

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

ANA PAULA GEAN DE ALENCAR

PROPOSTA DE CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE REDE
COLETORA DE ESGOTO SANITÁRIO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO
AMAZONAS – CAMPUS SETOR NORTE.

MANAUS
2023

ANA PAULA GEAN DE ALENCAR

PROPOSTA DE CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE REDE
COLETORA DE ESGOTO SANITÁRIO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO
AMAZONAS – CAMPUS SETOR NORTE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil, da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial para a Obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a. Ellem Cristiane Morais de Sousa Contente

MANAUS
2023

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

A368p Alencar, Ana Paula Gean de
Proposta de critérios para avaliação de desempenho de rede coletora de esgoto sanitário da Universidade Federal do Amazonas – Campus Setor Norte / Ana Paula Gean de Alencar . 2023
62 f.: il. color; 31 cm.

Orientadora: Ellem Cristiane Morais de Sousa Contente
TCC de Graduação (Engenharia Civil) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Saneamento. 2. Esgoto sanitário. 3. Rede coletora. 4. Indicadores. I. Contente, Ellem Cristiane Morais de Sousa. II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

ANA PAULA GEAN DE ALENCAR

PROPOSTA DE CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE REDE
COLETORA DE ESGOTO SANITÁRIO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO
AMAZONAS – CAMPUS SETOR NORTE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil, da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial para a Obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Manaus, 28 de junho de 2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a. Ellem Cristiane Morais de Sousa Contente, Presidente
Universidade Federal do Amazonas - UFAM

Prof.^a Dr.^a. Maria de Nazaré Alves da Silva, Membro
Universidade Federal do Amazonas - UFAM

Prof.^a MSc. Jaqueline Maria Soares da Silva, Membro
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará - IFPA/Campus Belém

Eu amei, ri e chorei

Tive minhas conquistas, minha parte de perdas

E agora, enquanto as lágrimas diminuem

Eu acho tudo isso tão divertido.

Frank Sinatra

AGRADECIMENTOS

A todas as pessoas que fizeram parte da minha trajetória e que de alguma forma contribuíram para a minha evolução e conhecimento.

A minha mãe, Jandirlei Gean, que é o próprio significado de luz e amor. Ela que sempre foi a minha maior incentivadora, apoiadora e durante todo esse processo sempre foi paciente e acolhedora. Também a todos os familiares que sempre torceram e me apoiaram da forma que puderam.

A melhor professora que eu tive, Ellem Contente, que com sua sabedoria e jeito meigo mudou para sempre meu rumo na engenharia e fez eu me apaixonar por essa área. Se esse trabalho existe hoje é porque ela acreditou que eu seria capaz.

A todos os amigos que eu fiz durante esse processo, as risadas nos corredores e as fofocas na Neide com certeza tornaram os dias mais leves. A minha amiga Jackie, que durante esses anos sempre me ofereceu um ombro para chorar, abraços para me confortar e palavras sábias para me guiar. A Noame, Yasmin e Nathália que cada uma da sua forma me ajudaram e deixaram meus dias muito mais divertidos. Em especial ao Gabriel, que tanto me ajudou, me incentivou e sempre acreditou que um dia eu chegaria aqui.

Aos profissionais da Prefeitura do Campus e da manutenção da FT que foram bastante solícitos e me deram todo o suporte necessário para esse trabalho.

RESUMO

A rede coletora de esgoto tem importância significativa para evitar a transmissão de doenças e ajudar na preservação do meio ambiente, no entanto para garantir seu desempenho e, conseqüentemente seu funcionamento adequado é necessário que atenda critérios que avaliem sua eficiência e eficácia. Dessa forma, o presente trabalho, foi desenvolvido por meio da pesquisa descritiva-exploratório, o qual sistematizou um conjunto de critérios associados às dimensões técnico, operacional, de manutenção e institucional para avaliação do desempenho da rede coletora de esgoto sanitário. Para ajustes dos critérios, o estudo foi aplicado no trecho de rede coletora da Faculdade de Tecnologia, localizada no Setor Norte da Universidade Federal do Amazonas. Com base nos resultados foi consolidada uma matriz de critérios que poderá ser utilizada como ferramenta para subsidiar a gestão do serviço pelos responsáveis pela operação do sistema de coleta de esgoto sanitário. Contudo, a pesquisa apontou fragilidades com base nos critérios selecionados indicando a necessidade de melhorias alinhadas ao projeto, operação e manutenção do sistema existente.

PALAVRAS-CHAVE: Saneamento, Esgoto sanitário, Rede Coletora, Indicadores.

ABSTRACT

The sewage collection network has significant importance to prevent the transmission of diseases and help preserve the environment, however, to ensure its performance and, consequently, its proper functioning, it is necessary that it meets criteria that evaluate its efficiency and effectiveness. Thus, the present work was developed by means of descriptive-exploratory research, which systematized a set of criteria associated with the technical, operational, maintenance and institutional dimensions for evaluating the performance of the sanitary sewage collection system. To adjust the criteria, the study was applied to the section of the sewage collection system of the Faculty of Technology, located in the Northern Sector of the Federal University of Amazonas. Based on the results, a criteria matrix was consolidated, which can be used as a tool to subsidize the service management by those responsible for operating the sanitary sewage collection system. However, the research pointed out weaknesses based on the selected criteria indicating the need for improvements aligned to the design, operation and maintenance of the existing system.

KEYWORDS: Sanitation, Sewerage, Sewerage Network, Indicators.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Partes constituintes do sistema de esgotamento sanitário do tipo convencional separador absoluto.	18
Figura 2 - Poço de Visita (PV)	20
Figura 3 – Tubo de Inspeção e limpeza (TIL)	21
Figura 4 – Terminal de Limpeza (TL).....	21
Figura 5 - Caixa de Passagem (CP).....	22
Figura 6 - Caixa de Inspeção (CI)	22
Figura 7 – Fluxograma das etapas metodológicas do trabalho.....	32
Figura 8 - Campus Universitário Manaus	34
Figura 9 - Mapa do Setor Norte.....	35
Figura 10 - Faculdade de Tecnologia em 1988	36
Figura 11 Área delimitado de aplicação do estudo.....	36
Figura 12 - Blocos da FT.....	37
Figura 13 - Caixas sem identificação	39
Figura 14 - Locação dos acessórios	40
Figura 15 - Trecho da rede coletora de esgoto	41
Figura 16 - Perfil topográfico dos trechos	42
Figura 17 – Área com maior frequência de obstruções	43
Figura 18 – Caixas de inspeção danificadas estruturalmente	45
Figura 19 - Caixas sem alça.....	45
Figura 20 - Acessórios com vegetação	46
Figura 21 - Caixas abertas	47
Figura 22 - Lançamento de drenagem em caixa de esgoto.....	48

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Relatório GLPI	49
Quadro 2 - Relatório GLPI	50
Quadro 3 - Critérios selecionados e respectivos indicadores propostos para a avaliação do desempenho da rede coletora de esgoto da FT	50

LISTA DE SIGLAS E ABREVIACÕES

- ABNT** – Associação Brasileira de Normas Técnicas
- CI** – Caixa de Inspeção
- CL** – Caixa de Ligação
- CP**- Caixa de passagem
- EEF** – Escola de Enfermagem
- FAARTES**- Faculdade de Artes
- FACED**- Faculdade de Educação
- FCS** – Faculdade de Ciências Sociais
- FCA**- Faculdade de Ciências Agrárias
- FD**- Faculdade de Direito
- FEF**- Faculdade de Educação Física
- FES**- Faculdade de Estudos Sociais
- FIC** – Faculdade de Informação e Comunicação
- FLET** – Faculdade de Letras
- FT** – Faculdade de Tecnologia
- ICB** – Instituto de Ciências Biológicas
- ICE** – Instituto de Ciências Exatas
- ICHL** –Instituto de Ciências Humanas e Letras
- ICOMP**- Instituto de Computação
- NBR** – Norma Brasileira
- PCU** - Prefeitura do Campus Universitário
- PV** - Poço de Visita
- SES** – Sistema de Esgoto Sanitário
- SNIS** – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
- TIL** - Tubo de Inspeção e Limpeza
- TL** – Terminal de Limpeza
- UFAM** – Universidade Federal do Amazonas

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVOS.....	16
2.1	Geral.....	16
2.2	Específicos	16
3	REFERENCIAL TEÓRICO	17
3.1	Esgoto Sanitário	17
3.2	Composição do Sistema de Esgoto	18
3.3	Operacionalidade da Rede Coletora	23
3.4	Critérios de Avaliação de Desempenho da Rede Coletora	26
4	MATERIAL E MÉTODOS	32
4.1	Caracterização da Pesquisa	32
4.2	Etapas da Pesquisa	32
4.2.1	1ª Etapa – Caracterização do Local e Delimitação da Área de Estudo	33
4.2.1.1	Universidade Federal do Amazonas - Campus Universitário Manaus.....	33
4.2.1.2	Campus Setor Norte - Faculdade de Tecnologia.....	35
4.2.2	2ª Etapa – Seleção de Critérios de Desempenho de Rede Coletora de Esgoto Sanitário.....	37
4.2.3	3ª Etapa – Pesquisa de Campo.....	38
4.2.4	4ª Etapa – Sistematização e Análise dos Dados e Consolidação da Matriz de Critérios.....	38
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	39
5.1	Características do Sistema de Coleta de Esgoto Sanitário Existente.....	39
5.2	Análise das Dimensões de Desempenho da Rede Coletora de Esgoto.....	40
5.2.1	Dimensão Técnica	40
5.2.2	Dimensão de Operação e Manutenção	42
5.2.3	Dimensão Institucional	49
5.3	Matriz de Critérios de Desempenho	50
6	CONCLUSÃO.....	52

7 REFERÊNCIAS	54
APÊNDICE A – CHECK LIST PARA ENTREVISTA COM O SETOR DE MANUTENÇÃO.....	57
ANEXO A – PLANTA DA REDE COLETORA DE ESGOTO 1980	63
ANEXO B – REDE COLETORA DE ESGOTO SETOR NORTE.....	64

1 INTRODUÇÃO

O saneamento básico é de extrema importância para garantir o desenvolvimento de uma sociedade. Segundo a Associação Brasileira de Engenharia Sanitário e Ambiental (ABES, 2020), “o saneamento básico é o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações necessárias para garantir o abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos e drenagem das águas pluviais urbanas.

No Brasil, o saneamento é um direito previsto na Lei nº 14.026/2020 que atualiza o marco do saneamento básico e garante o acesso e universalização da população ao abastecimento de água em quantidades suficientes, à coleta e tratamento de esgoto e lixo e manejo correto das águas das chuvas (BRASIL, 2020). No entanto, a realidade é outra, como mostram dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2021). Da população total do país, 84,2% têm acesso à água tratada e 55,8% têm acesso à coleta de esgoto, nesse caso apenas um pouco mais da metade dos brasileiros. Na região Norte os índices são ainda piores e não refletem a cobertura nacional, com 60% de abastecimento de água e apenas 14% de acesso a coleta de esgoto (SNIS, 2021).

Diante desse cenário, tanto em âmbito nacional como regional, o adequado sistema de esgoto sanitário se mostra de grande importância socioambiental e econômica. O sistema de esgotamento sanitário (SES) é composto por um conjunto de condutos, instalações e equipamentos destinado a coletar, transportar, condicionar e encaminhar os esgotos sanitários de forma contínua e higienicamente seguro (NUVOLARI, 2011).

A rede coletora de esgoto representa uma das principais etapas, onde por meio de um conjunto de elementos (ligações prediais, coletores de esgoto e dispositivos acessórios), encaminha o esgoto sanitário até uma estação de tratamento. Além da coleta e do transporte, a rede coletora de esgoto tem uma importância significativa para evitar a contaminação da população, a transmissão de doenças e ajudar na preservação do meio ambiente.

Para garantir seu desempenho e, conseqüentemente seu funcionamento adequado é necessário que a rede coletora atenda critérios que avaliem sua eficiência e eficácia. Sendo assim, utiliza-se de dimensões técnicas, de operação, manutenção e institucional selecionadas para detectar problemas na rede implantada. Dessa forma, pode-se averiguar elementos de projeto, plano de inspeção, obstrução, limpeza, aspectos gerenciais, diretrizes gerais, informações técnicas e de cadastro da rede.

Como lócus de estudo tem-se a rede coletora de esgoto do Campus universitário Setor Norte/UFAM, em específico a região denominada de Faculdade de Tecnologia (FT) que segundo dados de 2017 conta com 10 departamentos, 12 graduações, 5 programas de pós-graduação e uma comunidade com cerca de 125 professores, 51 técnicos e mais de três mil alunos (DESIGN UFAM, 2017). Dessa forma, percebe-se como a área de estudo é relevante dentro da instituição, considerando o fator ambiental, já que a rede coletora pode influenciar diretamente na comunidade universitária que está localizada dentro de uma extensa área verde na cidade de Manaus. Nesse sentido o presente estudo, buscou selecionar, aplicar e analisar critérios intrínsecos as dimensões, técnica, operacional, de manutenção e institucional com a elaboração de matriz de critérios proposta como ferramenta que poderá ser aplicada para avaliar o desempenho do sistema existente pela gestão do serviço.

