRA: (%) EM R\$			SAIR	CRONOGRAMA					
		P.O	CONCLUIR			PREVISÃO DE INÍCIO	PREVISÃO DE CONCLUSÃO	INÍCIO	CONCLUSÃO	ATRASSO NO INÍCIO	ATRASSO NA CONCLUSÃO
			% DE PVS	% TOTAL							
1	PV 01	721,71	4,55	0,55		01/09/2024	01/09/2024	01/09/2024	01/09/2024	0	0
2	PV 02	721,71	4,55	0,55		01/09/2024	01/09/2024	01/09/2024	01/09/2024	0	0
3	PV 03	721,71	4,55	0,55		01/09/2024	01/09/2024	01/09/2024	01/09/2024	0	0
4	PV 04	721,71	4,55	0,55		01/09/2024	01/09/2024	01/09/2024	01/09/2024	0	0
5	PV 05	721,71	4,55	0,55		01/09/2024	01/09/2024	01/09/2024	02/09/2024	0	1
6	PV 06	721,71	4,55	0,55		02/09/2024	02/09/2024	02/09/2024	02/09/2024	0	0
7	PV 07	721,71	4,55	0,55		02/09/2024	02/09/2024	02/09/2024	02/09/2024	0	0
8	PV 08	721,71	4,55	0,55		02/09/2024	02/09/2024	02/09/2024	02/09/2024	0	0
9	PV 09	721,71	4,55	0,55		02/09/2024	02/09/2024	02/09/2024	02/09/2024	0	0
10	PV 10	721,71	4,55	0,55		02/09/2024	02/09/2024	03/09/2024	03/09/2024	1	1
11	PV 11	721,71	4,55	0,55		03/09/2024	03/09/2024	03/09/2024	03/09/2024	0	0
12	PV 12	721,71	4,55	0,55		03/09/2024	03/09/2024	03/09/2024	03/09/2024	0	0
13	PV 13	721,71	4,55	0,55		03/09/2024	03/09/2024	03/09/2024	03/09/2024	0	0
14	PV 14	721,71	4,55	0,55		03/09/2024	03/09/2024	03/09/2024	04/09/2024	0	1
15	PV 15	721,71	4,55	0,55		03/09/2024	03/09/2024	04/09/2024	04/09/2024	1	1
16	PV 16	721,71	4,55	0,55		04/09/2024	04/09/2024	04/09/2024	04/09/2024	0	0
17	PV 17	721,71	4,55	0,55		04/09/2024	04/09/2024	04/09/2024	04/09/2024	0	0
18	PV 18	721,71	4,55	0,55		04/09/2024	04/09/2024	04/09/2024	05/09/2024	0	1
19	PV 19	721,71	4,55	0,55		04/09/2024	04/09/2024	05/09/2024	05/09/2024	1	1
20	PV 20	721,71	4,55	0,55		04/09/2024	04/09/2024	05/09/2024	05/09/2024	1	1
21	PV 21	721,71	4,55	0,55		04/09/2024	04/09/2024	05/09/2024	05/09/2024	1	1
22	PV 22	721,71	4,55	0,55		04/09/2024	04/09/2024	05/09/2024	05/09/2024	1	1
23											

Fonte: Autor, (2025).

Ao utilizar o botão “concluir” da coluna “evolução de obra” a ferramenta calculou os percentuais de obra equivalente a todos os PVS. Ao preencher as datas do cronograma de obra foi possível calcular os eventuais atrasos na execução dela por meio do botão “atraso”. Na simulação do primeiro dia, 4 PVs foram finalizados, ocasionando uma evolução de obra de 18,2 % em relação aos PVs como ilustra a Figura 30. Terminados todos os PVs a evolução de obra do sistema de

esgotamento sanitário é de 12,14 % como ilustra a Figura 31. Na figura 32 pode-se observar o diário de obras do primeiro dia de trabalho desenvolvido na ferramenta computacional SIFIOSES.

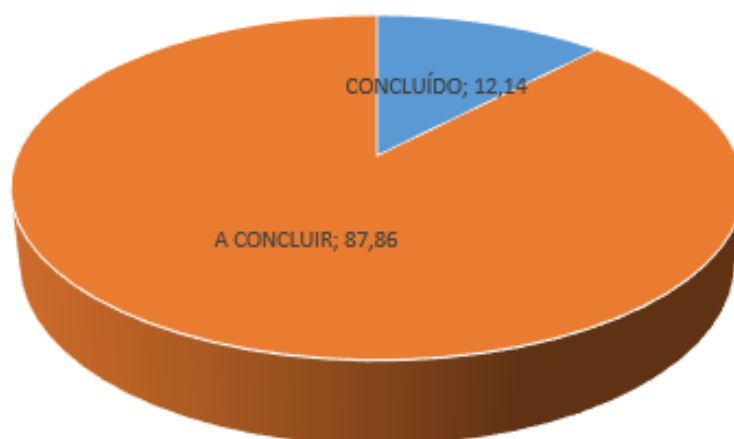
Figura 30 – Evolução de obra dos PVs.
EVOLUÇÃO DE OBRA (%)



Fonte: Autor, (2025).

Figura 31 – Evolução da obra do sistema de esgotamento sanitário após a conclusão dos PVs.

EVOLUÇÃO DE OBRA (%)



Fonte: Autor, (2025).

Figura 32 – Diário de obras gerado na ferramenta computacional SIFIO-SES.

		DIÁRIO DE OBRA			
Nome da Empreiteira: REMALI LTDA			Contrato N°: jan/24		
Obra/Cidade: SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO LOTEAMENTO LAMADA/ SANTA SAMARIA			Data: 01/09/2024		
Placas de Sinalização:		Suporte Bandeirola:		Cones Sinalização:	
Grades Modular:		Tempo:			
Mão de Obra Direta			Mão de Obra Indireta		
Servente:	3				
Encarregado	1				
Engenheiro	1				
Meio Oficial					
Operador de Retro	1				
Motorista	1				
Topógrafo	1				
Equipamentos:					
Retro Esc.	1	Esc. Hidraul.	CA-25	Cam. Munk	Placa Asfalt
					1
Automóvel:	1	Compacta:	1	Cam. Bascul	Cliper:
Conj.Gerador:	Banheiro Quim.	Container	Bomba Sub:	Betoneira:	Vibrador:
	1	3		1	
Pipa	Rolo Asfal.	Carret.Pipa			
Descrição do serviço :					
FORAM EXECUTADOS OS PVS DE ESGOTO NÚMERO 01,02,03 e 04.					
Assinatura da contratada:			Assinatura Fiscalização:		

Fonte: Autor, (2025).

A ferramenta computacional SIFIO-SES também é composta por planilhas que observam as questões de contrato dos funcionários e de segurança do trabalho. Na Figura 33 é ilustrado a situação de um funcionário hipotético da contratada e na Figura 34 é ilustrado a situação em relação a segurança do trabalho.

Figura 33 – Simulação da situação de um funcionário gerado pela ferramenta SIFIO-SES.

SITUAÇÃO DOS FUNCIONÁRIOS					
Contratada: REMALI LTDA			Contratante: SANTA SAMARIA SANEAMENTO		
CNPJ: 01.234.567/0001-89			CNPJ: 98.765.432/0001-10		
Representante: DANIEL COSTA			Representante: JOÃO PEDRO BARBOSA		
Contrato: 01/2024					
Verificação de contrato dos funcionários e direitos trabalhistas					
Funcionário: ELESBÃO DIONÍZIO			Função: ENCARREGADO		
Tipo de contrato: CLT					
Período de contrato:		Início:	01/09/2024	Final:	01/05/2025
Questionário					
Está registrado?		Contém atestado de saúde ocupacional (ASO)?		Descontos de INSS	
X	Sim	<input type="checkbox"/>	Não	X	Sim
		<input type="checkbox"/>	Não		
FGTS sendo pago?		Férias em dias		Desconto de IRPF	
X	Sim	<input type="checkbox"/>	Não	X	Sim
		<input type="checkbox"/>	Não		
13º quitado?		Horas extras sendo pagas?		Descontos indevidos	
X	Sim	<input type="checkbox"/>	Não	X	Sim
		<input type="checkbox"/>	Não		
		<input type="checkbox"/>	Não		

Fonte: Autor, (2025).

