



Centro Universitário de Brasília – UNICEUB

Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas - FATECS

Curso: Engenharia Civil

JOSÉ VALTER SIMPLICIO DE MELO

**OS IMPACTOS CAUSADOS POR APORTES INDEVIDOS DE
REJEITOS NA REDE COLETORA DE ESGOTO DO DISTRITO
FEDERAL**

Brasília

2018

JOSÉ VALTER SIMPLICIO DE MELO

**OS IMPACTOS CAUSADOS POR APORTES INDEVIDOS DE
REJEITOS NA REDE COLETORA DE ESGOTO NO DISTRITO
FEDERAL**

Trabalho de Curso apresentado como um dos requisitos para a conclusão do curso de Engenharia Civil do UniCEUB – Centro Universitário de Brasília.

Orientador: Eng.º Rogério Pinheiro Magalhães Carvalho, Dsc.

Brasília

2018

JOSÉ VALTER SIMPLICIO DE MELO

**OS IMPACTOS CAUSADOS POR APORTES INDEVIDOS DE
REJEITOS NA REDE COLETORA DE ESGOTO NO DISTRITO
FEDERAL**

Trabalho de Curso apresentado como um dos requisitos para a conclusão do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Brasília – UniCEUB.

Orientador: Eng.º Civil Rogério Pinheiro Magalhães Carvalho, Dsc.

Brasília, 29 de novembro de 2018.

Banca Examinadora

Eng.º Civil: Rogério Pinheiro Magalhães Carvalho, Dsc.

Orientador

Eng.ª Civil: Érika Regina Costa Castro, Msc.

Examinador Interno

Eng.º Civil: Jocinez Nogueira Lima, Msc.

Examinador Interno

DEDICATÓRIA

A todos aqueles de alguma forma me incentivaram a chegar neste momento de alguma maneira.

Minha família por me considerar um orgulho por esta conquista apesar das grandes adversidades que existiram durante o nosso trajeto de vida.

À Jacira Pereira da Silva que me incentivou desde o início para que eu conquistasse este momento grandioso para mim e me acolheu como uma mãe durante todos esses anos.

A todos os meus colegas da faculdade, em especial, meu grande amigo Anderson Fontes, por vários finais de semana que estudamos juntos realizando trabalhos acadêmicos e me dando conselhos valiosos para a vida durante esses 5 anos de graduação. Acrescento ainda, meu amigo do coração, Douglas Souza, que aprecio seu enorme esforço em se destacar durante a graduação e pelas palavras de conforto que me apresentou durante este tempo de amizade em que me proporcionou.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a elaboração desse trabalho e, em especial:

À minha família: Jacira, Neide, Zarah, Renato, Fernanda, Monnaliza, Jorge C., Lilian e Igor.

Aos meus amigos que me acompanharam nessa jornada: Anderson Fontes, Arlindo Neto, Tairone Urcino, Gustavo Sobral, Douglas Souza.

Ao meu mestre e orientador Rogério P. M. Carvalho, pela paciência e grandes ensinamentos.

Enfim, aos colegas da Coordenadoria de Fiscalização e Orientação Hidrossanitária da Caesb: Zélia, Daniele, Maria Auxiliadora, Paulo, Nayara, Antônio Jorge, Edivaldo, Monyque, Tattiane e Tairone.

“Existem momentos na vida onde a questão de saber se pode pensar diferentemente do que se pensa, e perceber diferentemente do que se vê, é indispensável para continuar a olhar ou refletir”.