2 OBJETVOS

2.1 Geral

Propor uma matriz de critérios de desempenho para a rede coletora de esgoto sanitário da Faculdade de Tecnologia, Campus universitário da UFAM - Setor Norte, a partir das dimensões, técnica, operacional, de manutenção e institucional para subsidiar tomadas de decisão na gestão do serviço.

2.2 Específicos

- Selecionar critérios de desempenho do serviço de coleta de esgoto sanitário;
- Definir indicadores para os critérios aplicados na caracterização do sistema existente;
- Analisar o desempenho da rede coletora com base nos critérios e indicadores selecionados (matriz de critérios);
- Sistematizar matriz de critérios para subsidiar a avaliação do desempenho do sistema.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Esgoto Sanitário

Os esgotos podem ser classificados em águas residuárias domésticas, efluentes industriais e de infiltração, como caracterizado por Mendonça e Mendonça (2017): Águas residuárias domésticas são resultantes dos resíduos humanos que chegam às redes de esgoto por meio dos sistemas de instalações hidrossanitárias (sanitários, cozinhas, áreas de serviço etc.); Águas industriais são resultantes dos resíduos gerados em processos industriais de acordo com cada tipo de indústria; Água de infiltração são resultantes de defeitos nas juntas de tubulações ou acessórios como caixa de passagem e tubo de inspeção, que acabam por infiltrar no sistema de esgoto; Águas pluviais são decorrentes da chuva que podem ser carregadas por calhas e drenos. Parte da água é drenada e outra parte escoada pela superfície, arrastando resíduos sobre o solo.

Outra forma de classificar o esgoto sanitário é pelo tipo de dejetos coletados. Dessa forma, temos os seguintes tipos de sistemas, segundo Rodrigues e Silva (2018):

- Sistema unitário ou combinado: Nesse caso, os esgotos sanitários e águas provenientes das chuvas são despejados apenas em uma tubulação;
- Sistema separador parcial: São utilizadas duas tubulações, uma para o sistema de esgotamento sanitário e outra para o sistema de águas pluviais. A rede coletora de esgoto recebe tanto o esgoto sanitário como também águas pluviais provenientes de telhados e pátios;
- Sistema separador absoluto: São utilizadas duas tubulações, uma que atende exclusivamente a rede coletora de esgoto e outra que atende exclusivamente o sistema de águas pluviais.

A NBR 9648 recomenda o sistema separador absoluto e esse é o tipo de coleta na maioria dos municípios do Brasil. Segundo Tsutiya e Sobrinho (2000), as principais vantagens desse sistema são:

- As canalizações menores favorecem o uso de manilhas cerâmicas e materiais como PVC facilitando assim a execução e reduzindo custos;
- Possível a execução das obras por partes, ou seja, mais flexível de acordo com as prioridades;

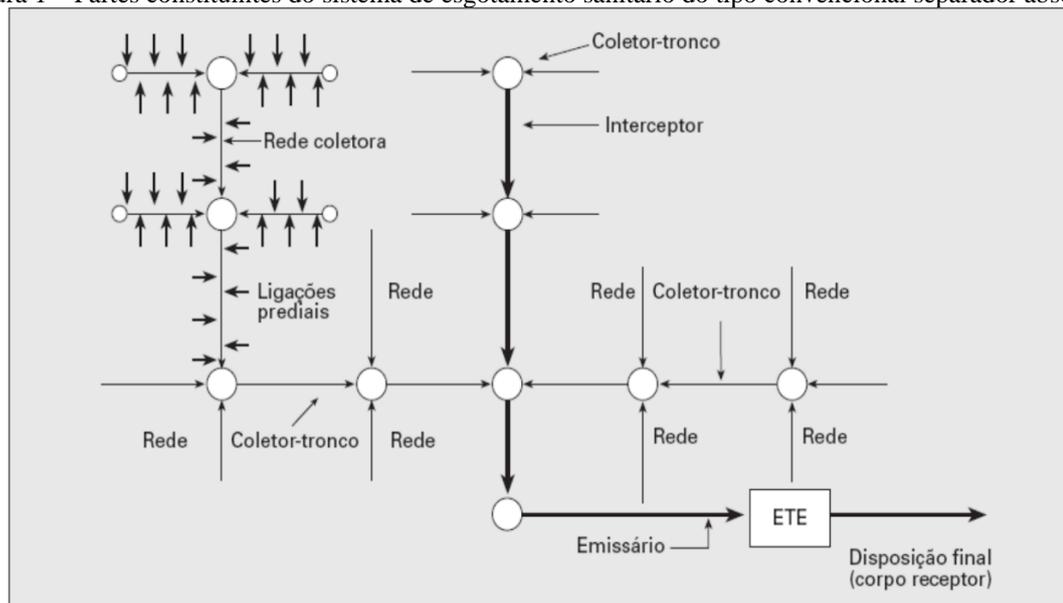
- Facilidade no escoamento das águas pluviais, podendo-se aproveitar o escoamento nas sarjetas e evitando os custos para o afastamento e tratamento dessas águas;
- Não prejudica a depuração dos esgotos.

Apesar de todas as vantagens, o sistema separador absoluto acaba sofrendo por conta de ligações clandestinas, que ocasionam a afluência das águas pluviais e resultam no aumento dos custos de produção e tratamento, em razão do acréscimo de vazão e diluição do esgoto sanitário (RODRIGUES e SILVA, 2018).

3.2 Composição do Sistema de Esgoto

Segundo Nuvolari (2011), o sistema de esgoto sanitário é composto pelo sistema de coleta e transporte, tratamento e destino final, conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1 – Partes constituintes do sistema de esgotamento sanitário do tipo convencional separador absoluto.



Fonte: NUVOLARI (2011, p.40)

Das partes que compõem o sistema de esgotamento sanitário, dá-se destaque à rede coletora, que segundo Rodrigues e Silva (2018) tem como finalidade o rápido afastamento do esgoto sanitário do ponto de geração. Freire (2014) comenta que a rede coletora tem como função coletar e transportar o esgoto de forma segura e rápida, sem que o efluente entre em contato com o ambiente externo, além de impedir a septicidade, minimizar a formação de gases e ser de fácil acesso para inspeção e manutenção.

O sistema de coleta pode ser do tipo convencional, sendo a mais utilizada nos projetos elaborados nos municípios brasileiros e atende as diretrizes da ABNT NBR 9648/86 e NBR 9649/86 e é basicamente constituída por ligações prediais, coletores de esgoto e acessórios.

- Ligação predial: Coletor predial localizado entre o limite do terreno e o coletor de esgoto;
- Coletor de esgoto: Tubulação responsável por receber o esgoto sanitário dos coletores prediais ao longo do seu comprimento;
- Coletor principal: É o coletor mais extenso dentro de uma mesma bacia;
- Coletor tronco: Tubulação que receber a maior contribuição de esgoto dos outros coletores dentro da rede coletora;
- Coletor predial: Tubulação da instalação predial de esgoto compreendida entre a última interseção das tubulações que recebem efluentes de aparelhos sanitários e o coletor de esgoto;
- Acessórios: Dispositivos fixos e não mecanizados, como poços de visita, tubo de inspeção e limpeza e caixa de passagem.

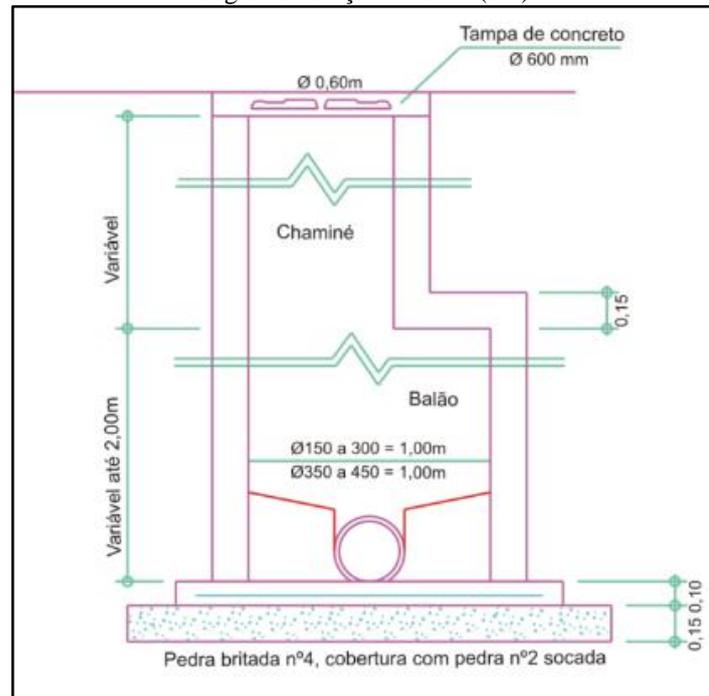
Contudo para o adequado funcionamento da rede coletora, faz-se necessário órgãos acessórios, que são instalados em pontos estratégicos ao longo de sua extensão, dos quais:

- Poço de Visita (PV)

O poço de visita é uma câmara construída em concreto ou alvenaria, conforme apresentado na Figura 2 com uma abertura na parte superior para servir de acesso futuramente para manutenção, inspeção ou limpeza (RODRIGUES e SILVA, 2018). Segundo a NBR 9648 (ABNT, 1986) item 5.2.5, os PVs devem ser usados obrigatoriamente nos seguintes casos:

- Junção de dois trechos ou mais ao coletor;
- Junção que exige a presença de tubo de queda;
- Extremidades passagens forçadas e sifões invertidos;
- Profundidade maior ou igual a 3,0 m.

Figura 2 - Poço de Visita (PV)



Fonte: RODRIGUES e SILVA (2018, p. 68)

- Tubo de Inspeção e Limpeza (TIL)

É um tubo PVC, sem visitação possível (Figura 3), cuja função é servir como uma inspeção visual e como instrumento para se introduzir equipamentos para desobstrução e limpeza dos coletores (RODRIGUES e SILVA, 2018). Devido à falta de acesso, acaba muitas vezes sendo substituído pelo PV. Segundo a NBR 9648 (ABNT, 1986) item 5.2.4, o TIL pode substituir o PV nos seguintes casos:

- Junção de até dois trechos ao coletor;
- Pontos com degraus de altura menor que 0,50 m;
- À jusante de ligações prediais cujas contribuições podem se tornar um problema de manutenção.

Figura 3 – Tubo de Inspeção e limpeza (TIL)

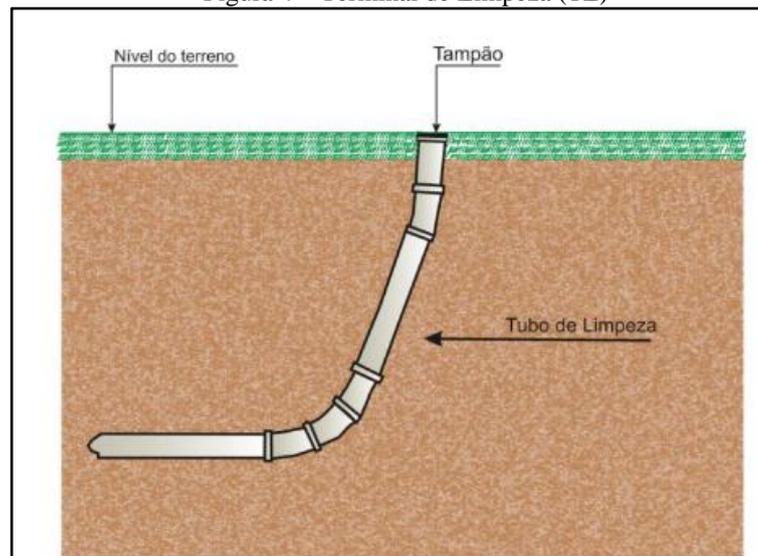


Fonte: <https://www.plastolandia.com.br/til-rede-c-saida-bolsa-150-tigre> (2023)

- TL (Terminal de Limpeza)

Também é um dispositivo PVC, sem acesso possível e com função de desobstrução e limpeza nos coletores (Figura 4), é recomendado somente em trechos de montantes, mas por não ser visitável acaba sendo substituído por PV ou TIL (RODRIGUES e SILVA, 2018)..

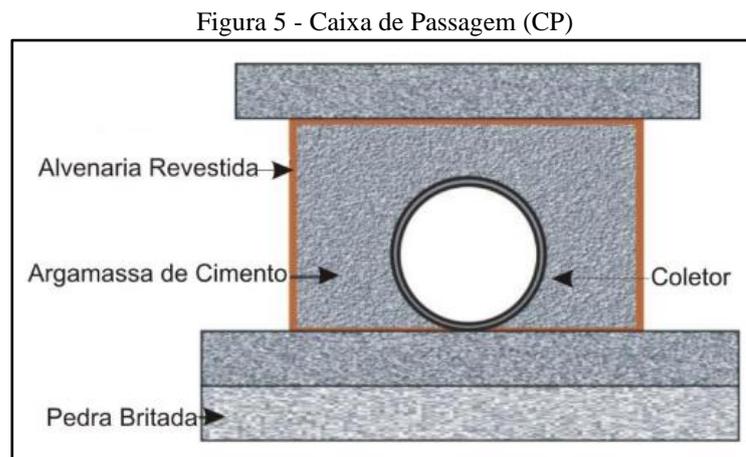
Figura 4 – Terminal de Limpeza (TL)



Fonte: RODRIGUES e SILVA (2018, p.70).