Figura 34 – Relatório de segurança do trabalho desenvolvido na ferramenta SIFIO-SES.

SEGURANÇA DO TRABALHO NA OBRA									
Contratada:	REMAL LTDA			Contratante:	SANTA SAMARIA SANEAME				
CNPJ:	01.234.567/0001-89			CNPJ:	98.765.432/0001-10				
Representante:	DANIEL COSTA			Representante:	JOÃO PEDRO BARBOSA				
Contrato:	01/2024								
Questionário									
Funcionário:	ELESBÃO DIONIZIO			Função:	ENCARREGADO				
Está registrado?		Contém atestado de saúde ocupacional (ASO)?							
<input checked="" type="checkbox"/>	Sim	<input type="checkbox"/>	Não	<input checked="" type="checkbox"/>	Sim	<input type="checkbox"/>	Não		
Equipamentos de proteção individual (EPI)									
Abafador de ruído		Avental de raspa		Capacete de segurança		Calçado de segurança			
<input checked="" type="checkbox"/>	Sim	<input type="checkbox"/>	Não	<input type="checkbox"/>	Sim	<input type="checkbox"/>	Não	<input checked="" type="checkbox"/>	Sim
<input checked="" type="checkbox"/>	Sim	<input type="checkbox"/>	Não	<input type="checkbox"/>	Sim	<input type="checkbox"/>	Não	<input checked="" type="checkbox"/>	Sim
Cinto de segurança		Luvas de raspa		Óculos de proteção		Máscara filtradora			
<input checked="" type="checkbox"/>	Sim	<input type="checkbox"/>	Não	<input type="checkbox"/>	Sim	<input type="checkbox"/>	Não	<input checked="" type="checkbox"/>	Sim
<input checked="" type="checkbox"/>	Sim	<input type="checkbox"/>	Não	<input type="checkbox"/>	Sim	<input type="checkbox"/>	Não	<input checked="" type="checkbox"/>	Sim
Equipamentos de proteção coletiva (EPC)									
Cones		Placas de sinalização		Cartazes		Fitas zebreadas			
<input checked="" type="checkbox"/>	Sim	<input type="checkbox"/>	Não	<input type="checkbox"/>	Sim	<input type="checkbox"/>	Não	<input checked="" type="checkbox"/>	Sim
<input checked="" type="checkbox"/>	Sim	<input type="checkbox"/>	Não	<input type="checkbox"/>	Sim	<input type="checkbox"/>	Não	<input checked="" type="checkbox"/>	Sim
Faixas		Extintores de incêndio		Sistemas de ventilação		Alarmes de emergência			
<input checked="" type="checkbox"/>	Sim	<input type="checkbox"/>	Não	<input type="checkbox"/>	Sim	<input type="checkbox"/>	Não	<input checked="" type="checkbox"/>	Sim
<input checked="" type="checkbox"/>	Sim	<input type="checkbox"/>	Não	<input type="checkbox"/>	Sim	<input type="checkbox"/>	Não	<input checked="" type="checkbox"/>	Sim
Barreiras de isolamento		Corrimãos e guarda-corpos		Detector de fumaça		Kit de primeiros socorros			
<input checked="" type="checkbox"/>	Sim	<input type="checkbox"/>	Não	<input type="checkbox"/>	Sim	<input type="checkbox"/>	Não	<input checked="" type="checkbox"/>	Sim
<input checked="" type="checkbox"/>	Sim	<input type="checkbox"/>	Não	<input type="checkbox"/>	Sim	<input type="checkbox"/>	Não	<input checked="" type="checkbox"/>	Sim
Bandejas de proteção		Telas e grades de aço							
<input type="checkbox"/>	Sim	<input type="checkbox"/>	Não	<input type="checkbox"/>	Sim	<input type="checkbox"/>	Não		
Ocorrência de acidentes									
<input type="checkbox"/>	Sim	<input type="checkbox"/>	Não	<input checked="" type="checkbox"/>	Data do acidente:			Nível do acidente	
							Leve		
							Médio		
							Grave		
							Fatal		

← ANTERIOR

SAIR

PRÓXIMO →

DIVERGÊNCIA?

SIM NÃO

Fonte: Autor, (2025).

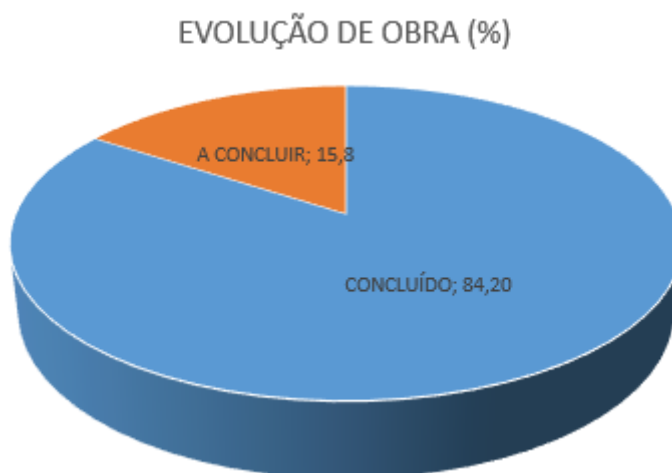
Em seguida foi possível fazer a aplicação da ferramenta na planilha de “Trecho de rede de esgoto” como é ilustrado na Figura 35. Enquanto é executado essa aplicação a ferramenta atualiza o gráfico na planilha “Gráfico de evolução do esgoto”, assim gerando o gráfico atualizado de evolução da obra ao concluir mais essa etapa. Esse gráfico é ilustrado na Figura 36. A execução dos trechos de esgoto equivale a 72,01% da obra, somando com a etapa anterior um percentual de 84,2% de evolução de obra.

Figura 35 – Aplicação da ferramenta na aba “Trecho de Rede de Esgoto” após acompanhamento da obra.