Michel Foucault

RESUMO

O sistema de esgotamento sanitário constitui-se no conjunto de obras, instalações e serviços destinados a coletar, tratar e afastar os esgotos produzidos, tendo como principal objetivo a disseminação da saúde pública e a conservação do meio ambiente. Este trabalho ocupou-se, especificamente, na análise de aportes indevidos de resíduos na rede coletora de esgoto do Distrito Federal (DF). Nesse sentido, procurou-se identificar os problemas existentes, procurando quantificá-los. Para isso, foi utilizada como metodologia a pesquisa bibliográfica e documental, em consonância com os dados de campo, que, por sua vez, foram obtidos junto à Companhia de Saneamento do DF. A análise dos dados restringiu-se às redes coletoras interligadas às Estações de Tratamento de Esgoto Norte e Sul (ETE Norte e ETE Sul). Por consequência das análises dos dados, percebeu-se que, mesmo atendendo duas áreas do DF consideradas de padrão financeiro elevado, muitos rejeitos são depositados nas tubulações de esgotamento sanitário de maneira indevida, causando danos ao sistema de esgoto. Destacaram-se entre os tipos de resíduos retirados pela manutenção preventiva e corretiva os seguintes resíduos: areia, bucha e gordura. Similarmente, observou-se outras irregularidades pela equipe de fiscalização hidrossanitária, tais como: desconector de gases e o sistema separador de areia e óleo. Por meio de todas as informações realizadas e destacadas, foi possível constatar a importância dos serviços prestados pelas equipes de manutenção e de fiscalização do sistema de esgotamento sanitário do Distrito Federal, pois permitem que a rede coletora continue funcionando satisfatoriamente, apesar da grande quantidade de rejeitos depositados pela população.

Palavras-Chave: Manutenção Preventiva e Corretiva. Fiscalização Hidrossanitária. Sistema de Esgotamento Sanitário. Métodos de Fiscalização de Esgoto. Rede coletora de esgoto.

ABSTRACT

The sewage system is a set of works, facilities and services designed to collect, treat and dispose of the sewage produced, with the main objective being the dissemination of public health and the conservation of the environment. This work was specifically focused on the analysis of undue inputs of waste in the sewage collection network of the Distrito Federal (DF). In this sense, we tried to identify the existing problems, trying to quantify them. For this, the bibliographical and documentary research was used as a methodology, in consonance with the field data, which, in turn, were obtained from the Sanitation Company of the Distrito Federal. The data analysis was restricted to the collection networks connected to the North and South Sewage Treatment Stations (North ETE and South ETE). As a consequence of the analysis of the data, it was noticed that, even considering two areas of the Distrito Federal considered to be of high financial standard, many wastes are deposited in the pipelines depleting the sanitation in an improper way, causing damage to the sewage system. Among the types of waste removed by preventive and corrective maintenance, the following wastes were highlighted: sand, bush and grease. Similarly, other irregularities were observed by the water-sanitation inspection team, such as: gas discharger and the sand and oil separator system. Finally, through all the information made and highlighted, it was possible to verify the importance of the services rendered by the maintenance and inspection teams of the sanitary sewage system of the Distrito Federal since they allow the collection network to continue functioning satisfactorily, despite the great quantity of tailings deposited by the population.

Keyword: Preventive and Corrective Maintenance. Water and Sanitation Inspection. System of Sanitary Exhaustion. Methods of Surveillance of Sewage. Sewer collection network.

LISTA DE SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANA - Agência Nacional de Águas

CAESB - Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal

CNI - Confederação Nacional de Indústrias

EEE - Estação Elevatória de Esgoto

ETE - Estação de Tratamento do Esgoto

FUNASA - Fundação Nacional de Saúde

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas

LDSB - Lei Diretrizes de Saneamento Básico

PANPF - Coordenadoria de Fiscalização e Orientação Hidrossanitária Área Centro - Norte

PEAD - Polietileno de Alta Densidade

PI - Poço de Inspeção

PV - Poço de Visita

PVC - Policloreto de polivinila

RECESA - Rede Nacional de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental

SCE - Sistema Condominial de Esgoto

TIL - Terminal e Inspeção e Limpeza

TL - Terminal de Limpeza

TOI - Termo de Ocorrência de Irregularidade

TQ - Tubo de queda

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 – Demonstração do sistema de esgoto separador absoluto. | 20 |
| Figura 2 – Terminal de Limpeza..... | 29 |
| Figura 3 – Tubo de Inspeção e Limpeza..... | 29 |
| Figura 4 – Caixa de Passagem..... | 30 |
| Figura 5 – Poço de Visita..... | 30 |
| Figura 6 – PV equipado com tubo de queda..... | 31 |
| Figura 7 – Sifão Invertido..... | 32 |
| Figura 8 – Sistema de Esgotamento Sanitário..... | 33 |
| Figura 9 - Representação esquemática de um sistema condominial de esgoto, ao lado de um sistema convencional..... | 34 |
| Figura 10 – Tubo Cerâmico..... | 38 |
| Figura 11 – Tubo de Concreto Armado..... | 39 |
| Figura 12 – Tubo de PVC..... | 40 |
| Figura 13 – Tubo PEAD..... | 41 |
| Figura 14 – Tubo de Ferro Fundido..... | 42 |
| Figura 15 – Tubos de Aço..... | 42 |
| Figura 16 – Hidrojateamento na rede..... | 47 |
| Figura 17 – Caminhão Limpafossa..... | 47 |
| Figura 18 – Filmagem robotizada..... | 48 |
| Figura 19 – Inspeção visual..... | 52 |
| Figura 20 – Inspeção visual com corante..... | 53 |
| Figura 21 – Caixa de gordura simples e rede coletora de esgoto..... | 53 |
| Figura 22 – Caixa de inspeção e Caixa desconectora de gases..... | 54 |

| | |
|--|----|
| Figura 23 – Insuflador. | 56 |
| Figura 24 – Fluxograma de execução do trabalho. | 58 |
| Figura 25 – Regiões administrativas que direcionam o esgoto para as ETES Sul e Norte. | 59 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - Total de municípios com coleta e tratamento de esgoto segundo as Grandes Regiões e as Unidades de Federação – 2008. | 23 |
| Tabela 2 - Número de domicílios atendidos por um sistema simplificado de esgotamento sanitário para países em desenvolvimento..... | 35 |
| Tabela 3 - Número de domicílios atendidos por um sistema simplificado de esgotamento para países desenvolvidos. | 36 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| Gráfico 1 – Quantitativo de resíduos encontrados em relação à ETE Norte e Sul. | 61 |
| Gráfico 2 – Quantitativo dos serviços preventivos – ETEs Norte e Sul. | 62 |
| Gráfico 3 – Quantitativo de resíduos encontrados em relação às ETEs Norte e Sul. | 63 |
| Gráfico 4 – Serviços de Fiscalização e orientação – ETEs Norte e Sul. | 65 |
| Gráfico 5 – Irregularidades encontradas na bacia de contribuição das ETEs Norte e Sul. | 66 |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 17 |
| 2 OBJETIVOS..... | 19 |
| 2.1 Objetivo Geral | 19 |
| 2.2 Objetivos Específicos | 19 |
| 3 REVISÃO DE LITERATURA..... | 20 |
| 3.1 Visão Sobre o Sistema de Esgoto Sanitário no Brasil | 20 |
| 3.2.1 <i>Sistema Convencional de Esgoto</i> | 27 |
| 3.2.1.1 rede coletora de esgoto | 27 |
| 3.2.1.2 interceptores e emissários | 31 |
| 3.2.1.3 sifões invertidos e passagens forçadas | 32 |
| 3.2.1.4 estações elevatórias de esgoto (EEE) | 32 |
| 3.2.1.5 estação de tratamento de esgoto (ETE) | 32 |
| 3.2.1.6 corpo receptor | 32 |
| 3.1.2 <i>Materiais Utilizados nas Redes Coletora de Esgoto</i> | 36 |
| 3.2 A Importância da Operação e Manutenção das Redes Coletoras de Esgoto | 43 |
| 3.2.1 <i>Hidrojateamento</i> | 47 |
| 3.2.2 <i>Limpa Fossa</i> | 47 |
| 3.2.3 <i>Sistema de Inspeção Vídeo Robotizada</i> | 48 |
| 3.3 Conhecendo os Problemas Encontrados na Rede Coletora de Esgoto | 49 |
| 3.3.1 <i>Entupimento de Rede Coletora de Esgotos por Aporte Indevido de Resíduos Sólidos</i> | 50 |
| 3.3.2 <i>Incrustações nas Tubulações de Esgoto</i> | 50 |
| 3.3.3 <i>Corrosão e Odor em Sistemas de Coleta e Transporte de Esgoto Sanitário</i> | 50 |
| 3.3.4 <i>Identificações de Ligações Clandestinas</i> | 51 |
| 3.4 O Papel da Fiscalização das Redes Coletoras de Esgoto | 52 |
| 3.4.1 <i>Inspeção Visual</i> | 52 |
| 3.4.2 <i>Inspeção Visual com Corante</i> | 53 |
| 3.4.3 <i>Teste de Fumaça</i> | 55 |
| 4. METODOLOGIA | 58 |