- Caixa de Passagem (CP)

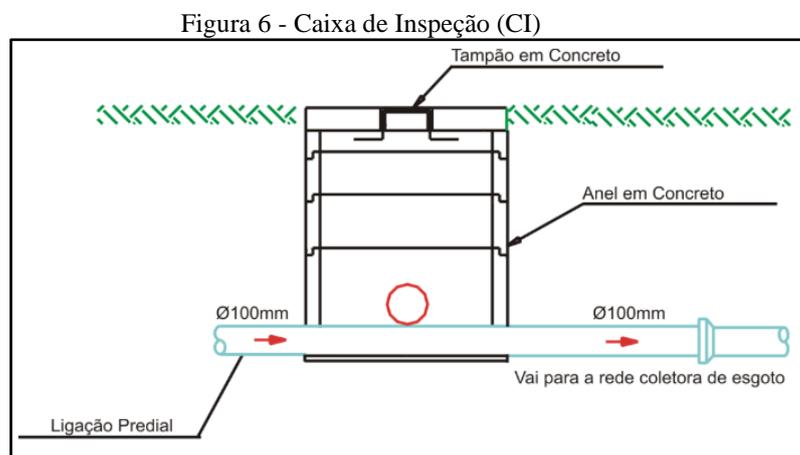
É um dispositivo, como mostra Figura 5, sem acesso aos efluentes e cuja finalidade é a mudança de material, direção ou declividade (RODRIGUES e SILVA, 2018). Dessa forma, é de difícil ou demorada manutenção e o dispositivo acaba também sendo substituído por PV ou TIL.



Fonte: RODRIGUES e SILVA (2018, p.71)

- Caixa de Inspeção (CI) ou de Ligação (CL)

Dispositivo que permite a inspeção, manutenção e desobstrução do coletor conforme Figura 6 e pode ser usado tanto em pequenas profundidades como em conexões de ligações prediais (RODRIGUES e SILVA, 2018).



Fonte: RODRIGUES e SILVA (2018, p.71).

3.3 Operacionalidade da Rede Coletora

Além dos acessórios vistos anteriormente, a rede coletora também necessita que alguns parâmetros hidráulicos estejam funcionando adequadamente em projeto, de forma a garantir a operacionalidade do sistema.

Os coletores de esgoto funcionam em sessões parciais de tubulações fechadas sob pressão atmosférica, apresentando então uma superfície livre do contato com as paredes do tubo, ou seja, um escoamento livre. O escoamento, para fins de cálculo, trabalha num regime permanente e uniforme. Muitas vezes, em razão do efluente carregar substâncias orgânicas e minerais dissolvidos e conseqüentemente sólidos de maior dimensão, acaba por ocasionar a formação de depósitos nas paredes e fundos da tubulação e prejudica diretamente o seu escoamento. Dessa forma, o seu dimensionamento hidráulico deve atender aos seguintes critérios (ReCESA, 2008).

- Vazões máximas e mínimas esperadas;
- Garantir o deslocamento dos sedimentos e a autolimpeza das canalizações;
- Evitar a formação de sulfetos e desprendimento do gás sulfídrico.

De forma a garantir todas essas condições, a NBR 9649 (ABNT, 1986), “Projetos de redes coletoras de esgoto sanitário” especifica as condições hidráulicas necessárias para garantir a funcionalidade da rede coletora de esgoto. Como:

- Vazão Mínima

O menor valor da vazão a ser utilizada nos cálculos é de 1,5 l/s em qualquer trecho da rede coletora. Esse valor corresponde ao piso da vazão advinda da descarga do vaso sanitário.

- Diâmetro Mínimo

O menor diâmetro previsto em norma é de 100mm.

- Tração Trativa e Autolimpeza

Os materiais sólidos que compõem o esgoto sanitário, em razão do efeito da gravidade, e por terem densidades maiores que a água, acabam por serem depositados no

fundo dos canos. A tensão trativa crítica é a tensão mínima necessária para dar movimento a essas partículas e para que a autolimpeza dos coletores seja eficiente, a norma determina que a tensão trativa mínima seja igual a 1,0 Pa para cada trecho da rede. A tensão trativa é fornecida pela equação a seguir:

$$\sigma = \gamma \times RH \times I$$

Onde:

σ = Tensão trativa (Pa)

γ = peso específico do líquido (104N/m³)

RH = Raio hidráulico (m)

I = declividade (m/m)

- Declividade Mínima

A declividade mínima proporciona a autolimpeza dos coletores ao garantir que a tração trativa mínima seja atendida, levando em conta a vazão inicial, ela pode ser calculada pela fórmula abaixo, aproximada para coeficiente de Manning n=0,013:

$$I_{\text{mín}} = 0,0055 \times Qi^{-0,47}$$

Onde:

$I_{\text{mín}}$ = declividade mínima (m/m)

Qi = vazão de jusante do trecho no início do plano (L/s)

- Declividade Máxima

A declividade máxima admissível é aquela que permite uma velocidade nas canalizações igual a 5,0 m/s e levando em conta a vazão final, ela pode ser calculada pela fórmula abaixo, aproximada para coeficiente de Manning n=0,013:

$$I_{\text{máx}} = 4,65 \times Qf^{-0,67}$$

Onde:

$I_{\text{máx}}$ = declividade máxima (m/m)

Qf = vazão de jusante do trecho no final do plano (L/s)

- Lâmina D'água Máxima

Para permitir a ventilação da tubulação, os imprevistos e flutuações excepcionais no sistema, as tubulações da rede coletora são projetadas para funcionar com lâmina igual ou inferior a 75% do diâmetro da tubulação, ou seja, numa condição $Y/D = 0,75$. O diâmetro desta equação pode ser calculado com a seguinte fórmula:

$$D = (0,0453 \times \frac{Q_f}{\sqrt{I}})^{0,375}$$

Onde:

D = diâmetro (m)

Qf = vazão final (m³/s)

I = declividade (m/m)

- Lâmina D'água Mínima

A tensão trativa, como já visto, precisa ser igual ou superior a 1,0 Pa para garantir a autolimpeza nas tubulações da rede. Esse valor precisa ser atingido pelo menos uma vez por dia independente da altura da lâmina d'água e por isso não se limita um valor para a lâmina mínima.

- Velocidade Crítica

A turbulência do escoamento pode provocar uma mistura de água/ar e conseqüentemente aumentar a altura da lâmina d'água. Quando esse processo ocorre é preciso verificar se a tubulação ainda funciona como conduto livre, e caso contrário, a tubulação poderá sofrer com as pressões geradas pelas permutas entre escoamento livre e forçado. Além disso, também precisa-se verificar tubulações projetadas com grandes declividades, já que podem apresentar elevado número de bolhas de ar.

Dessa forma, determina-se que quando a velocidade final for superior à velocidade crítica, a lâmina d'água máxima deve ser reduzida para 50% do diâmetro do coletor, de modo a assegurar a ventilação no trecho da tubulação. A velocidade crítica é definida pela seguinte equação:

$$V_c = 6 \times \sqrt{g R h}$$

Onde: V_c = velocidade crítica (m/s)

g = aceleração da gravidade (m/s²)

R_h = raio hidráulico para a vazão final (m)

- Recobrimento Mínimo

Recobrimento mínimo de 0,90m para coletor assentado em via de tráfego ou de 0,65m para coletor assentado em passeio. Esses limites servem para proteger as tubulações contra as cargas externas advindas da superfície do terreno.

3.4 Critérios de Avaliação de Desempenho da Rede Coletora

Segundo a NBR 5462/1994, Confiabilidade e manutenibilidade, 1998. “Manutenção é definida como a combinação de ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida”. Dessa forma, para garantir o desempenho das funções a rede coletora de esgoto sanitário é necessária manutenção periodicamente de forma a prevenir e remover obstruções, limpar os coletores, reparar e conservar as instalações e acessórios do sistema.

Segundo Medeiros Filho (2005), as manutenções são classificadas em:

- Preventiva: “Que antecipa às interrupções previstas e ao desgaste limite das partes do sistema” (exemplos: lubrificação de rolamentos, substituição de gaxetas, desincrustações e lavagem de coletores), incluindo as vistorias em poços de visitas, caixas de passagens e inspeções de esgotos, principalmente das lavagens dos coletores de esgotos com a utilização do Equipamento de Hidrojateamento, através dos caminhões de hidro-vácuo;
- Corretiva: “Visa adaptar as instalações a novas solicitações ou corrigir defeitos construtivos de projeto (exemplos: substituições, reformas, remanejamentos e melhoramentos das características funcionais, aumento das capacidades das unidades e substituição de equipamentos)”;
- Emergencial: “É o atendimento de reparos decorrentes de acidentes ocorridos inesperadamente (exemplos: remoção de obstruções, conserto de rupturas, substituição

de equipamentos danificados ou inutilizados)”, incluindo o refluxo de esgotos, substituições de tampões e poços de visita danificados.

Portanto, pode-se perceber como a manutenção contínua se faz de extrema importância para garantir o funcionamento adequado do sistema de esgotamento sanitário. No entanto, a ausência de planejamento e inspeção dela pode acarretar problemas na rede colora, alguns dos quais são:

- **Obstrução da Rede e dos Acessórios de Esgoto**

O descarte incorreto de resíduos sólidos, tais como pedras, areias, papel higiênico, absorventes, fio dental, fralda entre outros, acabam por impedir o funcionamento da rede coletora e dos acessórios de esgoto, causando obstruções no fluxo da rede ou até mesmo a inutilização do trecho em questão (ReCESA, 2008). Além disso, o resíduo preso pode causar a volta dos efluentes para a residência, assim como o mau odor, o extravasamento até a ruptura da mesma em razão da tubulação ficar submetida a uma nova carga hidráulica.

Segundo Medeiros Filho (2005), 70 a 80% dos entupimentos ocorrem em consequência do mau uso das instalações por falta da falta de consciência dos usuários. Muitas vezes a população não tem conhecimento que a rede foi dimensionada para certa quantidade de efluente e que um material grosseiro não dimensionado vai acabar ficando preso na tubulação. Como solução preventiva, é necessário conscientizar as pessoas e expor os riscos dessa prática prejudicial.

Além disso, o uso de protetores de ralos também se mostra bastante eficiente. Para casos de medida corretiva têm-se as concessionárias nos serviços de vias públicas e nas empresas especializadas nos serviços privados têm-se o bombeamento a vácuo e o hidrojateamento. Para os casos mais graves é necessária a escavação do trecho em questão e a substituição por um novo coletor (ReCESA, 2008).

- **Incrustação**

As incrustações são gorduras que se acumulam na tubulação, diminuindo sua seção transversal e afetando o escoamento dos efluentes e são causadas pela ausência de caixas de gordura, de forma que o esgoto passa direto para o coletor predial (ReCESA, 2008). Assim como na obstrução da rede coletora, as incrustações acabam por causar a volta dos efluentes

para a residência, assim como o mau odor e o extravasamento até a ruptura da mesma em razão da tubulação ficar submetida a uma nova carga hidráulica.

A solução se faz igual a dos entupimentos com empresas que utilizam o hidrojateamento, bombeamento a vácuo e para os casos mais graves a escavação do trecho em questão e a substituição por um novo coletor (ReCESA, 2008).

- Vazamentos

Os vazamentos na rede são causados por corrosão na tubulação, defeitos estruturais, problemas na execução das juntas ou por extravasamento de caixas e PVs (ReCESA, 2008). O extravasamento pode ser tanto a outros problemas já citados como entupimentos e incrustações, como também em razão de ligações pluviais ou de ligações clandestinas na rede de esgoto, que sobrecarregam o sistema.

Esse problema é difícil de detectar, pois a água acaba infiltrando no solo e quando se percebe o problema já está bem avançado. Algumas formas de detectar são, segundo ReCESA (2008):

- Afundamento da rua, pois o solo é carregado em razão do abatimento do pavimento;
- Operação em uma vala próxima, que pode desmascarar um grande acúmulo de água no solo;
- Lençol freático contaminado;
- Redução da lâmina de água do PV.

Depois de detectado o problema, deve-se chamar empresas especializadas ou órgãos responsáveis para localizar o trecho em questão e consertá-lo.

- Corrosão

O odor no sistema de esgoto em geral é resultado dos processos de decomposição anaeróbica da matéria orgânica, com enxofre e nitrogênio e redução de sulfatos e sulfetos. O esgoto fresco apresenta grande quantidade de oxigênio dissolvido e as redes não apresentam problemas relativos a sulfeto de hidrogênio (H_2S). No entanto, conforme o esgoto escoar em grandes extensões, em razão da baixa velocidade, a concentração de oxigênio diminui gradativamente e favorece as condições anaeróbicas, formando os sulfetos (RECESA,2008).

Uma das fontes dessa geração de sulfeto é o limo formado nas partes submersas da parede da tubulação, que se torna um local com condições estritamente anaeróbias. Além disso, a presença de areia no esgoto, fluindo em baixas velocidades resulta num acúmulo de areia que se transforma em depósitos de matéria orgânica, desenvolvendo assim bactérias anaeróbicas e conseqüentemente a geração de sulfetos (ReCESA,2008).

Essas substâncias quando em concentrações elevadas são responsáveis pela corrosão das paredes das tubulações, devido ao gás sulfídrico. Além disso, são tóxicas à população, consideradas um perigo aos operadores das redes. Para evitar a corrosão é necessário garantir a declividade correta e a limpeza contínua dos trechos críticos (ReCESA,2008).