TRECHO	COMPRIMENTO (m)	VOLUME DO CORTE (m³)	PREÇO POR TRECHO (R\$)			EVOLUÇÃO DE OBRA		SAIR	CRONOGRAMA					
			ESC. E REATERRO	REDE	TOTAL	% DO TRECHO	% TOTAL		PREVISÃO DE INÍCIO	PREVISÃO DE CONCLUSÃO	INÍCIO	CONCLUSÃO	ATRASO NO INÍCIO	ATRASO NA CONCLUSÃO
1	PV 01 ao PV 02	82,61	285,00	3326,00	628	3953,84	4,20	3,02	05/09/2024	05/09/2024	06/09/2024	06/09/2024	1	1
2	PV 02 ao PV 03	82,61	285,00	3326,00	628	3953,84	4,20	3,02	05/09/2024	05/09/2024	06/09/2024	06/09/2024	1	1
3	PV 03 ao PV 04	82,61	285,00	3326,00	628	3953,84	4,20	3,02	06/09/2024	06/09/2024	07/09/2024	07/09/2024	1	1
4	PV 04 ao PV 05	82,61	285,00	3326,00	628	3953,84	4,20	3,02	06/09/2024	06/09/2024	07/09/2024	07/09/2024	1	1
5	PV 05 ao PV 06	65,05	243,33	2839,63	494	3334,01	3,54	2,55	07/09/2024	07/09/2024	08/09/2024	08/09/2024	1	1
6	PV 01 ao PV 09	63,5	73,82	861,46	483	1344,06	1,43	1,03	07/09/2024	07/09/2024	08/09/2024	08/09/2024	1	1
7	PV 09 ao PV 10	79,14	273,03	3186,30	601	3787,76	4,02	2,89	08/09/2024	08/09/2024	09/09/2024	09/09/2024	1	1
8	PV 10 ao PV 11	79,14	273,03	3186,30	601	3787,76	4,02	2,89	08/09/2024	08/09/2024	09/09/2024	09/09/2024	1	1
9	PV 11 ao PV 12	79,14	273,03	3186,30	601	3787,76	4,02	2,89	09/09/2024	09/09/2024	10/09/2024	10/09/2024	1	1
10	PV 12 ao PV 06	79,14	296,03	3454,71	601	4056,17	4,31	3,10	09/09/2024	09/09/2024	10/09/2024	10/09/2024	1	1
11	PV 06 ao PV 07	65,05	262,96	3068,80	494	3563,18	3,78	2,72	10/09/2024	10/09/2024	11/09/2024	11/09/2024	1	1
12	PV 09 ao PV 13	63,5	219,08	2558,61	483	3039,21	3,23	2,32	10/09/2024	10/09/2024	11/09/2024	11/09/2024	1	1
13	PV 013 ao PV 14	75,64	260,96	3045,38	575	3620,24	3,84	2,76	11/09/2024	11/09/2024	12/09/2024	12/09/2024	1	1
14	PV 014 ao PV 015	75,64	260,96	3045,38	575	3620,24	3,84	2,76	11/09/2024	11/09/2024	12/09/2024	12/09/2024	1	1
15	PV 015 ao PV 16	75,64	260,96	3045,38	575	3620,24	3,84	2,76	12/09/2024	12/09/2024	13/09/2024	13/09/2024	1	1
16	PV 016 ao PV 07	75,64	282,94	3301,92	575	3876,78	4,12	2,96	12/09/2024	12/09/2024	13/09/2024	13/09/2024	1	1
17	PV 07 ao PV 08	65,05	243,33	2839,63	494	3334,01	3,54	2,55	13/09/2024	13/09/2024	14/09/2024	14/09/2024	1	1
18	PV 13 ao PV 17	64	239,40	2793,80	486	3280,20	3,48	2,50	13/09/2024	13/09/2024	14/09/2024	14/09/2024	1	1
19	PV 17 ao PV 18	91	367,87	4293,01	692	4984,61	5,29	3,81	14/09/2024	14/09/2024	15/09/2024	15/09/2024	1	1
20	PV 18 ao PV 19	98,78	369,50	4312,05	751	5062,78	5,38	3,87	14/09/2024	14/09/2024	15/09/2024	15/09/2024	1	2
21	PV 19 ao PV 08	98,78	369,50	4312,05	751	5062,78	5,38	3,87	15/09/2024	15/09/2024	16/09/2024	16/09/2024	1	1
22	PV 17 ao PV 20	76,6	309,66	3613,68	582	4195,84	4,46	3,20	15/09/2024	15/09/2024	17/09/2024	17/09/2024	2	2
23	PV 18 ao PV 21	76,6	309,66	3613,68	582	4195,84	4,46	3,20	16/09/2024	16/09/2024	17/09/2024	17/09/2024	1	1
24	PV 08 à PV 22	79	272,55	3180,66	600	3781,06	4,02	2,89	16/09/2024	16/09/2024	18/09/2024	18/09/2024	2	2
25	PV 22 à EEE	75	258,75	3019,61	0	3019,61	3,21	2,31	16/09/2024	16/09/2024	18/09/2024	18/09/2024	2	2

Fonte: Autor, (2025).

Figura 36 – Evolução da obra do sistema de esgotamento sanitário após a conclusão dos trechos de rede de esgoto.



Fonte: Autor, (2025).

Na ferramenta é possível criar um *checklist* do andamento da obra. Na figura 37 é possível visualizar um *checklist* desenvolvido na ferramenta SIFIO-SES durante a execução da obra

Figura 37 – Exemplo de Checklist criado na ferramenta durante a execução da obra.

[illegible]

Fonte: Autor, (2025).

Foi aplicado na ferramenta a execução das ligações domiciliares, que se assemelha ao que foi feito nos trechos de rede de esgoto. Como são, ao total, 99 ligações domiciliares, apenas algumas serão mostradas. Na Figura 38 é mostrado as informações de projeto a respeito das ligações domiciliares, o cronograma de execução dessa etapa da obra e o gráfico de evolução de obra. Na Figura 39 pode-se observar o gráfico de evolução de obra após a execução das

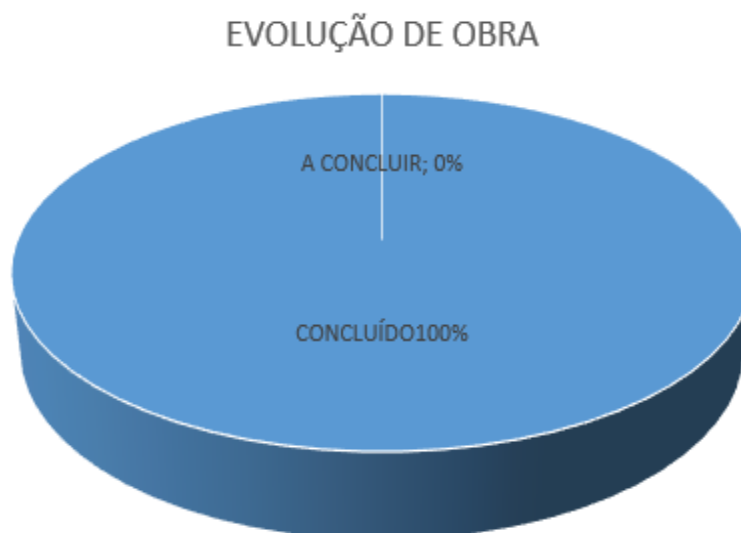
ligações domiciliares. As ligações domiciliares equivalem a 15,98% de evolução da obra, e ao somarem com as etapas anteriores chegaram à totalidade de evolução da obra do loteamento.

Figura 38 – Aplicação da ferramenta na aba “Ligações Domiciliares” após acompanhamento da obra.