| | |
|---|-----------|
| 5 ANÁLISE DOS RESULTADOS | 60 |
| 5.1 Resíduos Encontrados nas ETES Norte e Sul..... | 60 |
| 5.2 Irregularidades Encontradas nas Redes Coletoras de Esgoto | 64 |
| 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS | 69 |
| 6.1 Conclusões..... | 69 |
| 6.2 Sugestões para Pesquisas Futuras..... | 70 |
| REFERÊNCIAS | 71 |
| ANEXOS | 75 |
| ANEXO A – DADOS QUANTITATIVOS DOS SERVIÇOS DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA E CORRETIVA NA BACIA DE CONTRIBUIÇÃO DAS ETES NORTE E SUL | 75 |
| APÊNDICE B – DADOS QUANTITATIVOS DOS SERVIÇOS DE FISCALIZAÇÃO HIDROSSANITÁRIA DAS BACIAS DE CONTRIBUIÇÃO DAS ETES NORTE E SUL | 77 |

1 INTRODUÇÃO

A importância da prevenção de resíduos inadequados na rede coletora de esgoto resulta na precaução dos impactos que podem ser causados no tratamento, como também na sua disposição final. Nesse sentido, a implantação do sistema de esgotamento sanitário representa um avanço para a saúde pública bem como para a urbanização de uma região, já que diversos fatores são levados em conta para a sua implantação e ao seu funcionamento.

Ao contrário do que muitos possam acreditar, mesmo em uma região bem estruturada, no que se refere ao sistema de esgoto instalado, podem ser encontrados problemas quanto ao gerenciamento dos resíduos indesejados na rede coletora. Nesse aspecto, a prevenção do lançamento de resíduos e o seu direcionamento adequado implicam na melhoria do escoamento natural do esgoto e, assim, o tratamento poderá ser conduzido de forma mais efetiva, podendo o corpo receptor passar pelo processo de autodepuração sem problemas significativos.

Diante disso, o propósito deste trabalho foi pesquisar o quadro situacional da rede coletora do Distrito Federal, especificamente aquela que conduz os esgotos para as ETEs Norte e Sul. Logo, trata-se de um estudo de caso, desenvolvido por meio da quantificação dos tipos de resíduos, não permitidos, que podem ser encontrados, causando interferência na eficiência do sistema como um todo.