- **Odor**

No sistema de esgoto o odor pode ser devido ao vazamento de gás natural ou manufaturado, vapor de gasolina, monóxido de carbono, gases industriais ou gases produzidos em processos biológicos (ReCESA,2008). Além de apresentar um risco para os trabalhadores como mencionado, outros gases podem ser inodoros e até mesmo apresentar risco de explosão.

As soluções para controle de gases incluem, segundo ReCESA (2008):

- Controle no lançamento de despejos industriais que possam provocar gases indesejáveis;
- Projeto adequado do sistema de esgoto, com ventilação e saída dos gases para evitar o acúmulo;
- Inserção de oxigênio (aeração) ou peróxido de hidrogênio ou nitrato, de forma que o oxigênio trabalhe como receptor de hidrogênio e evitar os procedimentos biológicos que são anaeróbicos.

- **Ligações Clandestinas**

As ligações clandestinas são ligações ilegais de água pluvial ou de esgoto. No sistema de coleta e tratamento de esgoto temos os seguintes problemas dessa prática, segundo ReCESA (2008):

- Aumento da vazão projetada, causando rupturas;
- Aumento de obstrução, pois não se conhece a composição do material lançado;

- Aumento do conjunto motor-bomba e das estações elevatórias, elevando os custos operacionais;
- Alteração na eficiência do processo de tratamento, já que as águas pluviais deixam o esgoto diluído;
- Perda de faturamento, pois o volume adicional não é cobrado;
- Aumento da manutenção das empresas, devido a maior quantidade de serviços de recuperação e eliminação das ligações indevidas;
- Vazamentos, que ocasionam a contaminação do solo e do lençol freático.

Como solução para minimizar ou evitar os danos ocasionados as empresas responsáveis devem realizar fiscalização na área e bem como ter agilidade nos cortes das ligações indevidas e na recuperação dos coletores danificados para inibir novas tentativas para a população (RODRIGUES e SILVA, 2018).

- Sobrecarga Hidráulica

A sobrecarga hidráulica ocorre quando o sistema de esgoto não tem capacidade de transporte para a demanda de vazão em razão de diversos fatores (ReCESA,2008). Entre eles temos o fato que a rede, que antes era dimensionada para atender uma população estimada, com o passar do tempo recebe novas extensões sem se levar em conta um novo cálculo de dimensionamento. Consequentemente, o sistema acaba sofrendo rupturas ou fissuras.

Outro fator é o encaminhamento das águas pluviais para a rede de esgoto que deveriam ser encaminhadas para a rede de drenagem, que são conduzidas de volta aos rios e lagos e ajuda a evitar o alagamento das cidades. Além disso, como visto no item anterior, as ligações clandestinas são grandes responsáveis pelo fluxo adicional dos efluentes e trazem inúmeras consequências negativas também.

Como solução é necessário projetar e dimensionar novas redes em que as empresas fiscalizem e evitem ao máximo o surgimento de qualquer procedimento que vá sobrecarregar as redes existentes.

- Estrutura

Diversos problemas estruturais acabam afetando as tubulações e acessórios de esgoto, muitas vezes por causa do mau dimensionamento, projetos inexistentes ou errôneos e até mesmo ausência de manutenções periódicas.

Dentre os problemas têm-se poços de visitas que são instalados sob pavimentos de vias públicas com passagem de veículos e dispõem de tampas metálicas, que muitas vezes acabam soltando devido ao tráfego intenso de veículos, ou que se desprendem por serem dimensionadas menores do que alguns tubos ou são muitas vezes roubadas por serem feitas de materiais valiosos (COELHO, 2020). Os PVs abertos ficam expostos e podem apresentar perigo para a população e favorecer o carregamento de materiais que podem levar a obstrução.

Como solução é preciso que a empresa responsável troque urgentemente as tampas de ferro e em locais de pequena de pequenas cargas, as tampas de ferro podem ser substituídas pelas de concreto. Outra situação é a quebra de tampas de caixas de inspeção que são instaladas em passeio público e sofrem também com o tráfego de veículos e por serem feitas com extrema dificuldade de abertura acabam se rompendo e tendo que ser trocadas imediatamente pelas empresas responsáveis (COELHO, 2020).

A presença de raízes de árvores também é um problema. Elas provocam trincas quando se desenvolvem próximas ao tubo e penetram nas tubulações por meio delas ou através de juntas defeituosas. O sistema de esgoto é um ambiente adequado para o desenvolvimento das raízes, com água e matéria orgânica disponível (ASSEMAE, 2015).

Além desses, já foram pontuados nos outros tópicos motivos que levam a ruptura das estruturas, como o entupimento, incrustações, corrosão, sobrecarga hidráulica e ligações clandestinas (COELHO, 2020).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Caracterização da Pesquisa

A pesquisa caracteriza-se pela natureza aplicada e abordagem como descritivo-exploratória, pois infere sobre pesquisar e descrever critérios para avaliação do desempenho da rede coletora de esgoto sanitário do Campus Universitário de Manaus-Setor Norte, UFAM (SEVERINO, 2010). Além de agregar a relação dos critérios na prática por meio da pesquisa quali-quantitativa com base na pesquisa bibliográfica e documental (SEVERINO, 2010).

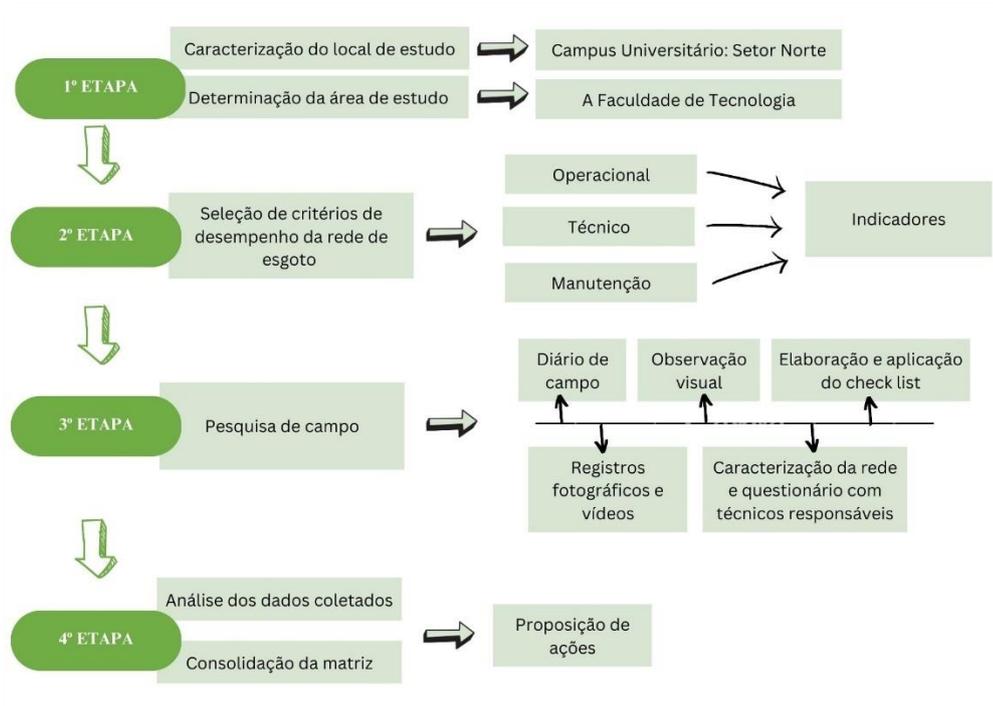
O estudo teórico compreendeu a pesquisa direcionada para a temática geral, saneamento e sistema de coleta de esgoto sanitário tendo as referências teóricas publicadas por meio de artigos, livros, dissertações, teses e outros, a fim de se conhecer mais tecnicamente sobre os temas relacionados e subsidiar e etapa seguinte de seleção de critérios associados ao desempenho da rede coletora de esgoto da área delimitada de estudo.

Para caracterização e delimitação da área de estudo foram utilizados bases documentais (projeto, plantas baixas, memoriais, relatórios técnicos e outros) disponibilizadas pela gestão institucional do serviço, a Prefeitura do Campus Universitário – PCU mediada pelas suas equipes responsáveis. O material disponibilizado somou na produção de dados primários para aplicação dos critérios em campo.

4.2 Etapas da Pesquisa

O desenvolvimento do trabalho foi realizado em quatro etapas metodológicas. A Figura 7 apresenta um fluxograma dessas etapas, que serão detalhadas a seguir.

Figura 7 – Fluxograma das etapas metodológicas do trabalho



Fonte: A autora (2023)

4.2.1 1ª Etapa – Caracterização do Local e Delimitação da Área de Estudo

A presente pesquisa foi desenvolvida no Campus Universitário de Manaus da Universidade Federal do Amazonas – UFAM e teve como objeto de estudo a rede coleta de esgoto sanitário. A seguir será apresentado uma descrição geral sobre o local e da delimitação da área para fins de aplicação do objetivo da pesquisa.

4.2.1.1 Universidade Federal do Amazonas - Campus Universitário Manaus

Em 17 de janeiro de 1909 surgiu a Escola Universitária Livre de Manáos, a primeira instituição de ensino superior do Brasil, pela criação do tenente-coronel Joaquim Eulálio Gomes da Silva Chaves. Com a lei federal 4.069-A, de 12 de junho de 1962, assinada por João Goulart e autoria do deputado federal Arthur Virgílio do Carmos Ribeiro Filho, a sucessora se tornou a Universidade do Amazonas (UFAM, 2023).

O Campus da Universidade do Amazonas foi cedido pelo Governo do Estado em 1967 e começou a ser construído onde atualmente é o bairro do Coroadó. As obras executadas pela empresa ECOL começaram nos primeiros anos da década de 70, na área conhecida como Minicampus, Setor Sul. Já a segunda etapa de obra ocorreu com a construção do chamado

Campus, Setor Norte, que foi inaugurado em 1986 com a entrega dos blocos de aula do Instituto de Ciências Humanas e Letras (ICHL) (DUARTE, 2009).

Em 28 de agosto de 2000, o Ministério da Educação homologou uma alteração no Estatuto existente e estabeleceu a estrutura acadêmica utilizada atualmente: Instituto de Ciências Exatas (ICE); Instituto de Ciências Humanas e Letras (ICHL); Instituto de Ciências Biológicas (ICB); Faculdade de Ciências da Saúde (FCS); Faculdade de Ciências Agrárias (FCA); Faculdade de Educação Física (FEF); Faculdade de Estudos Sociais (FES); Faculdade de Educação (Faced); Faculdade de Tecnologia (FT), Faculdade de Direito (FD) e Escola de Enfermagem (EEM) (DUARTE, 2009).

Com a Lei nº 10.468, de 20 de junho de 2002, a instituição recebeu a denominação de Universidade Federal do Amazonas, com intuito de ministrar o ensino superior e desenvolver pesquisas científicas, técnicas e culturais. Atualmente a UFAM em Manaus oferta 96 cursos de graduação, 39 de pós-graduação stricto sensu, 31 de Mestrado e 8 de Doutorado. O campus universitário tem cerca de 6,7 milhões de metros quadrados com inúmeras espécies de fauna e flora, sendo considerada a terceira maior região verde em área urbana do mundo e a primeira do país (UFAM, 2023), conforme mostra a Figura 8.

Figura 8 - Campus Universitário Manaus

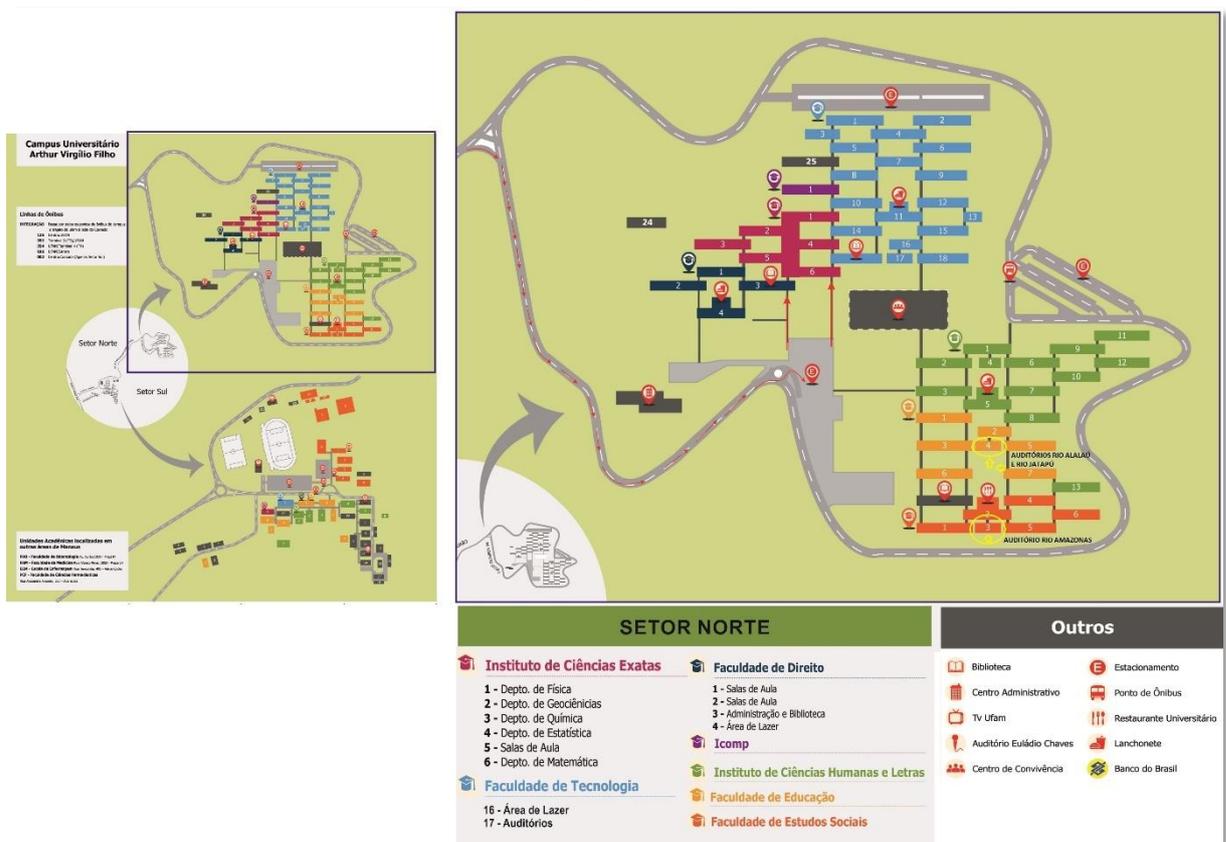


Fonte: Google Maps (2023)

4.2.2.2 Campus Setor Norte - Faculdade de Tecnologia

No Setor Norte ficam localizadas, atualmente, as seguintes unidades acadêmicas: Faculdade de Estudos Sociais (FES); Faculdade de Educação (FACED); Faculdade de Artes (FAARTES); Faculdade de Tecnologia (FT); Faculdade de Letras (FLET); Faculdade de Informação e Comunicação (FIC); Instituto de Filosofia, Ciências Humanas e Sociais (IFCHS); Faculdade de Direito (FD); Instituto de Ciências Exatas (ICE) e Instituto de Computação (ICOMP), conforme mapa mostrado na Figura 9.