LIGAÇÃO ANTERIOR	COMPRIMENTO (m)	DIÂMETRO (mm)	VOLUME DO CORTE (m³) CALCULAR	PREÇO POR TRECHO (R\$) TOTAL	EVOLUÇÃO DE OBRA (%)		SAIR	CRONOGRAMA						PRÓXIMO
TRECHO				TOTAL	% DAS LIGAÇÕES	% TOTAL	PREVISÃO DE INÍCIO	PREVISÃO DE CONCLUSÃO	INÍCIO	CONCLUSÃO	ATRASO NO INÍCIO	ATRASO NA CONCLUSÃO		
1	4	100	3,84	74,13	0,35	0,04	17/09/2024	17/09/2024	19/09/2024	19/09/2024	2	2		
2	4	100	3,84	74,13	0,35	0,04	17/09/2024	17/09/2024	19/09/2024	19/09/2024	2	2		
PV 05 ao PV 06	4	100	3,84	74,13	0,35	0,04	17/09/2024	17/09/2024	19/09/2024	19/09/2024	2	2		
4	4	100	3,84	74,13	0,35	0,04	17/09/2024	17/09/2024	19/09/2024	19/09/2024	2	2		
5	4	100	3,84	74,13	0,35	0,04	17/09/2024	17/09/2024	19/09/2024	19/09/2024	2	2		
6	4	100	3,84	74,13	0,35	0,04	17/09/2024	17/09/2024	19/09/2024	19/09/2024	2	2		
PV 04 ao PV 05	4	100	3,84	74,13	0,35	0,04	17/09/2024	17/09/2024	19/09/2024	19/09/2024	2	2		
7	4	100	3,84	74,13	0,35	0,04	17/09/2024	17/09/2024	19/09/2024	19/09/2024	2	2		
8	4	100	3,84	74,13	0,35	0,04	17/09/2024	17/09/2024	19/09/2024	19/09/2024	2	2		
9	4	100	3,84	74,13	0,35	0,04	17/09/2024	17/09/2024	19/09/2024	19/09/2024	2	2		
10	4	100	3,84	74,13	0,35	0,04	17/09/2024	17/09/2024	19/09/2024	19/09/2024	2	2		
11	4	100	3,84	74,13	0,35	0,04	17/09/2024	17/09/2024	19/09/2024	19/09/2024	2	2		
12	4	100	3,84	74,13	0,35	0,04	17/09/2024	17/09/2024	19/09/2024	19/09/2024	2	2		
13	4	100	3,84	74,13	0,35	0,04	17/09/2024	17/09/2024	19/09/2024	19/09/2024	2	2		
PV03 ao Pv 04	4	100	3,84	74,13	0,35	0,04	17/09/2024	17/09/2024	19/09/2024	19/09/2024	2	2		
14	4	100	3,84	74,13	0,35	0,04	17/09/2024	17/09/2024	19/09/2024	19/09/2024	2	2		
15	4	100	3,84	74,13	0,35	0,04	17/09/2024	17/09/2024	19/09/2024	19/09/2024	2	2		
16	4	100	3,84	74,13	0,35	0,04	17/09/2024	17/09/2024	19/09/2024	19/09/2024	2	2		
17	4	100	3,84	74,13	0,35	0,04	17/09/2024	17/09/2024	19/09/2024	19/09/2024	2	2		
18	4	100	3,84	74,13	0,35	0,04	17/09/2024	17/09/2024	19/09/2024	19/09/2024	2	2		
19	4	100	3,84	74,13	0,35	0,04	17/09/2024	17/09/2024	19/09/2024	19/09/2024	2	2		
20	4	100	3,84	74,13	0,35	0,04	17/09/2024	17/09/2024	19/09/2024	19/09/2024	2	2		
21	4	100	3,84	74,13	0,35	0,04	17/09/2024	17/09/2024	19/09/2024	19/09/2024	2	2		
22	4	100	3,84	74,13	0,35	0,04	17/09/2024	17/09/2024	19/09/2024	19/09/2024	2	2		
PV 02 ao PV 03	4	100	3,84	74,13	0,35	0,04	17/09/2024	17/09/2024	19/09/2024	19/09/2024	2	2		
23	4	100	3,84	74,13	0,35	0,04	17/09/2024	17/09/2024	19/09/2024	19/09/2024	2	2		
24	4	100	3,84	74,13	0,35	0,04	17/09/2024	17/09/2024	19/09/2024	19/09/2024	2	2		
25	4	100	3,84	74,13	0,35	0,04	17/09/2024	17/09/2024	19/09/2024	19/09/2024	2	2		
26	4	100	3,84	74,13	0,35	0,04	17/09/2024	17/09/2024	19/09/2024	19/09/2024	2	2		
27	4	100	3,84	74,13	0,35	0,04	17/09/2024	17/09/2024	19/09/2024	19/09/2024	2	2		
28	4	100	3,84	74,13	0,35	0,04	17/09/2024	17/09/2024	19/09/2024	19/09/2024	2	2		
29	4	100	3,84	74,13	0,35	0,04	17/09/2024	17/09/2024	19/09/2024	19/09/2024	2	2		
PV 01 ao PV 02	4	100	3,84	74,13	0,35	0,04	17/09/2024	17/09/2024	19/09/2024	19/09/2024	2	2		
31	4	100	3,84	74,13	0,35	0,04	17/09/2024	17/09/2024	19/09/2024	19/09/2024	2	2		
32	4	100	3,84	74,13	0,35	0,04	17/09/2024	17/09/2024	19/09/2024	19/09/2024	2	2		
33	4	100	3,84	74,13	0,35	0,04	17/09/2024	17/09/2024	19/09/2024	19/09/2024	2	2		
34	8	100	7,68	148,27	0,71	0,07	18/09/2024	18/09/2024	20/09/2024	20/09/2024	2	2		
35	8	100	7,68	148,27	0,71	0,07	18/09/2024	18/09/2024	20/09/2024	20/09/2024	2	2		
36	8	100	7,68	148,27	0,71	0,07	18/09/2024	18/09/2024	20/09/2024	20/09/2024	2	2		
PV 09 ao PV 10	8	100	7,68	148,27	0,71	0,07	18/09/2024	18/09/2024	20/09/2024	20/09/2024	2	2		
37	8	100	7,68	148,27	0,71	0,07	18/09/2024	18/09/2024	20/09/2024	20/09/2024	2	2		
38	8	100	7,68	148,27	0,71	0,07	18/09/2024	18/09/2024	20/09/2024	20/09/2024	2	2		
39	8	100	7,68	148,27	0,71	0,07	18/09/2024	18/09/2024	20/09/2024	20/09/2024	2	2		
40	8	100	7,68	148,27	0,71	0,07	18/09/2024	18/09/2024	20/09/2024	20/09/2024	2	2		
41	8	100	7,68	148,27	0,71	0,07	18/09/2024	18/09/2024	20/09/2024	20/09/2024	2	2		
42	8	100	7,68	148,27	0,71	0,07	18/09/2024	18/09/2024	20/09/2024	20/09/2024	2	2		
43	8	100	7,68	148,27	0,71	0,07	18/09/2024	18/09/2024	20/09/2024	20/09/2024	2	2		
44	8	100	7,68	148,27	0,71	0,07	18/09/2024	18/09/2024	20/09/2024	20/09/2024	2	2		
PV 10 ao PV 11	8	100	7,68	148,27	0,71	0,07	18/09/2024	18/09/2024	20/09/2024	20/09/2024	2	2		
46	8	100	7,68	148,27	0,71	0,07	18/09/2024	18/09/2024	20/09/2024	20/09/2024	2	2		
47	8	100	7,68	148,27	0,71	0,07	18/09/2024	18/09/2024	20/09/2024	20/09/2024	2	2		
48	8	100	7,68	148,27	0,71	0,07	18/09/2024	18/09/2024	20/09/2024	20/09/2024	2	2		
173	8	100	7,68	148,27	0,71	0,07	22/09/2024	22/09/2024	24/09/2024	24/09/2024	2	2		
PV 19 ao PV 08	8	100	7,68	148,27	0,71	0,07	22/09/2024	22/09/2024	24/09/2024	24/09/2024	2	2		
175	8	100	7,68	148,27	0,71	0,07	22/09/2024	22/09/2024	24/09/2024	24/09/2024	2	2		
176	8	100	7,68	148,27	0,71	0,07	22/09/2024	22/09/2024	24/09/2024	24/09/2024	2	2		
177	8	100	7,68	148,27	0,71	0,07	22/09/2024	22/09/2024	24/09/2024	24/09/2024	2	2		
178	8	100	7,68	148,27	0,71	0,07	22/09/2024	22/09/2024	24/09/2024	24/09/2024	2	2		
179	4	100	3,84	74,13	0,35	0,04	22/09/2024	22/09/2024	24/09/2024	24/09/2024	2	2		
180	4	100	3,84	74,13	0,35	0,04	22/09/2024	22/09/2024	24/09/2024	24/09/2024	2	2		
181	4	100	3,84	74,13	0,35	0,04	22/09/2024	22/09/2024	24/09/2024	24/09/2024	2	2		
182	4	100	3,84	74,13	0,35	0,04	22/09/2024	22/09/2024	24/09/2024	24/09/2024	2	2		
183	4	100	3,84	74,13	0,35	0,04	22/09/2024	22/09/2024	24/09/2024	24/09/2024	2	2		
184	4	100	3,84	74,13	0,35	0,04	22/09/2024	22/09/2024	24/09/2024	24/09/2024	2	2		
PV 08 ao PV 19	4	100	3,84	74,13	0,35	0,04	22/09/2024	22/09/2024	24/09/2024	24/09/2024	2	2		
186	4	100	3,84	74,13	0,35	0,04	22/09/2024	22/09/2024	24/09/2024	24/09/2024	2	2		
187	4	100	3,84	74,13	0,35	0,04	22/09/2024	22/09/2024	24/09/2024	24/09/2024	2	2		
PV 18 ao PV 21E	4	100	3,84	74,13	0,35	0,04	22/09/2024	22/09/2024	24/09/2024	24/09/2024	2	2		
189	4	100	3,84	74,13	0,35	0,04	22/09/2024	22/09/2024	24/09/2024	24/09/2024	2	2		
190	4	100	3,84	74,13	0,35	0,04	22/09/2024	22/09/2024	24/09/2024	24/09/2024	2	2		
191	4	100	3,84	74,13	0,35	0,04	22/09/2024	22/09/2024	24/09/2024	24/09/2024	2	2		
192	4	100	3,84	74,13	0,35	0,04	22/09/2024	22/09/2024	24/09/2024	24/09/2024	2	2		
193	4	100	3,84	74,13	0,35	0,04	22/09/2024	22/09/2024	24/09/2024	24/09/2024	2	2		
PV 17 ao PV 19	4	100	3,84	74,13	0,35	0,04	22/09/2024	22/09/2024	24/09/2024	24/09/2024	2	2		
195	4	100	3,84	74,13	0,35	0,04	22/09/2024	22/09/2024	24/09/2024	24/09/2024	2	2		
196	4	100	3,84	74,13	0,35	0,04	22/09/2024	22/09/2024	24/09/2024	24/09/2024	2	2		
197	4	100	3,84	74,13	0,35	0,04	22/09/2024	22/09/2024	24/09/2024	24/09/2024	2	2		
198	4	100	3,84	74,13	0,35	0,04	22/09/2024	22/09/2024	24/09/2024	24/09/2024	2	2		
PV 17 ao PV 20 E	4	100	3,84	74,13	0,35	0,04	22/09/2024	22/09/2024	24/09/2024	24/09/2024	2	2		
199	4	100	3,84	74,13	0,35	0,04	22/09/2024	22/09/2024	24/09/2024	24/09/2024	2	2		

Fonte: Autor, (2025).