O trabalho foi elaborado em várias etapas, apresentando na primeira o aparato geral do sistema de esgotamento sanitário embasado por diversos autores. Além disso, apresenta os tipos de redes coletoras de esgoto e aponta os tipos de materiais utilizados. Já na segunda etapa, esclarece-se sobre a importância da operação e manutenção da rede coletora de esgoto. Na terceira etapa, mostra-se os tipos de resíduos não permitidos na coleta do esgoto. Ainda nessa parte, também apresenta-se as consequências destas ocorrências. Na quarta etapa, orienta-se sobre os métodos utilizados pela fiscalização do esgotamento sanitário para encontrar possíveis irregularidades na rede coletora de esgoto nas edificações. Na etapa destinada à metodologia, apresenta-se os critérios adotados para a realização do estudo de caso. Por fim, nos resultados, apresentam-se os dados adquiridos junto à

Companhia de Saneamento do Distrito Federal. Nessa etapa, retrata-se a análise dos dados, bem como se esclarece, por meio de estatísticas, o quadro situacional da rede coletora de esgotos das áreas estudadas.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O presente trabalho tem por objetivo geral analisar os aportes indevidos de rejeitos na rede coletora de esgoto do Distrito Federal.

2.2 Objetivos Específicos

- Conhecer o sistema de esgoto sanitário do Distrito Federal.
- Apresentar os tipos de redes coletoras de esgoto utilizadas no Distrito Federal.
- Descrever os materiais utilizados nas redes coletoras de esgoto.
- Identificar os problemas existentes na rede coletora de esgoto.
- Analisar e quantificar os problemas encontrados na rede coletora de esgoto.

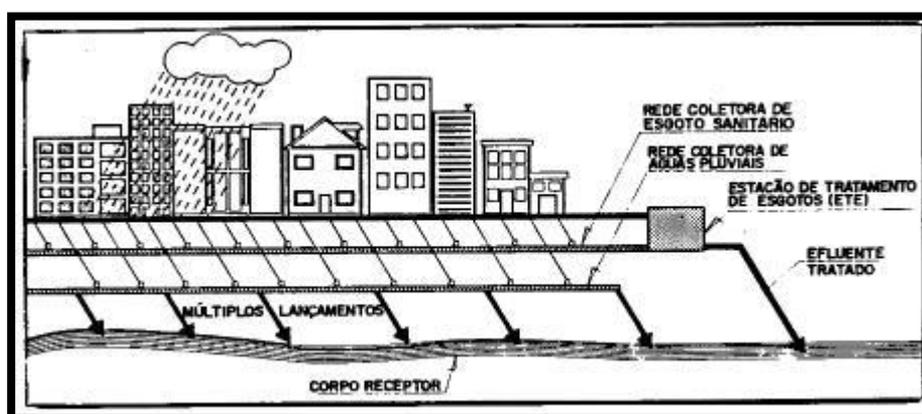
3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Visão Sobre o Sistema de Esgoto Sanitário no Brasil

Podemos conceituar o sistema de esgotamento sanitário como sendo constituído de esgotos domésticos e industriais. Ora, em tese, o sistema de esgoto sanitário serve para realizar o processo da coleta da água utilizada e transformada em esgoto, afastando da população esses dejetos e concomitantemente, preservando o meio ambiente. Então, é preciso assumir que o sistema de esgotamento sanitário tem "[...] uma oportunidade para dinamizar importantes setores industriais, além de contribuir de forma decisiva com a erradicação da pobreza e a melhoria da saúde da população" (CNI, 2013, p. 27). Certamente se trata de o esgoto sanitário ser processado, promovendo o desenvolvimento da destinação final da água residual, assim como o progresso da sociedade no que tange à saúde e à estrutura socioeconômica.

Como bem nos assegura Santos (2017), pode-se dizer que o sistema de esgotamento sanitário é constituído pela coleta, tratamento e disposição final do esgoto sanitário. Neste contexto, quanto aos tipos de sistemas existentes há o sistema unitário que constitui tanto o esgoto sanitário como águas pluviais em uma tubulação e, ainda o sistema separador absoluto, adotado no Brasil, que detém a tubulação para o esgoto sanitário e águas pluviais de forma distinta (Figura 1).

Figura 1 – Demonstração do sistema de esgoto separador absoluto.



Fonte: (RECESA, 2008a, p. 29).

Constata-se que o papel fundamental de cada um destes sistemas é comportar diferentes tipos de materiais em suas tubulações, de modo que a conduzir os efluentes de forma satisfatória.