Figura 9 - Mapa do Setor Norte



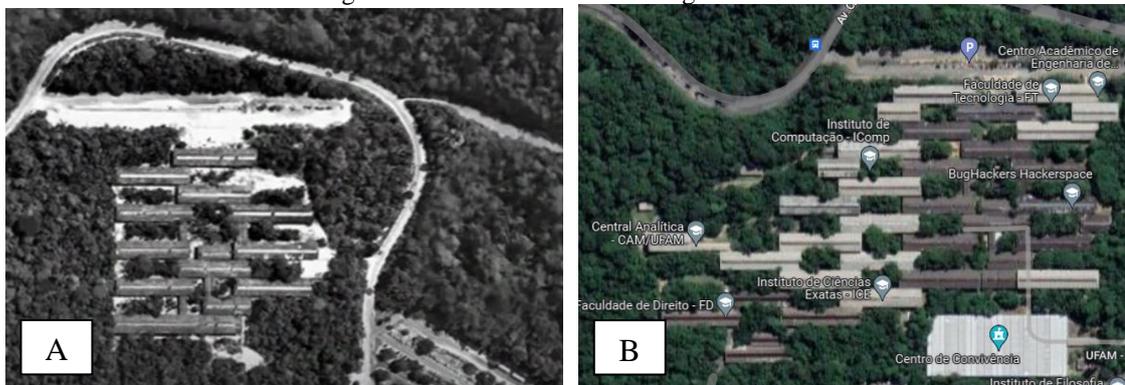
Fonte: https://eventos.icomp.ufam.edu.br/eats2014/images/mapa_ufam.jpg (2016).

Ela é sucedente da antiga Faculdade de Engenharia da Universidade do Amazonas. Em 1970 a Faculdade de Engenharia foi extinta para a introdução de outros cursos. A Engenharia Civil permaneceu por 10 anos como o único curso e apenas em 1976 veio o segundo curso, Engenharia Elétrica. Com o passar dos anos novos cursos forma implantados, como Desenho industrial (1988), Engenharia da Computação e de Produção (2003). Com a ajuda do Programa de Reestruturação e Expansão das Universidades de 2010, outros cursos

foram criados: Arquitetura e Urbanismo, Engenharia Química, Engenharia Mecânica, Engenharia de Materiais e Engenharia de Petróleo e Gás (UFAM, 2023).

Dessa forma, com o passar dos anos a Faculdade de Tecnologia passou a expandir também sua infraestrutura física, conforme mostra a figura 10A (ano 1988) e 10B (ano 2023), para poder atender toda a comunidade acadêmica dos novos cursos. Segundo dados de 2017, a área conta com 10 departamentos, 12 graduações e 5 programas de pós-graduação. A comunidade acadêmica computa cerca de 125 professores, 51 técnicos e mais de três mil alunos (DESIGN UFAM, 2017).

Figura 10 - Faculdade de Tecnologia em 1988



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=ZNOT8dC4iwQ> (2017)

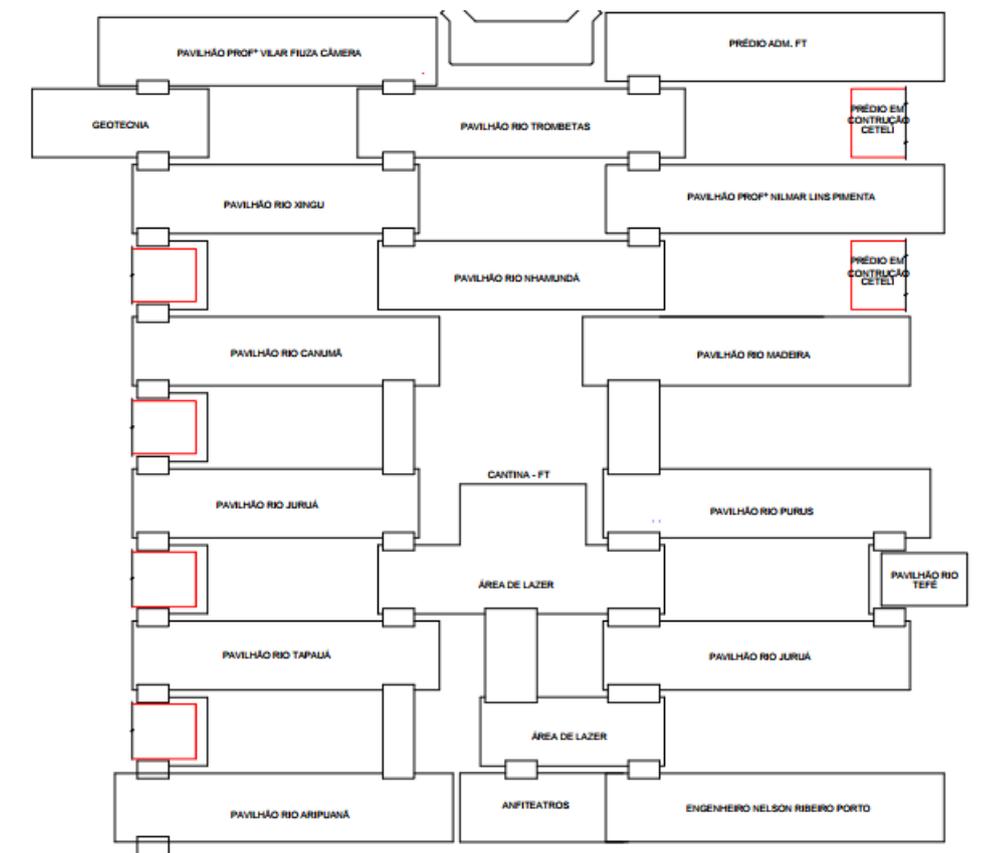
Para fins de estudo deste trabalho foi delimitada a área conforme Figura 11. A Figura 12 mostra com maiores detalhes os blocos da área delimitada.

Figura 11 Área delimitado de aplicação do estudo



Fonte: Google Maps (2023)

Figura 12 - Blocos da FT



Fonte: Acervo técnico da Faculdade de Tecnologia (2023)

4.2.2 2ª Etapa – Seleção de Critérios de Desempenho de Rede Coletora de Esgoto Sanitário

Esta etapa teve como método de trabalho a base teórica e documental para organizar critérios associados ao desempenho de uma rede coletora de esgoto. Esta sistematização foi orientada sobre quatro dimensões que afetam o desempenho do sistema de coleta, sendo elas: Técnico, Operacional, Manutenção e Institucional.

Para cada dimensão foram estudados e selecionados critérios que direcionaram a proposição de indicadores para análise de seu desempenho. No entanto, pela relação direta as dimensões, operacional e de manutenção foram agregadas em uma única. Vale destacar, que esta etapa, como já mencionado, teve como caminho metodológico a base teórica onde se destaca as referências de Rodrigues e Silva (2018), Tsutyia e Sobrinho (2000), ReCESA, 2008, NBR 8649/86 dentre outros.

De forma sintética, as dimensões foram selecionadas sobre a ocorrência de fatores que podem interferir no desempenho adequado da coleta de esgotamento sanitário. Tais dados foram utilizados para subsidiar as atividades de campo e sistematizar a construção da matriz

de critérios para avaliação do desempenho da rede coletora de esgoto sanitário na área de estudo.

4.2.3 3ª Etapa – Pesquisa de Campo

Esta etapa compreendeu a realização de visitas para inspeção técnica na área delimitada de estudo, bem como o levantamento de documentos junto à equipe responsável pela gestão do serviço institucional (PCU e Equipe da FT).

Foi realizada uma visita de inspeção no trecho de rede coletora de esgoto sanitário em conjunto com a equipe técnica responsável pela operação e manutenção do serviço no Setor Norte da UFAM. Para esta visita, foram utilizados como instrumentos de coleta, a observação visual, registro fotográfico e entrevista semiestrutura com os responsáveis pela operação e manutenção da rede coletora de esgoto sanitário, a fim de verificar a funcionalidade e pontos importantes da rede e registrar por meio fotográfico qualquer anormalidade ou problema existente.

Neste contexto, com base nos critérios e indicadores relativos a cada dimensão de análise pré-selecionados, foi possível elaborar um *Check list* (apêndice A), o qual foi aplicado durante a visita técnica, bem como na entrevista com técnicos responsáveis do setor da PCU e da equipe da FT. Vale destacar que esta atividade após sua realização foi utilizada para ajustar a construção da matriz relacionando o teórico/documental e o observado em campo.

Ressalta-se que para finalidade de esclarecer dúvidas e obter depoimentos acerca da rede coletora de esgoto as entrevistas realizadas com os responsáveis técnicos da manutenção da Faculdade de Tecnologia foram baseadas em relação aos projetos existentes e ampliações nos últimos anos bem como foi indagado sobre os principais problemas recorrentes na rede de esgoto, frequência de manutenção e possíveis melhorias para o futuro.

4.2.4 4ª Etapa – Sistematização e Análise dos Dados e Consolidação da Matriz de Critérios

Para a 4ª etapa foram organizados os dados secundários (dados de projeto, relatórios técnicos e de gestão da operação e manutenção) e os dados obtidos em campo, nas visitas e aplicação de *Check list*, bem como das entrevistas com a equipe utilizando análises qualitativas e quantitativas quando aplicáveis. De posse de tais dados, foi organizado o modelo de matriz baseada nas dimensões, critérios e indicadores. Tal matriz foi consolidada para apontar os critérios associados ao funcionamento do sistema e que implicam diretamente

sobre seu desempenho, bem como direcionar proposições de melhorias para a parte analisada do sistema. Além disso, a matriz proposta poderá orientar a equipe responsável sobre as tomadas de decisão para a melhoria do sistema como um todo.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Características do Sistema de Coleta de Esgoto Sanitário Existente

No Anexo A é apresentada a planta da rede coletora que refere o ano de 1980. Na Figura 13 são observados o traçado da rede coletora de esgoto sanitário. Atualmente a rede apresenta poços de visitas, caixas de inspeção e caixas de gordura. No entanto, não há projeto ou documento que apresente as locações destes ou que quantifique e registre as novas implantações na rede coletora conforme a expansão da FT.

Figura 13 - Caixas sem identificação



Fonte: A autora (2023)

Também se notou outra problemática, o sistema existente é composto de caixas de drenagem, elétricas e hidrossanitárias sem denominação conforme mostrado na Figura 13. Apenas abrindo uma a uma pode se ter uma noção do seu conteúdo, o que dificulta bastante possíveis inspeções e manutenções.