Figura 39 – Evolução da obra do sistema de esgotamento sanitário após a conclusão de todas as etapas.

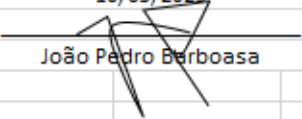


Fonte: Autor, (2025).

Após o término da obra se monta uma comissão de recebimento. Essa comissão fica responsável por vistoriar a obra verificando se está em conformidade com o contrato, projetos e especificações técnicas. Em caso de aprovação pode-se gerar os termos de recebimento e definitivo. Na figura 40 podem ser visualizados os termos de recebimento de obra gerados na ferramenta computacional SIFIO-SES.

Figura 40 – Termos de recebimento de obra.

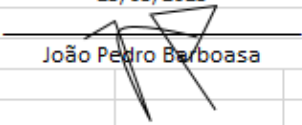
h) Termo de recebimento provisório


TERMO DE RECEBIMENTO			
PROVISÓRIO	<input checked="" type="checkbox"/>	DEFINITIVO	<input type="checkbox"/>
Contratada:	REMALI LTDA	Contratante:	SANTA SAMARIA SANEAMENTO
CNPJ:	01.234.456/0001-89	CNPJ:	98.765.432/0001-10
Representante:	DANIEL COSTA	Representante:	JOÃO PEDRO BARBOSA
Contrato:	01/2024		
<p>Aos 10 dias de maio de 2025 recebemos, em caráter definitivo, a obra DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO, no município de SANTA SAMARIA- MG, objeto do contrato 01/2024, firmado entre a SASAN e a empresa REMALI LTDA.</p> <p>Após constatar que a obra citada acima qualificada foi executada de acordo com as condições contratuais, normas técnicas em vigor e em obediência aos projetos, especificações técnicas e demais elementos fornecidos pela contratante, e achando-se concluída, expediu-se o presente TERMO DE RECEBIMENTO.</p>			
Santa Samaria, 10 de maio 2025.			
comissão interna da Santa Maria Saneamento (SASAN)			
Comissão de Recebimento da Obra			
De acordo:			
10/05/2025			
			
João Pedro Barbosa			


ANTERIOR

SAIR

i) Termo de recebimento definitivo

TERMO DE RECEBIMENTO			
PROVISÓRIO	<input type="checkbox"/>	DEFINITIVO	<input checked="" type="checkbox"/>
Contratada:	REMALI LTDA	Contratante:	SANTA SAMARIA SANEAMENTO
CNPJ:	01.234.456/0001-89	CNPJ:	98.765.432/0001-10
Representante:	DANIEL COSTA	Representante:	JOÃO PEDRO BARBOSA
Contrato:	01/2024		
<p>Aos 25 dias de maio de 2025 recebemos, em caráter definitivo, a obra DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO, no município de SANTA SAMARIA- MG, objeto do contrato 01/2024, firmado entre a SASAN e a empresa REMALI LTDA.</p> <p>Após constatar que a obra citada acima qualificada foi executada de acordo com as condições contratuais, normas técnicas em vigor e em obediência aos projetos, especificações técnicas e demais elementos fornecidos pela contratante, e achando-se concluída, expediu-se o presente TERMO DE RECEBIMENTO, cessando nesta data, a responsabilidade direta da firma sobre a obra, exceto quanto ao disposto no art. 618 do Código Civil Brasileiro.</p>			
Santa Samaria, 25 de maio 2025.			
comissão interna da Santa Maria Saneamento (SASAN)			
Comissão de Recebimento da Obra			
De acordo:			
25/05/2025			
 João Pedro Barbosa			

 ANTERIOR

 SAIR

Fonte: Autor, (2025).

4.3 ANÁLISE DA APLICAÇÃO DA FERRAMENTA

A aplicação da versão inicial ferramenta computacional SIFIO-SES revelou uma série de aspectos relevantes para discussão. A partir da simulação de uma obra hipotética, foi possível verificar a funcionalidade, a estrutura e os potenciais benefícios da ferramenta no contexto da gestão e controle técnico de obras sanitárias. A aplicação prática demonstrou que a ferramenta é eficaz na sistematização dos dados, automatizando cálculos de evolução física, precificação dos serviços, controle de cronograma e análise de atrasos. O uso de macros

em VBA, com a criação de módulos (Apêndice C), proporcionou agilidade na execução de tarefas repetitivas, como a navegação entre abas e a realização de cálculos. Por outro lado, vale considerar que o uso de VBA, embora eficiente, pode apresentar limitações de segurança e portabilidade caso a ferramenta seja compartilhada entre diferentes plataformas ou sistemas operacionais.

A estrutura modular da ferramenta, organizada em abas que refletem os procedimentos administrativos e técnicos da fiscalização, permitiu uma abordagem intuitiva. A aba de "Medições" se destacou como eixo central do sistema, permitindo o registro detalhado de dados físicos, financeiros e temporais da obra. A simulação em uma obra hipotética permitiu testar as funcionalidades da ferramenta, contudo, não substitui a validação em obras reais. Em campo, a obra está sujeita a interferências externas, condições imprevistas e variações técnicas que podem impactar o desempenho da ferramenta. Outro aspecto relevante diz respeito à escalabilidade da ferramenta. Embora tenha sido desenvolvida para fiscalização de obras de SES coletivos, sua estrutura é passível de adaptação para obras de maior porte. A escolha do Excel como plataforma base tem vantagens, especialmente por ser amplamente utilizado por profissionais da área, mas também impõe limitações. A gestão de dados em grandes obras pode demandar o uso de bancos de dados mais robustos, além de interfaces mais amigáveis para dispositivos móveis e integração com sistemas de gestão eletrônica de documentos. A migração futura para uma plataforma web pode ampliar o alcance e a segurança da ferramenta.

A pesquisa evidenciou a ausência de ferramentas específicas voltadas ao suporte da fiscalização de obras de esgotamento sanitário coletivos, o que representa um importante gargalo para a melhoria da qualidade e da transparência na execução dessas obras. A ferramenta desenvolvida — SIFIO-SES — mostrou-se eficaz para o acompanhamento técnico, orçamentário e cronológico das etapas construtivas, promovendo a automatização de tarefas e a organização de dados fundamentais à boa gestão fiscalizatória. Ao possibilitar o controle preciso da execução das etapas, a identificação de atrasos e a documentação contínua das atividades de obra, a SIFIO-SES se apresenta como uma alternativa prática e replicável tanto por órgãos públicos quanto por empresas privadas do setor. Além disso, seu desenvolvimento em ambiente Excel, amplamente difundido, garante aplicabilidade imediata, sem custos adicionais com softwares especializados.

5 CONCLUSÃO

A SIFIO-SES constitui uma solução acessível e eficaz, com potencial para fortalecer a gestão e a fiscalização de obras de saneamento. Sua arquitetura modular permite adaptações futuras para outras tipologias de empreendimentos de infraestrutura urbana, bem como integração a sistemas institucionais de controle. A aplicação prática evidenciou a contribuição significativa da ferramenta para a fiscalização de obras sanitárias, representando um passo relevante no processo de modernização da gestão pública, alinhado aos princípios da sustentabilidade, da governança e da eficiência administrativa. O presente estudo abre caminho para investigações futuras, como a integração com bancos de dados de prefeituras e concessionárias, além do aprimoramento de recursos para ampliar a acessibilidade a diferentes perfis profissionais. Nesse sentido, destaca-se a importância de manuais, tutoriais e treinamentos que assegurem a capacitação mínima dos usuários. Assim, os resultados obtidos demonstram que a SIFIO-SES é uma solução viável e promissora, capaz de ampliar a eficiência da fiscalização de obras de esgotamento sanitário coletivos e de contribuir de forma efetiva para a melhoria da infraestrutura urbana e para a promoção da saúde ambiental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 9061**: Segurança de escavação a céu aberto. Rio de Janeiro, 1984.