Entretanto, afirma-se que o sistema de esgotamento sanitário é de suma importância, ainda assim, diante das diferentes características de cada sistema, precisam-se definir os tipos de elementos que estão sendo lançados na rede coletora, para que se possa determinar suas particularidades, e assim estabelecer a programação até a disposição final.

Diante desse aspecto, diversas regiões não apresentam coleta de esgoto satisfatória, o que indica lançamento de águas pluviais e esgoto sanitário de forma equivocada. Sob essa ótica, o sistema utilizado, separador absoluto, foi constituído com o propósito de garantir mais eficiência no tratamento de esgoto.

Conseqüentemente, a implantação de um sistema público de abastecimento de água gera a necessidade de coleta, escoamento e disposição final das águas servidas, sendo esses aspectos fundamentais a toda comunidade civilizada.

Nas cidades beneficiadas por um sistema público de abastecimento de água e ainda carentes de sistema de esgoto sanitário, as águas servidas acabam poluindo o solo, contaminando as águas superficiais e freáticas e frequentemente passam a escoar pelas valas e sarjetas, constituindo-se em perigosos focos de disseminação de doenças. (AZEVEDO NETTO *et al*, 1998, p. 506).

Conforme explicado acima, a disposição final do esgoto sanitário deve se complementar com os cuidados básicos, no que se refere a implantação do sistema de coleta de esgoto, com o escoamento adequado dos resíduos industriais e domiciliares para cuidar da saúde pública, e ainda, estruturar o possível controle destes efluentes em não ocorrer o despejo em locais impróprios.

Azevedo Netto et al (1998) deixam claro que é indispensável uma infraestrutura adequada a uma sociedade civilizada, mas há um fato que se sobrepõe a isto, o crescimento populacional. Esses aspectos requerem uma atenção necessária no acompanhamento e no desenvolvimento do planejamento da coleta e do tratamento do esgoto, tanto em regiões carentes, como em outras que sofrem com um aumento gradativo na população.

Espera-se, portanto, que o sistema de esgotamento sanitário deve abranger toda a população. Caso contrário, pode provocar diversos fatores pertinentes ao mal direcionamento dos efluentes. É importante considerar que o crescimento populacional não apresenta proporcionalmente o mesmo crescimento que os investimentos na implantação de esgoto porque não estão tendo medidas cabíveis por motivos de má gestão e planejamento.

Julga-se pertinente trazer à tona que muitas regiões apresentam acesso a água potável, mas há um fato que se sobrepõe a isso, a falta de tratamento destes efluentes gerados pela população crescente.

À vista disso, o Brasil é um país com profunda desigualdade social, que torna um desafio às ações de promoção da saúde. Infelizmente, ainda é precário o atendimento à população por serviços de saneamento básico, especialmente o esgotamento sanitário (RECESA, 2008b).

É sinal de que há, enfim, uma particular atenção para as regiões que ainda não apresentam uma estrutura apresentável de saneamento básico no que se diz respeito à água e esgoto. Assim, quanto aos futuros investimentos no saneamento básico, obtém-se particular relevância o sistema de esgotamento sanitário para a melhoria e o desenvolvimento da sociedade e o meio ambiente.

De acordo com IBGE (2010), a coleta e o tratamento do esgoto são pontos fundamentais para o esgotamento sanitário. Dessa maneira, no que tange às Unidades Federativas uma pequena parte dos estados tem uma média entorno de 70% no tratamento do esgoto coletado; destacando entre eles os estados São Paulo, Espírito Santo e o Distrito Federal que tem uma boa representatividade, pois tratam todo o esgoto coletado. Em contrapartida, os estados Rondônia, Acre, Amazonas, Pará e Maranhão têm o tratamento do esgoto coletado bem abaixo de 50%.