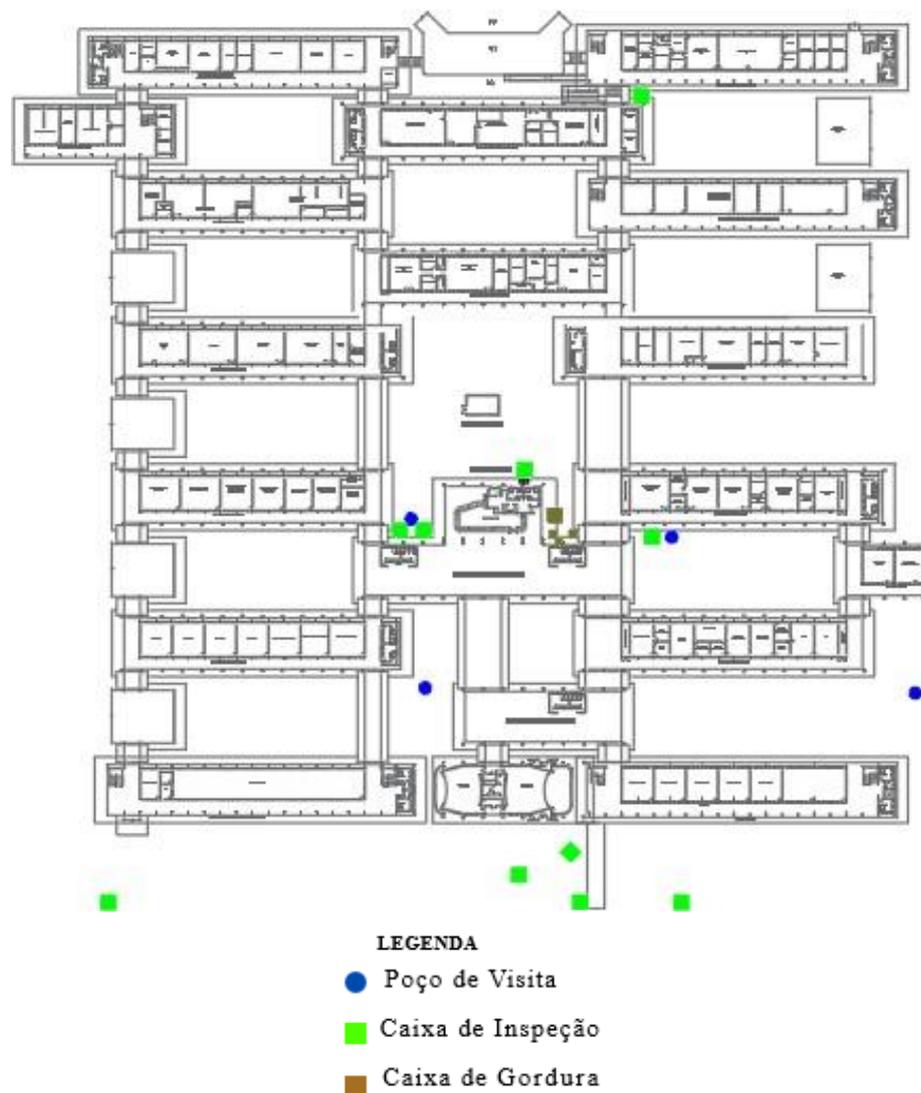
Segundo entrevistas, algumas caixas começaram a ser identificadas, mas com o início da pandemia a ação foi paralisada e não teve mais continuidade. Dessa forma, o estudo foi feito apenas nas caixas e poços que continham identificação escrita, que se encontravam abertas ou as quais os responsáveis apontaram como sendo de contribuição de esgoto.

5.2 Análise das Dimensões de Desempenho da Rede Coletora de Esgoto

5.2.1 Dimensão Técnica

Durante a visita de campo foram encontrados 4(quatro) poços de visita, 10 caixas de inspeção de esgoto e 4 caixas de gordura, conforme mostra a Figura 14.

Figura 14 - Locação dos acessórios



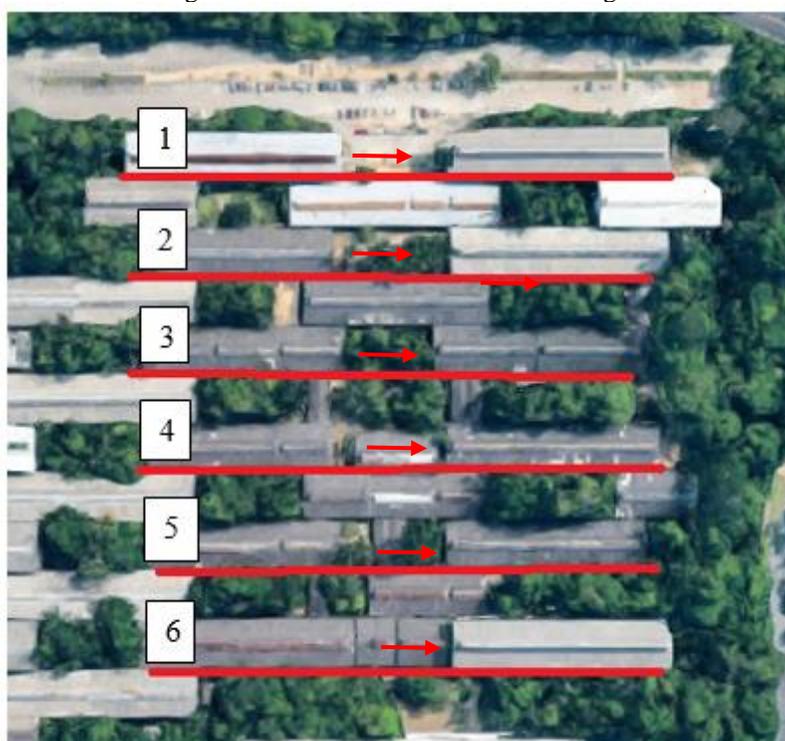
Fonte: A autora (2023)

Devido à ausência de dados detalhados e projetos atuais, alguns parâmetros da norma NBR 9649 não puderam ser conferidos, tais como vazão mínima, diâmetro mínimo, tração

trativa e autolimpeza, declividade máxima e mínima, entre outros . No entanto, através de observação em campo constatou-se que os PVs não se encontram obrigatoriamente nas mudanças de direção conforme expõe o item 5.2.5 da norma. Também, como afirma Nuvolari (2011), para facilitar as desobstruções é usual limitar o comprimento dos trechos em 100m, fato que não foi observado na rede coletora da FT.

Em relação à declividade e o sentido da tubulação, a Figura 15 apresenta os trechos da rede coletora de esgoto existente na região da FT, conforme visto na planta cedida pela PCU, localizada no Anexo B.

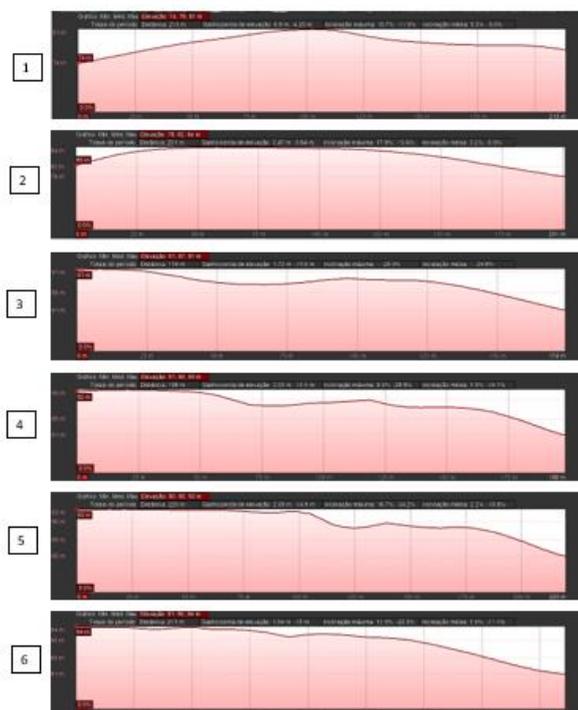
Figura 15 - Trecho da rede coletora de esgoto



Fonte: Adaptado do Google Maps pela autora (2023)

Com a ajuda do programa *Google Earth Pro*, pode-se observar o perfil topográfico da região. A Figura 16 mostra as curvas de perfis respectivamente para cada trecho. Dessa forma, percebe-se que o sentido da rede coletora de esgoto existente é compatível com a declividade do terreno.

Figura 16 - Perfil topográfico dos trechos



Fonte: Google Earth Pro (2023)

Conforme visto anteriormente, a Faculdade de Tecnologia expandiu bastante nos últimos anos com a criação de novos cursos e, conseqüentemente, houve um aumento da população e da infraestrutura física, com novos prédios ou mudança de atividade dos prédios antigos, principalmente em novos laboratórios. No entanto, a rede coletora de esgoto dessa região não acompanhou esse crescimento e o projeto de dezembro de 1980 ainda é responsável por atender a todas as novas contribuições que surgiram até os dias de hoje.

Quando se tem a construção de um novo bloco ou de uma nova área, apenas conecta-se o novo ramal na rede já existente. Relata-se que, até a data deste trabalho, a rede segue sem apresentar maiores problemas para atender as novas demandas.

Nesse sentido, não foi possível checar o projeto técnico da rede existente para avaliar critérios de sobrecarga hidráulica e sua viabilidade técnica.

5.2.2 Dimensão de Operação e Manutenção

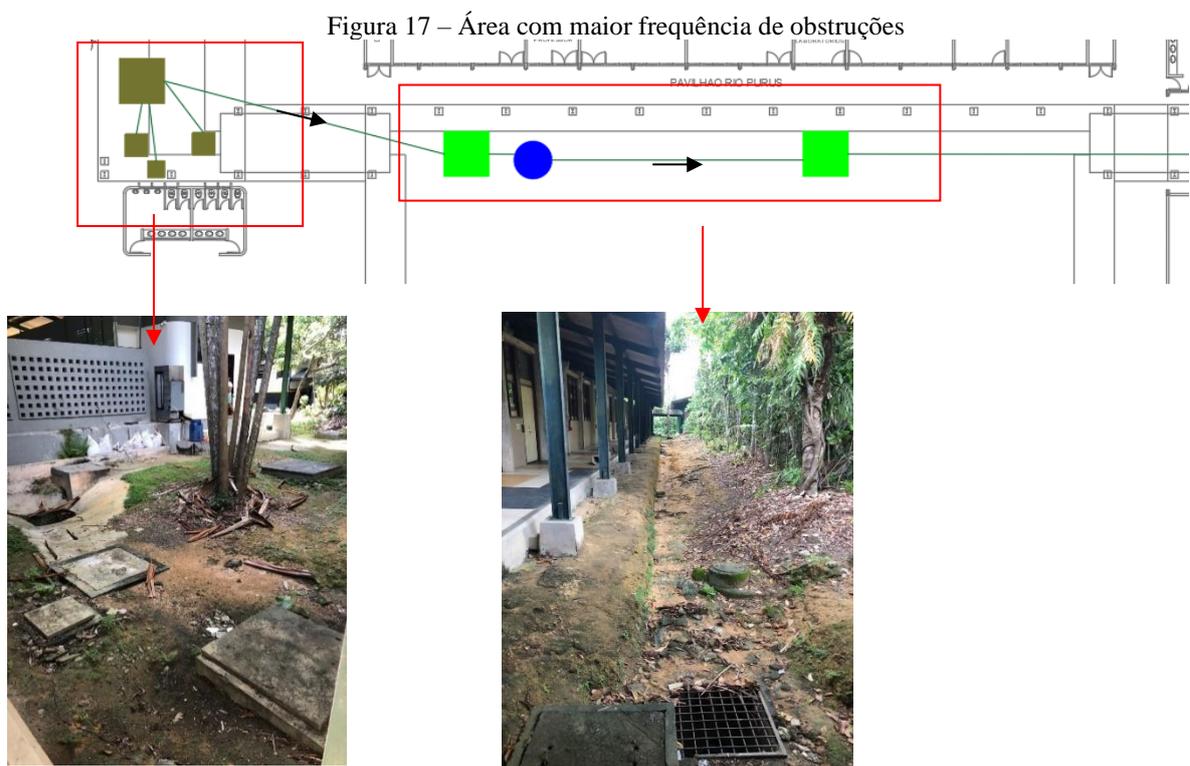
A universidade apresenta um setor de operação e manutenção na Prefeitura do Campus, localizada no Setor Sul. Para conseguir acompanhar a demanda de todos os cursos, existem fiscais setoriais em cada faculdade/instituto. Na FT, um fiscal principal e dois

técnicos auxiliares ficam encarregados da manutenção tanto hidrossanitária, pluvial, estrutural e elétrica dos blocos existentes. Em caso de qualquer problema, eles entram em contato pelo sistema da Prefeitura, o GLPI, sistema que armazena todos os processos referentes a manutenção, onde podem ser anexadas imagens, vídeos e um texto resumindo a situação. Dependendo do problema, a equipe da Prefeitura solicita auxílio de uma equipe capacitada para resolver ou encaminha direto para a empresa terceirizada responsável.

Não há uma rotina específica para manutenção e as equipes atuam conforme demanda do sistema interno GLPI. As manutenções são feitas por inspeções de maneira visual, sem uso de aparelhos automatizados auxiliares. Durante as inspeções, os principais problemas observados foram:

- Obstrução da rede coletora e dos acessórios

Dentre os principais problemas relacionados a obstrução nas caixas de inspeção são apontados pelo crescimento de raízes e vegetação que deterioram a unidade. No entanto, a região que mais apresenta problemas é a localizada ao lado do Restaurante da FT e em frente ao pavilhão Rio Purus, mostrada na Figura 17. As caixas de gordura da região são responsáveis por atender os banheiros ao redor e as instalações do restaurante da FT.



Fonte: A autora (2023)

Essas caixas de gordura constantemente necessitam de limpeza, indicando possíveis problemas de dimensionamento. Relata-se que o problema ocorre em razão da rede do restaurante em que caixas e tubulações estão obstruídas com areia e impedem o fluxo contínuo dos efluentes. Dessa forma, a gordura fica retida, causando o transbordamento do esgoto e odor desagradável, causando desconforto para os transeuntes. , além de gastos com a realização do serviço de limpeza, cabendo destacar que esse custo não é de responsabilidade da FT e sim do locatário do restaurante.