_____. **NBR 9648**: Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 1986.

_____. **NBR 9649**: Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 1986.

_____. **NBR 8160**: Sistemas prediais de esgoto sanitário – Projeto e execução. Rio de Janeiro, 1999.

_____. **NBR 12208**: Projeto de estação elevatória de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 2011.

BEZERRA, Alessandro de Araújo. **Dimensionamento hidráulico de redes coletoras de esgoto sanitário usando o critério de atendimento crítico**. 152 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/16204>. Acesso em: 15 de outubro de 2025.

BOVOLATO, Luiz Eduardo. Saneamento básico e saúde. **Revista Escritas**, v.2, abril, 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufnt.edu.br/index.php/escritas/article/view/1145>. Acesso em: 18 de abril de 2025. <https://doi.org/10.20873/vol2n0pp%25p>.

BORGES, Ana Sofia da Silva. **Metodologia da fiscalização em obras**: planos de controlo de conformidade. 95 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2008. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10216/58902>. Acesso em 30 de novembro de 2024.

BRASIL. Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979. **Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências**. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 20 dez. 1979. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6766.htm. Acesso em 18 abril de 2025.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília: Senado Federal, 1988.

BRASIL. Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993. **Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências**. **Diário Oficial da União**, Brasília, 6 jul. 1994. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8666cons.htm. Acesso em: 05 de setembro 2024.

BRASIL. Lei Federal nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007. **Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.666, de 21 de junho de 1993, e 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978**.

Brasília, DF, 2007. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm. Acesso em: 05 de novembro 2024.

BRASIL. Tribunal de Contas da união. **Acórdão nº 1632/2009**. Plenário. Relator: Auditor Marcos Bemquerer Costa. Brasília, 22 julho de 2009.

BRASIL. Tribunal De Contas Da União (TCU). **Obras públicas: Recomendações básicas para a contratação e fiscalização de obras de edificações públicas**. Vol 1, 3ª edição, Brasília: TCU, SECOB EDIF, 2013.

BRASIL. Lei nº 14.133, de 1º de abril de 2021. **Institui a nova Lei de Licitações e Contratos Administrativos**. Diário Oficial da União, Brasília, 2021.

BRASIL. Ministério da gestão e inovação em serviços públicos. Disponível em: <https://www.gov.br/transferegov/pt-br/noticias/rede-na-midia/2024/dezessete-obras-no-pais-tem-indicio-de-irregularidade-grave-aponta-fiscobras-2024>. Acesso em: 08 de abril de 2024.

CAMARGO, Queila Tomielo de; SCHWANKE, Cibele. **Vamos fiscalizar? Conheça o roteiro para fiscalizar um contrato de obra de engenharia**. 81 f. Dissertação (Mestrado profissional em educação profissional e tecnologia) - Instituto federal de educação, ciência e tecnologia do Rio Grande do sul, Porto Alegre, 2020. Disponível em: <https://ifrs.edu.br/wp-content/uploads/2021/01/Guia-de-Fiscalizacao-de-Obras-do-IFRS.pdf> . Acesso em 12 de setembro de 2024.

DANILEVICZ, Ângela de Moura Ferreira; WERTHEIN, Roberto, Coelho. **Sistematização de atividades relacionadas à fiscalização de obras: um estudo de caso aplicado ao sistema FIERGS**. 10 f. Gramado, 2013. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/196438>. Acesso em 30 de novembro de 2024.

FERREIRA, Joana Patrícia Campos de. **Fiscalização de obra: acompanhamento de empreitada**. 124 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal, 2014. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10773/13929>. Acesso em 30 de novembro de 2024.

FIGUEIREDO, Antonio Pedro Barros de. **Proposta de abordagem para aferição da qualidade dos serviços de fiscalização, controle e supervisão de obras públicas no estado do Pernambuco**. 157 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de produção) – Centro de tecnologia e geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/46145>. Acesso em 30 de novembro de 2024.

GAMA, Cláudia Maria. **Análise de riscos na execução de obras públicas na ótica da fiscalização**. 328 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/219201>. Acesso em 05 de dezembro de 2024.

HIPERNOTÍCIAS. **Retrospectiva histórica do saneamento no Brasil**. Cuiabá, 11 out. 2023. Disponível em: <https://www.hnt.com.br/artigos/retrospectiva-historica-do-saneamento-no-brasil/55273>. Acesso em 18 abril de 2025.

LIMA, Antônio Souza de. **Gerenciamento e fiscalização de obras em uma instituição federal de ensino: uma proposta de aprimoramento**. 205 f. Dissertação (Mestrado em Gestão Pública) – Centro de Ciências Jurídicas e Econômicas, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2017. Disponível em: <http://repositorio.ufes.br/handle/10/8708>. Acesso em 05 de dezembro de 2024.

MINAS GERAIS. **Geo-Obras Sistema de Acompanhamento de Obras Públicas. Tribunal de Contas do Estado de Minas Gerais**. 106 f. 2012. Disponível em: <https://www.tce.mg.gov.br/IMG/Legislacao/legiscont/Manuais%20TCMG/Manual%20Geo-Obras%20%20Sistema%20de%20acompanhamento%20de%20obras%20p%C3%BAblicas.pdf>. Acesso em: 25 de agosto de 2025.

MUNHOZ, Lígia Rodrigues Jordão. **Avaliação e dimensionamento da estação de tratamento de esgoto de rio paraíba- MG**. 65 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Ambiental) - Instituto de ciências agrárias, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2020. <http://orcid.org/0000-0002-0846-0568>.

POLEZI, Maurício. **Aplicação de processo oxidativo avançado (H₂O₂/UV) no efluente de uma ETE para fins de reuso**. 91 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/16349>. Acesso em 02 de outubro de 2024.

PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERLÂNDIA. Disponível em: <https://www.uberlandia.mg.gov.br/prefeitura/orgaos-municipais/dmae/tratamento-de-esgoto/ete-uberabinha> . Acesso em 05 de novembro de 2024.

SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. Disponível em: <https://www.sabesp.com.br> . Acesso em 05 de novembro de 2024.

SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. Manual de Projetos de Redes de Esgoto. São Paulo: SABESP, 2016. Disponível em: <https://www.sabesp.com.br> . Acesso em 05 de novembro de 2024.

SANEAGO. Manual de projeto da Saneago: Interceptores e emissários finais de esgoto. 2024. Disponível em: <https://saneago.com.br/2023/arquivos/manual-projetos/05-PROJETOS-HIDRAULICOS-SES/IT00.0800-05.02-Interceptores-E-Emissarios-Finais-de-Esgoto.pdf> . Acesso em 22 de novembro de 2024.

SANTOS, Yuri Donegate Lima dos. **Estudo de falhas na fiscalização da execução que interferem na qualidade das obras de edificações**. 154 f. Projeto de graduação (Graduação em Engenharia Civil) , Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <http://www.repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10023209.pdf>. Acesso em 05 de dezembro de 2024.

SANTOS, Elinewton Sousa dos; SILVA, Juliete Ribeiro da. **Análise do processo de fiscalização de obras na cidade de Monte Carmelo-MG**. 22 f. Monte Carmelo-MG, 2019. Disponível em: <http://repositorio.fucamp.com.br/jspui/handle/FUCAMP/506>. Acesso em 05 de dezembro de 2024.

SANTOS, Helen Nadiany Lima dos. **O impacto da ausência e/ou ineficiência da fiscalização de obra na construção civil**. 15 f. Trabalho de conclusão de curso (Especialização em Engenharia Civil), Faculdade Ari de Sá, Fortaleza, 2022. Disponível em: <http://repositorio.faculdadearidesa.edu.br/jspui/handle/hs826/173>. Acesso em 05 de dezembro de 2024.