Além disso, outro problema bastante frequente que causa obstrução é o descarte incorreto de materiais na rede coletora. Na maioria dos banheiros tem informações e advertem sobre o descarte de papel higiênico, absorvente, cabelo, fraldas, entre outros dentro do aparelho sanitário, logo a rede coletora e os acessórios são danificados pela própria comunidade. Esses materiais inadequados podem causar entupimento, mal cheiro, retorno dos efluentes, extravasamento e possível ruptura das canalizações.

Segundo Medeiros Filho (2005), a maioria das ocorrências que requerem trabalhos de manutenção no sistema de esgoto sanitário são nas redes coletoras. Entre 70% e 80% dos entupimentos tem como origem o mau uso das instalações por falta de consciência dos usuários. Dependendo da causa da obstrução, a equipe utiliza de métodos para remover o material, podendo ser por jateamento de ar, o uso de varetas ou de forma manual.

As caixas de inspeção, poços de visita e caixas de gordura são acessórios de extrema importância para a rede coletora. No entanto, algumas apresentam patologias que acabam influenciando diretamente no seu desempenho. Por exemplo, existem caixas de inspeção danificadas estruturalmente, como mostra Figura 18. Com o passar do tempo, se elas não forem restauradas ou trocadas podem perder sua função e serem desativadas.

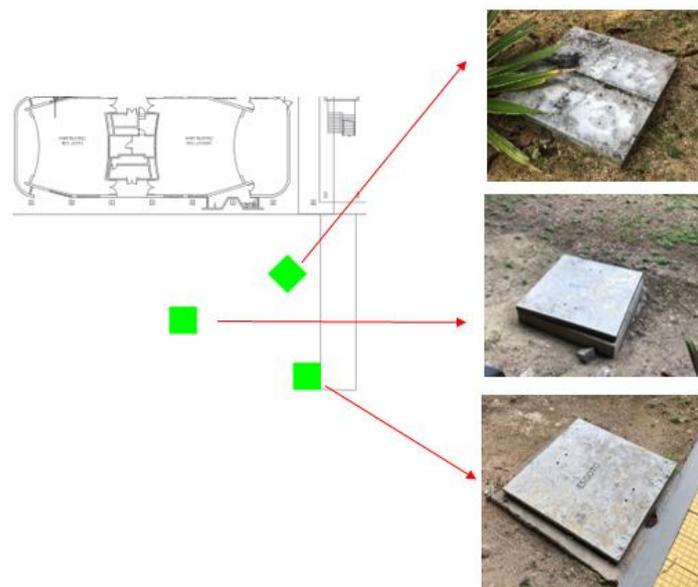
Figura 18 – Caixas de inspeção danificadas estruturalmente



Fonte: A autora (2023)

Outro problema bastante comum nas caixas é a ausência de alças, como mostra a Figura 19. Como as tampas são de concreto, ou seja, pesadas, o uso de alças facilitaria na hora de abrir as caixas para manutenção e inspeção.

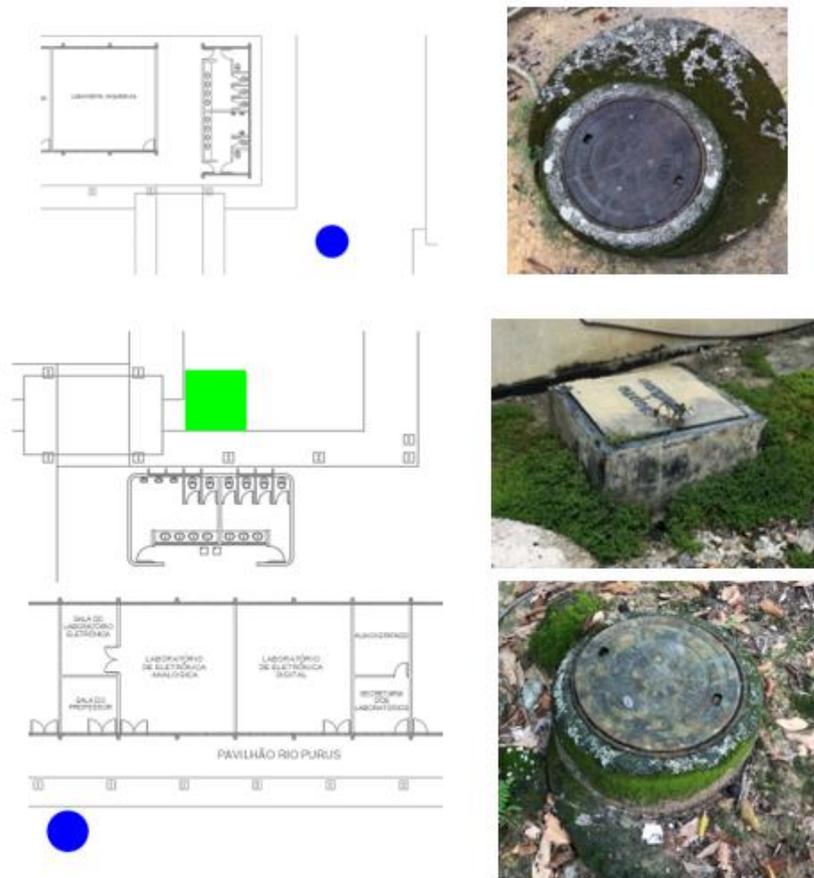
Figura 19 - Caixas sem alça



Fonte: A autora (2023)

Outras caixas estão sendo tomadas pela vegetação local, como mostrado na Figura 20. Em casos avançados, as raízes e vegetações podem acabar obstruindo os acessórios e interferindo no fluxo dos efluentes, modificando os processos químicos e biológicos e até danificando estruturalmente os sistemas.

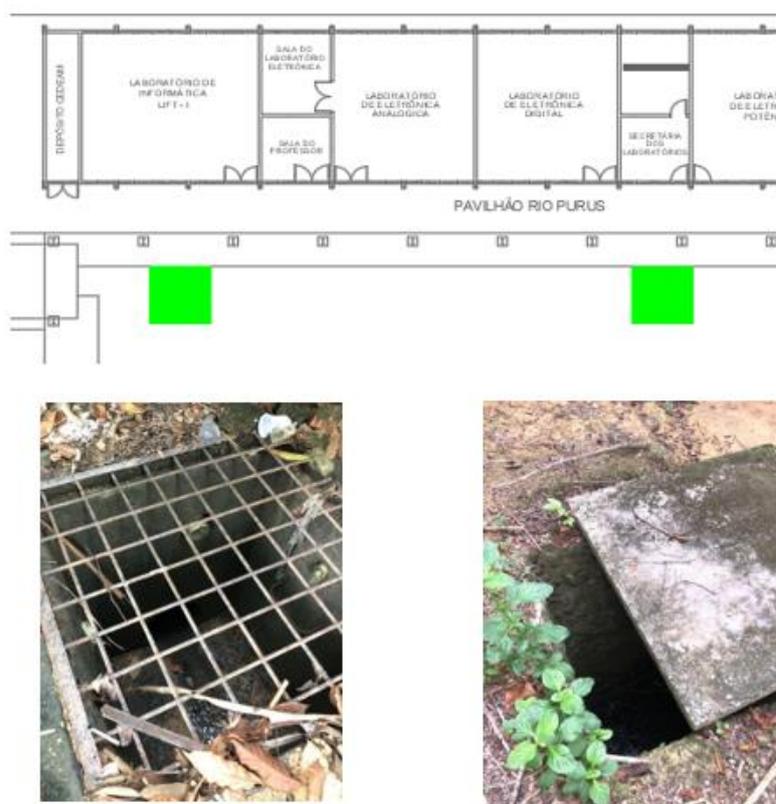
Figura 20 - Acessórios com vegetação



Fonte: A autora (2023)

Também notou-se caixas, que por estarem mal tampadas, sem tampa ou com tampas quebradas, acabaram sendo preenchidas com areia e outros materiais trazidos pela chuva, como folhas, conforme mostra Figura 21. Além disso, essas caixas abertas liberam gases com odor desagradável, deixando a região com um forte mau cheiro.

Figura 21 - Caixas abertas



Fonte: A autora (2023)

Por fim, outra problemática analisada foram caixas que recebem contribuições de drenagem pluvial. Essas tubulações de drenagem vêm direto da cobertura do Centro de Convivência e lançadas diretamente em caixa de esgoto, conforme visto na Figura 22. A FT apresenta caixas específicas para drenagem e esse lançamento pode acabar por modificar os efluentes de esgoto, impedir os processos químicos e biológicos necessários no sistema, causar o extravasamento dos PVs e acarretar remansos na rede de esgoto.

Tsutiya e Sobrinho (2011) citam que, quando a cota do nível d'água na saída de algum poço de visita (PV) estiver acima das cotas dos níveis d'água de entrada, deve-se verificar a influência do remanso no trecho de montante, assegurando as condições de autolimpeza e de escoamento livre.

De acordo com Nuvolari (2011), as ligações de águas pluviais em rede de esgoto ocorrem, sobretudo, quando trazem maiores economias e facilidades para as suas empreitadas. Por isso, se torna frequente, as ligações pluviais de telhados, pátios e terraços serem encaminhadas para o coletor sanitário.

Figura 22 - Lançamento de drenagem em caixa de esgoto



Fonte: A autora (2023)

- Outras ligações

Existem outros fatores importantes de serem analisados na rede coletora, mas devido à ausência de informações não são inspecionados pela equipe de manutenção. É o caso das ligações clandestinas que segundo a equipe responsável, não há suspeitas ou denúncias que indiquem a existência delas. Afirmam também que é bastante difícil de acontecer visto que a FT encontra-se em região cercada por uma floresta, muito longe da área urbana e a rede por ser interna não é acessível pela população.

Outra situação que deve ser analisada são as contribuições especiais de esgoto. Nesse caso, entende-se que as contribuições especiais são os efluentes gerados pelos laboratórios presentes na FT. Como se trata de materiais diferentes, devem ser analisados e fiscalizados para evitar causar um sobrecarregamento hidráulico e inativação dos microrganismos da rede. No entanto, não há dados atualizados sobre essas ligações, uma vez que nos últimos anos a FT vem passando por mudanças na sua estrutura física, implicando na adequação de salas de aula em laboratórios e criação de novos prédios, o que impacta diretamente a rede de coleta de esgoto. Segundo os responsáveis, há um projeto em andamento para mapear esses pontos de contribuição e monitoramento do efluente de laboratórios.

5.2.3 Dimensão Institucional

A manutenção é na maior parte corretiva e emergencial, onde a equipe recebe muitas demandas e não tem oportunidade de focar nas manutenções preventivas. A manutenção corretiva funciona como um “apagar fogo”, ou seja, quando a consequência de que existe algum problema aparece, é que se busca a solução parcial ou total para o motivo do problema.

Sobre essa problemática, pode-se afirmar que:

Soluções parciais em manutenções corretivas geram o imprevisto, o que pode gerar novas manutenções corretivas no futuro. É verdade que, quando se improvisa, pode-se evitar a paralisação da operação, mas perde-se em eficiência. A improvisação pode e deve ser evitada por meio de métodos preventivos. Com o propósito de evitar operações não planejadas, de última hora, que frequentemente são exigidas para desobstruções e reparos ou limpezas de emergência, é de extrema importância a existência de um serviço de manutenção preventiva, isto é, trabalhos rotineiros e previamente programados que têm como objetivo manter o sistema de esgotos operando integralmente, ou seja, com as mesmas características de funcionamento para as quais foi projetado e construído (ReCESA, 2008).

A operação de manutenção como mencionado antes funciona com comunicação no sistema GLPI. Esse sistema reúne informações desde a sua implantação em 2017 e pode gerar relatórios de cada área (elétrica, hidrossanitária, pluvial e estrutural). No Quadro 1 e 2 aparecem os títulos gerados nos relatórios e mostram como as chamadas são detalhadas e organizadas.

Quadro 1 – Relatório GLPI

CATEGORIA	DESCRIÇÃO	LOCALIZAÇÃO	DATA DE FECHAMENTO	DATA DA SOLUÇÃO	URGÊNCIA
1. DM- DEPARTAMENTO DE MANUTENÇÃO > CI-COORD INFRAESTRUTURA > Serviços de ETE > Inspeção Caixas de Gordura	Descreva o problema: Manutenção nas caixas de gordura ao lado do restaurante. limpeza e inspeção das caixas.	1.0 CAMPUS MANAUS - SETOR NORTE > 1.01 FACULDADE DE TECNOLOGIA > Restaurante	30/09/2020 12:42	19/04/2020 17:04	Média

Fonte: PCU (2023)

Quadro 2 - Relatório GLPI

ID	TÍTULO	STATUS	DATA DE ABERTURA	ÚLTIMA ATUALIZAÇÃO	PRIORIDADE	REQUERENTE - REQUERENTE	ATRIBUÍDO PARA - TÉCNICO
21 368	Manutenção nas caixas de gordura ao lado do restaurante	Fechado	07/04/2020 14:57	30/09/2020 12:42	Média	X	Terceiros RT - Hidrossanitário e Incêndio

Fonte: PCU (2023)

Em relação ao acesso, todos os servidores da universidade podem solicitar um chamado pelo site sobre qualquer problema encontrado nas dependências da faculdade. As informações presentes no GLPI são acessadas pela equipe da manutenção e por meio de solicitação presencial na Prefeitura e justificativa plausível qualquer pessoa externa pode visualizar os dados.