SILVA, Vinícius Arcanjo da. **Avaliação da sustentabilidade ambiental dos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário de Uberaba-MG**. 95 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2016. <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2016.394>.

Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS)- 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis/painel>. Acesso em: 31/08/2024.

SCRIPTORE, Juliana Souza. **Impactos do saneamento sobre saúde e educação: uma análise espacial**. 2016. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016. <https://doi.org/10.11606/T.12.2016.tde-02082016-165540>.

TOMAZ, Nicolas Cáiron. **Efeitos da cobrança pelo acesso a saneamento básico sobre o consumo de alimentos e assistência à saúde: evidências da importância da tarifação social para o desenvolvimento humano**. 76 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Instituto de Economia e Relações Internacionais, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2020. <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2020.425>.

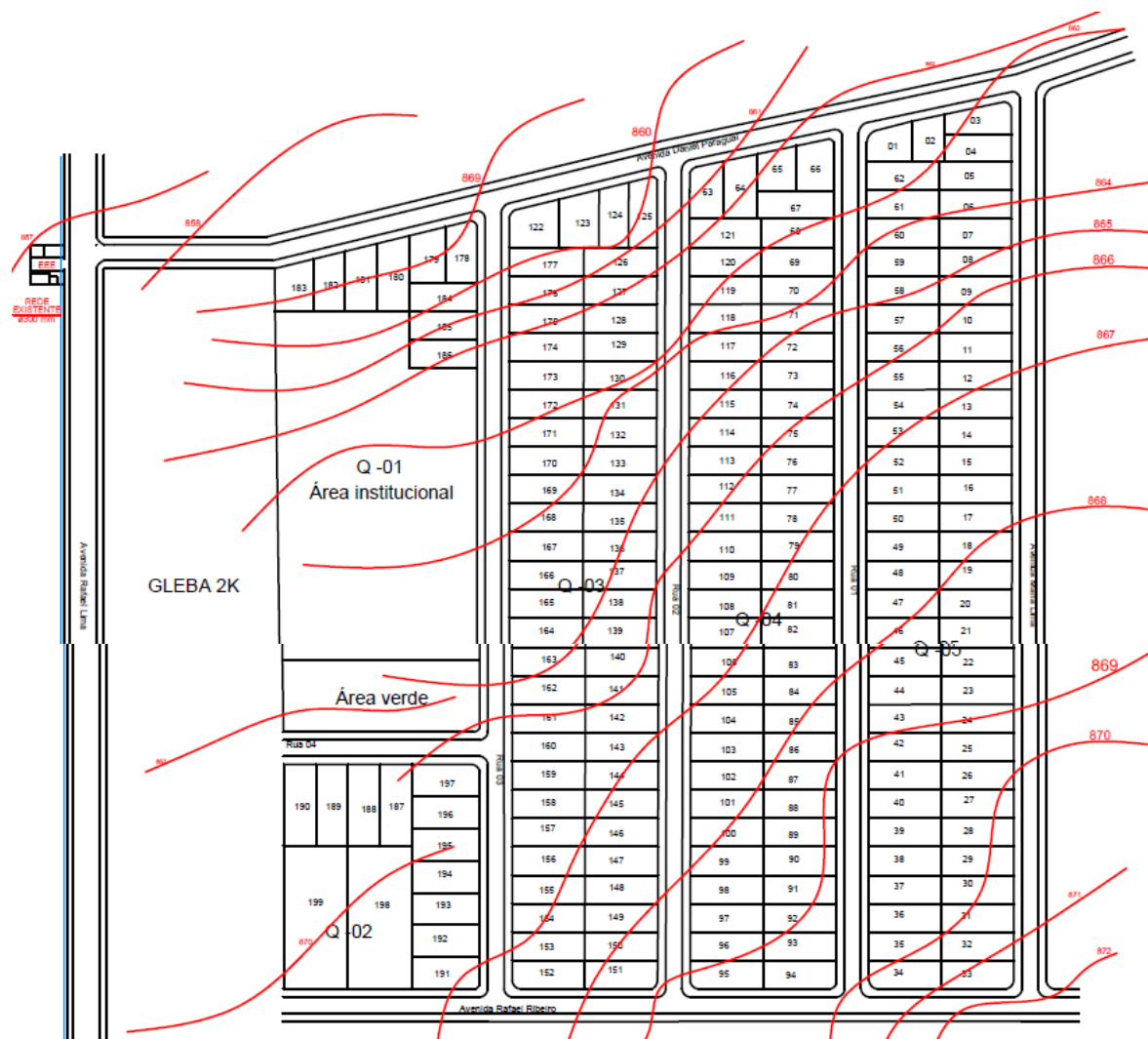
Tribunal De Contas Da União. **Obras públicas: Recomendações básicas para a contratação e fiscalização de obras de edificações públicas**. 3. ed. Brasília: TCU, SECOB-EDIF, 2013. v. 1

TUROLLA, Frederico A. **Política de saneamento básico: Avanços recentes e opções futuras de políticas públicas**. Brasília: IPEA, 2002. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/2818>. Acesso em: 31/08/2024.

VON SPERLING, M. **Introdução a qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Vol 1, 2ª edição, Belo Horizonte: SEGRAC, 1996.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 4ª.ed. v. 1. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – DESA; Universidade Federal de Minas Gerais; 2017, 1. reimpr.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – **Water, Sanitation and Hygiene Links to Health**. November, 2004.





APÊNDICE C – Módulos do VBA (Macros)

1 PROJETO X PLANILHA

```

Sub PROJETOXPLANILHA()
'
' PROJETOXPLANILHA Macro
'
' Atalho do teclado: Ctrl+x
'

    Sheets("PROJETO X PLANILHA").Select
End Sub
Sub anteriormedicações()
'
' anteriormedicações Macro
'
'

    Sheets("MEDIÇÕES").Select
End Sub
Sub proximosolicitação()
'
' proximosolicitação Macro
'
'

    Sheets("SOLICITAÇÃO DE ALT. PROJETO").Select
End Sub
Sub sairparatela inicial()
'
' sairparatela inicial Macro
'
' Atalho do teclado: Ctrl+i
'

    ActiveWindow.ScrollWorkbookTabs Sheets:=-1
    ActiveWindow.ScrollWorkbookTabs Sheets:=-1
    Sheets("SIFIO-SES").Select
End Sub

```

2 SOLICITAÇÃO DE ALTERAÇÃO DE PROJETO

```

Sub SOLICITAÇÃO()
'
' SOLICITAÇÃO Macro
'
' Atalho do teclado: Ctrl+Shift+S
'
    Sheets("SOLICITAÇÃO DE ALT. PROJETO").Select
End Sub

```

```

Sub anteriorprojxplan()
'
' anteriorprojxplan Macro
'
'
'
    Sheets("PROJETO X PLANILHA").Select
End Sub

```

```

Sub proximnotificação()
'
' proximnotificação Macro
'
'
'
    Sheets("NOTIFICAÇÕES").Select
End Sub

```

```

Sub sairparatela inicial()
'
' sairparatela inicial Macro
'
' Atalho do teclado: Ctrl+i
'
    ActiveWindow.ScrollWorkbookTabs Sheets:=-1
    ActiveWindow.ScrollWorkbookTabs Sheets:=-1
    Sheets("SIFIO-SES").Select
End Sub

```

3 REAJUSTES

```

Sub REAJUSTES ()
'
' REAJUSTES Macro
'
' Atalho do teclado: Ctrl+r
'
    Sheets("REAJUSTE").Select
End Sub

```

```

Sub anterioraditivos()
'
' anterioraditivos Macro
'
'
'
    Sheets("ADITIVO").Select
End Sub

```

```

Sub próximoparalisação()
'
' próximoparalisação Macro
'
'
'
    Sheets("PARALISAÇÃO E REINÍCIO").Select
End Sub

```

```

Sub sairparatela inicial()
'
' sairparatela inicial Macro
'
' Atalho do teclado: Ctrl+i
'
    ActiveWindow.ScrollWorkbookTabs Sheets:=-1
    ActiveWindow.ScrollWorkbookTabs Sheets:=-1
    Sheets("SIFIO-SES").Select
End Sub

```

4 ADITIVOS

```

Sub ADITIVOS ()
'
' ADITIVOS Macro
'
' Atalho do teclado: Ctrl+Shift+A
'

    Sheets("ADITIVO").Select
End Sub

```

```

Sub ANTERIORNOTIFICAÇÕES ()
'
' ANTERIORNOTIFICAÇÕES Macro
'
'

    Sheets("NOTIFICAÇÕES").Select
End Sub

```

```

Sub PRÓXIMOREAJUSTE ()
'
' PRÓXIMOREAJUSTE Macro
'
'

    Sheets("REAJUSTE").Select
End Sub

```

```

Sub sairparatelaInicial()
'
' sairparatelaInicial Macro
'
' Atalho do teclado: Ctrl+i
'

    ActiveWindow.ScrollWorkbookTabs Sheets:=-1
    ActiveWindow.ScrollWorkbookTabs Sheets:=-1
    Sheets("SIFIO-SES").Select
End Sub

```

5 NOTIFICAÇÕES

```

Sub notificações()
'
' notificações Macro
'
' Atalho do teclado: Ctrl+n
'
    Sheets("NOTIFICAÇÕES").Select
End Sub

```

```

Sub anteriorsolicitação()
'
' anteriorsolicitação Macro
'
'
'
    Sheets("SOLICITAÇÃO DE ALT. PROJETO").Select
End Sub

```

```

Sub proximoaditivo()
'
' proximoaditivo Macro
'
'
'
    Sheets("ADITIVO").Select
End Sub

```

```

Sub sairparatela inicial()
'
' sairparatela inicial Macro
'
' Atalho do teclado: Ctrl+i
'
    ActiveWindow.ScrollWorkbookTabs Sheets:=-1
    ActiveWindow.ScrollWorkbookTabs Sheets:=-1
    Sheets("SIFIO-SES").Select
End Sub

```

6 PARALISAÇÃO E REINÍCIO

```
Sub PARALISAÇÃO()  
'  
' PARALISAÇÃO Macro  
'  
' Atalho do teclado: Ctrl+Shift+P  
'  
    Sheets("PARALISAÇÃO E REINÍCIO").Select  
End Sub
```

```
Sub ANTERIORREAJUSTE()  
'  
' ANTERIORREAJUSTE Macro  
'  
  
'  
    Sheets("REAJUSTE").Select  
End Sub
```

```
Sub PRÓXIMORECEBIMENTO()  
'  
' PRÓXIMORECEBIMENTO Macro  
'  
  
'  
    Sheets("RECEBIMENTO DE OBRA").Select  
End Sub
```

7 ORDEM DE SERVIÇO

```

Sub Ordemdeserviço()
'
' Ordemdeserviço Macro
'
' Atalho do teclado: Ctrl+o
'
    Sheets("ORDEM DE SERVIÇO").Select
End Sub

```

```

Sub sairparatela inicial()
'
' sairparatela inicial Macro
'
' Atalho do teclado: Ctrl+i
'
    ActiveWindow.ScrollWorkbookTabs Sheets:=-1
    ActiveWindow.ScrollWorkbookTabs Sheets:=-1
    Sheets("SIFIO-SES").Select
End Sub

```

```

Sub proximodiario()
'
' proximodiario Macro
'
' Atalho do teclado: Ctrl+p
'
    Sheets("DIÁRIO DE OBRA").Select
End Sub

```

8 MEDIÇÕES

```

Sub MEDIÇÕES()
'
' MEDIÇÕES Macro
'
' Atalho do teclado: Ctrl+m
'
    ActiveWindow.ScrollWorkbookTabs Sheets:=1
    Sheets("MEDIÇÕES").Select
End Sub

```



```

Sub sairparatelaInicial()
'
' sairparatelaInicial Macro
'
' Atalho do teclado: Ctrl+i
'
    ActiveWindow.ScrollWorkbookTabs Sheets:=-1
    ActiveWindow.ScrollWorkbookTabs Sheets:=-1
    Sheets("SIFIO-SES").Select
End Sub

```

9 FUNCIONÁRIOS

```

Sub funcionarios()
'
' funcionarios Macro
'
'
'
    Sheets("FUNCIONÁRIOS").Select
End Sub
Sub anteriordiarario()
'
' anteriordiarario Macro
'
'
'
    Sheets("DIÁRIO DE OBRA").Select
End Sub
Sub proximoreseguranca()
'
' proximoreseguranca Macro
'
'
'
    Sheets("SEGURANÇA DO TRABALHO").Select
End Sub
Sub sairparatelaInicial()
'
' sairparatelaInicial Macro
'
' Atalho do teclado: Ctrl+i
'
    ActiveWindow.ScrollWorkbookTabs Sheets:=-1
    ActiveWindow.ScrollWorkbookTabs Sheets:=-1
    Sheets("SIFIO-SES").Select
End Sub

```

10 DIÁRIO DE OBRAS

```

Sub diariodeobra()
'
' diariodeobra Macro
'
' Atalho do teclado: Ctrl+d
'

    Sheets("DIÁRIO DE OBRA").Select
End Sub

```

```

Sub anteriorordem()
'
' anteriorordem Macro
'
' Atalho do teclado: Ctrl+a
'

    Sheets("ORDEM DE SERVIÇO").Select
End Sub

```

```

Sub proximofuncionarios()
'
' proximofuncionarios Macro
'
'
'

    Sheets("FUNCIONÁRIOS").Select
End Sub

```

```

Sub sairparatelainicial()
'
' sairparatelainicial Macro
'
' Atalho do teclado: Ctrl+i
'

    ActiveWindow.ScrollWorkbookTabs Sheets:=-1
    ActiveWindow.ScrollWorkbookTabs Sheets:=-1
    Sheets("SIFIO-SES").Select
End Sub

```

11 SEGURANÇA DO TRABALHO

```

Sub SEGURANÇA()
'
' SEGURANÇA Macro
'
' Atalho do teclado: Ctrl+s
'
    Sheets("SEGURANÇA DO TRABALHO").Select
End Sub

```

```

Sub anteriorfuncionario()
'
' anteriorfuncionario Macro
'
'
'
    Sheets("FUNCIONÁRIOS").Select
End Sub

```

```

Sub proximomedições()
'
' proximomedições Macro
'
'
'
    Sheets("MEDIÇÕES").Select
End Sub

```

```

Sub sairparatela inicial()
'
' sairparatela inicial Macro
'
' Atalho do teclado: Ctrl+i
'
    ActiveWindow.ScrollWorkbookTabs Sheets:=-1
    ActiveWindow.ScrollWorkbookTabs Sheets:=-1
    Sheets("SIFIO-SES").Select
End Sub

```

12 CHECKLIST

```
Sub CHECKLIST()
'
' CHECKLIST Macro
'
' Atalho do teclado: Ctrl+c
'
    Sheets("CHECKLIST").Select
End Sub
```

```
Sub anteriorrecebimento()
'
' anteriorrecebimento Macro
'
'
'
    Sheets("RECEBIMENTO DE OBRA").Select
End Sub
```

```
Sub proximotermo()
'
' proximotermo Macro
'
'
'
    Sheets("TERMOS DE RECEBIMENTO").Select
End Sub
```

```
Sub sairparatela inicial()
'
' sairparatela inicial Macro
'
' Atalho do teclado: Ctrl+i
'
    ActiveWindow.ScrollWorkbookTabs Sheets:=-1
    ActiveWindow.ScrollWorkbookTabs Sheets:=-1
    Sheets("SIFIO-SES").Select
End Sub
```

13 TERMOS DE RECEBIMENTO

```
Sub TERMODERECEBIMENTO()
'
' TERMODERECEBIMENTO Macro
'
' Atalho do teclado: Ctrl+t
'
    Sheets("TERMOS DE RECEBIMENTO").Select
End Sub
```

```
Sub anteriorchecklist()  
,  
' anteriorchecklist Macro  
,  
  
,  
    Sheets("CHECKLIST").Select  
End Sub  
Sub sairparatela inicial()  
,  
' sairparatela inicial Macro  
,  
' Atalho do teclado: Ctrl+i  
,  
    ActiveWindow.ScrollWorkbookTabs Sheets:=-1  
    ActiveWindow.ScrollWorkbookTabs Sheets:=-1  
    Sheets("SIFIO-SES").Select  
End Sub
```