Dentro da Prefeitura existe também uma equipe de Engenharia que é responsável por atualizar o cadastro da rede e dos acessórios e mantém um sistema que auxilia nesse monitoramento. Como muitas plantas são antigas, a equipe também se dedica a transformar plantas antigas em arquivos digitalizados com o auxílio do programa *AutoCAD*.

5.3 Matriz de Critérios de Desempenho

A partir da pesquisa teórica com a NBR 8649/86, ReCESA (2008), Rodrigues e Silva (2018) dentre outros e dos aspectos locais observados em campo, foi sistematizado um conjunto de critérios com base nas dimensões técnico, operacional e manutenção e por fim, institucional, conforme apresentado no Quadro 3.

Quadro 3 - Critérios selecionados e respectivos indicadores propostos para a avaliação do desempenho da rede coletora de esgoto da FT

DIMENSÃO	CRITÉRIOS	INDICADORES
TÉCNICO	Elementos de projeto	Presença dos acessórios de rede
		Atendimento à norma vigente
		Escoamento do esgoto
		Contribuições de esgotamento sanitário
OPERACIONAL E	Inspeção da rede coletora	Plano de inspeção
		Observação visual
		Obstrução da rede coletora
	Ligações indevidas	Existência de ligações clandestinas
		Deterioração física dos acessórios

MANUTENÇÃO	Acessórios da rede coletora	Ineficiência dos acessórios
		Obstrução dos acessórios
	Contribuições especiais	Existência de contribuições especiais
		Caracterização das contribuições especiais
INSTITUCIONAL	Aspectos gerenciais	Monitoramento de vazão
		Diretrizes de operação
		Diretrizes de manutenção
	Informações da rede	Diretrizes de projeto
		Registro das novas informações
	Cadastro técnico	Controle das informações
		Atualização do cadastro
	Educação ambiental	Planejamento de ações de educação

Fonte: Autora (2023)

Ao longo da pesquisa foi observado que os critérios são apresentados dentro do contexto técnico e normativo, no entanto não foram identificadas ferramentas ou estudo que alinha sistematicamente parâmetros para apoiar de forma mais prática e efetiva a gestão do serviço no contexto da rede coletora de esgoto para sistemas particulares.

Rodrigues e Silva (2018) indicam para os sistemas públicos que concessionárias de prestação do serviço possuam Programas de Controle Operacional e de Plano de Manutenção, tornando-se assim imperativo para sistemas particulares, mediante suas particularidades que diferem de um sistema macro. Nesse sentido, a presente matriz enquadra-se com uma potencial ferramenta para compor tais documentos e assim facilitar a operacionalidade do sistema.

Vale ainda destacar que o sucesso no desempenho da rede, na sua função primordial de coletar e transportar o esgoto sanitário está atrelado desde a elaboração do projeto, construção, operação e manutenção da rede coletora.

6 CONCLUSÃO

De forma geral, a pesquisa buscou sistematizar uma matriz de critérios e indicadores associados à avaliação de desempenho da rede de coletora de esgoto sanitário, que poderá subsidiar tomada de decisão aos gestores responsáveis pela sua operacionalidade. A partir do estudo prático ficou demonstrado a fragilidade de critérios que não são efetivamente monitorados ou são negligenciados desde a etapa de projeto seguindo as etapas de operação e manutenção.

Com o estudo de caso observou-se que o sistema existente apresenta diversos pontos de melhoria que envolve questões de projeto. Existe uma escassez da rede coletora na universidade e os poucos disponíveis se encontram desatualizados, com detalhes e dados insuficientes. Além disso, a Faculdade de Tecnologia expandiu bastante desde a sua criação e não há projetos existentes que acompanhem a criação dos novos blocos.

Outro ponto de melhoria relaciona-se à situação atual dos acessórios da rede coletora de esgoto. As caixas existentes não apresentam identificação referente ao seu interior, tornando a manutenção complicada. As caixas de gordura, caixas de inspeção e poços de visita observados nesse estudo também apresentavam diversas problemáticas como danos estruturais, ausência de vedação correta, obstruções, incidência de vegetação e ligações pluviais indevidas.

Ainda foram identificados assuntos relacionados à manutenção da rede coletora de esgoto que se encontra na maior parte em aspecto corretivo e emergencial. Há uma demanda enorme dentro do sistema GLPI, responsável por atender toda a universidade, e a equipe não tem disponibilidade de administrar com maior frequência as manutenções preventivas.

Desta forma, conclui-se que os itens apontados em relação à rede coletora e suas fragilidades apresentam em sua grande maioria soluções como a elaboração de projetos adequadamente detalhados, especificados e atualizados que ajudariam a monitorar com mais regularidade o sistema de esgoto e promover maior eficácia dos programas de manutenção, sendo possível reduzir os custos com manutenções corretivas e emergenciais.

É preciso ressaltar que a avaliação da rede coleta de esgoto gerado nesta área deverá ser ampliada, em novos estudos, para avaliação geral do sistema e, com isso ampliar os elementos de tomada de decisão para a gestão do serviço na instituição.

Sugere-se o estudo ampliado de critérios para as dimensões indicadas, bem como de novas dimensões associadas aos custos de operação/manutenção e de inovações tecnológicas

na área. Além disso, poderia ainda ser realizado estudo de ponderação de índices em relação aos indicados para indicar situação do sistema existente e buscar ações de melhorias efetivas.

7 REFERÊNCIAS

ABNT (1986). NBR 9648: **Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário**. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro.

ABNT (1986). NBR 9649: **Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário**. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro.

ABNT (1994). NBR 5462: **Confiabilidade e manutenibilidade**. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro.

ASSEMAE - Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento. **XIX Exposição de Experiências Municipais em Saneamento**. De 24 a 29 de maio de 2015 – Poços de Caldas – MG.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. **O que é saneamento básico ?**. Minas Gerais, 2020. Disponível em: < <http://www.abes-mg.org.br/visualizacao-de-artigos/ler/10374/o-que-e-saneamento-basico/> >. Acesso em 29 de junho de 2023.

BRASIL. **Lei nº 14.026**, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento e estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2020.

COELHO, R. **Obras de manutenção em redes coletoras de esgoto sanitário em São José SC: causas e soluções de patologias**. TCC – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade do Sul de Santa Catarina. Palhoça, p. 80, 2020.

DESIGN UFAM. **Faculdade de Tecnologia UFAM - 50 Anos**. Youtube, 19 de junho de 2017. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=ZNOT8dC4iwQ/>>. Acesso em: 10 de abril de 2023.

DUARTE, D. M. **Manaus entre o passado e o presente**. 1ª ed. Manaus: ed. Mídia Porto Comm, 2009.

FT. Site da FT, 2023. **História**. Disponível em: <<https://www.ft.ufam.edu.br/item-1.html> />. Acesso em: 20 de maio de 2023.

MEDEIROS FILHO, C. F. de. **Esgotos sanitários**. In: MEDEIROS, C.F.de. Manutenção de sistemas de esgotos. 1ª ed. João Pessoa: Universitária. cap. 17, p.377-382. Medeiros 2005

MENDONÇA, S. R.; MENDONÇA L. C. **Sistemas Sustentáveis de Esgoto**. 2ª Edição. Revista. São Paulo: Blucher, 2017. Cap. 1, p 21-33.

ReCESA. **Esgotamento Sanitário: operação e manutenção de redes coletoras de esgoto**. Brasília: Ministérios das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (org.), 2008. 78 p. Disponível em:<<https://www.alastgas.com.br/wp/> >. Acesso em: 20 de abril de 2023.

NUVOLARI, Ariovaldo (Coord.). **Esgoto sanitário: coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola**. 2ª. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2011.

PV. Estrutura Poço de Visita – Câmara Balão - Disponível em:http://paginapessoal.utfpr.edu.br/flaviofreire/sistemas-hidraulicos-2/sistemas-hidraulicosurbanos/SHU_09.pdf. Acesso em: 20 de maio de 2023.

RODRIGUES, Jose Almir; SILVA, Jaqueline Maria Soares. **Rede Coletora de Esgoto Sanitário: projeto, construção e operação**. 3ª Edição. Belém, 2018.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. 23. ed. São Paulo: Cortez, 2007.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE O SANEAMENTO (SNIS). Site do Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento. **Painel de Informações sobre o Saneamento**. Disponível em: <<http://antigo.snis.gov.br/painel-informacoes-saneamento-brasil/web/painel-setor-saneamento/>>. Acesso em: 15 de abril de 2023.

TSUTIYA, Milton Tomoyuki; SOBRINHO, Pedro Alem. Coleta e Transporte de Esgoto Sanitário. 2ª Edição. ABES. São Paulo, 2000. Cap. 2.

UFAM. Site da UFAM, 2023. **História**. Disponível em: <<https://ufam.edu.br/historia.html> />. Acesso em: 20 de maio de 2023.

UFAM. Site da UFAM, 2023. **Institucional**. Disponível em: <https://ufam.edu.br/institucional.html><https://ufam.edu.br/historia.html> />. Acesso em: 20 de maio de 2023.

APÊNDICE A – CHECK LIST PARA ENTREVISTA COM O SETOR DE MANUTENÇÃO

MARCAR COM UM “X” A OPÇÃO CORRESPONDENTE	SIM	NÃO
INDICADORES TÉCNICOS		
Elementos de projeto		
1. Acessórios da rede		
1.1 Presença de TIL (Tubo de inspeção e limpeza)?		
1.2 Presença de PV (Poço de visita)?		
1.3 Presença de CI (Caixa de inspeção)?		
1.4 Presença de CG (Caixa de gordura)?		
Observações:		
2. Atendimento da norma (NBR 9649)		
2.1 Atende ao recobrimento mínimo?		
2.2 Há locação de PV a cada 100m?		
Observações:		
3. Escoamento do esgoto		
3.1 Sentido da rede compatível com a declividade do terreno?		

Observações:		
4. Contribuições do esgoto sanitário		
4.1 Houve novas contribuições de esgoto		
4.2 A rede existente atende as novas contribuições de esgoto?		
Observações:		
OPERACIONAL E MANUTENÇÃO		
Inspeção da rede coletora		
5. Plano de inspeção		
5.1 Existe alguma rotina para a inspeção?		
5.2 Existe uma equipe definida, responsável pela inspeção?		
5.3 A inspeção é realizada por meio de observação visual?		
5.4 Se sim, essa observação visual é feita por filmagens e imagens?		
5.5 A observação é feita de forma automatizada?		
Observações:		
6. Obstrução da rede coletora		
6.1 Presença de obstrução na rede coletora? Se sim, qual a causa da obstrução (explorar as condições de educação dos usuários)		

6.2 Há a desobstrução e limpeza dos coletores?		
Observações:		
Ligações indevidas		
7. Ligações clandestinas		
7.1 Existem ligações clandestinas na rede?		
7.2 Há monitoramento para prevenir essas ligações?		
Observações:		
Acessórios da rede coletora		
8. Deterioração/ Patologias		
8.1 Existem acessórios danificados estruturalmente?		
8.2 Existem acessórios sem tampa?		
8.3 Vedação adequada das caixas de esgoto?		
8.4 Danificação das tubulações das caixas de esgoto?		
8.5 Retenção de dejetos?		
8.6 Incidência de raízes?		
Observações:		

9. Obstrução dos acessórios		
9.1 Presença de obstrução nos acessórios? Se sim, qual a causa da obstrução (explorar as condições de educação dos usuários)		
9.2 Há a desobstrução e limpeza dos acessórios?		
Observações:		
Contribuições especiais		
10. Caracterização e monitoramento		
10.1 Existem ligações de contribuições especiais?		
10.2 Se sim, há um mapeamento desses pontos na rede coletora?		
10.2 Há uma coleta e análise de contribuições especiais?		
10.3 Há o monitoramento dessas contribuições?		
Observações:		
INSTITUCIONAL		
Aspectos gerenciais		
11. Diretrizes de operação		
11.1 Existem diretrizes de operação para a equipe responsável?		
11.2 Existem diretrizes de lançamento do esgoto especial na rede existente?		

Observações:		
12. Diretrizes de manutenção		
12.1 Existem diretrizes de manutenção? Se sim, como é realizada a programação e realização do serviço?		
12.2 Existe uma manutenção preventiva do sistema?		
12.3 Existe uma manutenção corretiva do sistema?		
12.4 Existe uma manutenção emergencial do sistema?		
Observações:		
Informações da rede		
13. Registro e controle das informações		
13.1 Existe algum sistema que registre a rotina operacional?		
13.2 Existe relatório dos registros operacionais da rede? Sem sim, com qual frequência?		
13.3 Existe análise operacional dos relatórios técnicos?		
13.4 Existe uma equipe responsável por esses registros?		
13.5 Qualquer pessoa pode ter acesso às informações da rede?		
13.6 As informações são mantidas em lugar de fácil acesso?		
13.7 Existe alguma burocracia para ter acesso a essas informações?		
Observações:		
Atualização do cadastro		
14. Cadastro técnico		
14.1 Existe alguma equipe responsável pela atualização do cadastro		

técnico?		
14.2 Existe algum sistema que monitore essas atualizações?		
Observações:		

ANEXO A – PLANTA DA REDE COLETORA DE ESGOTO 1980