Entretanto, o atual quadro geral do saneamento básico quanto à qualidade e a eficiência do esgotamento sanitário não está sendo apresentada ainda de forma satisfatória. Por conseguinte, os avanços no país quanto à coleta de esgoto não obtiveram melhorias significativas (Tabela 1).

Tabela 1 - Total de municípios com coleta e tratamento de esgoto segundo as Grandes Regiões e as Unidades de Federação – 2008.

| Grandes Regiões e Unidades da Federação | Municípios | | |
|---|-------------|----------------------|--------------------------|
| | Total | Percentual (%) | |
| | | Com coleta de esgoto | Com tratamento de esgoto |
| Brasil | 5564 | 55 | 29 |
| Norte | 449 | 13 | 8 |
| Rondônia | 52 | 10 | 4 |
| Acre | 22 | 27 | 18 |
| Amazonas | 62 | 18 | 5 |
| Roraima | 15 | 40 | 13 |
| Pará | 143 | 6 | 4 |
| Amapá | 16 | 31 | 13 |
| Tocantins | 139 | 13 | 11 |
| Nordeste | 1793 | 46 | 19 |
| Maranhão | 217 | 6 | 1 |
| Piauí | 223 | 4 | 2 |
| Ceará | 184 | 70 | 49 |
| Rio Grande do Norte | 167 | 35 | 23 |
| Paraíba | 223 | 73 | 20 |
| Pernambuco | 185 | 88 | 28 |
| Alagoas | 102 | 41 | 17 |
| Sergipe | 75 | 35 | 9 |
| Bahia | 417 | 51 | 20 |
| Sudeste | 1668 | 95 | 48 |
| Minas Gerais | 853 | 92 | 23 |
| Espirito Santo | 78 | 97 | 69 |
| Rio de Janeiro | 92 | 92 | 59 |
| São Paulo | 645 | 100 | 78 |
| Sul | 1188 | 40 | 24 |
| Paraná | 399 | 42 | 41 |
| Santa Catarina | 293 | 35 | 16 |
| Rio Grande do Sul | 496 | 41 | 15 |
| Centro-Oeste | 466 | 28 | 25 |
| Mato Grosso do Sul | 78 | 45 | 44 |
| Mato Grosso | 141 | 19 | 16 |
| Goiás | 246 | 28 | 24 |
| Distrito Federal | 1 | 100 | 100 |

Fonte: IBGE (2008).

Pela Tabela 1, é possível compreender que o saneamento básico é ainda um grande desafio para o Brasil face aos problemas existentes.

O abastecimento de água não se enquadra no mesmo cenário que a rede coletora de esgoto. Segundo IBGE (2010) podemos compreender isso melhor levando em consideração que tem-se a totalidade de abastecimento de água ao menos em um distrito, obtendo 99,4%. Em 2008, do total de 5564 municípios existentes no país, 33 municípios não possuíam rede geral.

Percebe-se que a maioria dos municípios tem acesso a água, porém não tem a mesma demanda para o esgoto tratado. Ainda que seja estabelecido pela Lei nº 11.445/2011 que é a Lei de Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico (LDSB) que tem como princípio fundamental: o abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos realizados de forma adequados à saúde pública e à proteção do meio ambiente (BRASIL, 2007).

De acordo com o IBGE (2010), no Brasil, o saneamento ainda está muito aquém do ideal, principalmente em relação à coleta e ao tratamento do esgoto sanitário. Embora o abastecimento de água esteja presente em cerca de 99% dos municípios brasileiros, índices bem inferiores caracterizam a coleta de esgoto sanitário – em cerca de 55% dos municípios, e o tratamento de esgoto sanitário – em apenas cerca de 28% dos municípios.

Segundo a Agência Nacional de Águas ANA (2017), no Brasil, 43% da população possui esgoto coletado e 12% utilizam-se de fossa séptica (solução individual), ou seja, 55% possuem tratamento considerado adequado; 18% têm seu esgoto coletado e não tratado, o que pode ser considerado como um atendimento precário; e 27% não possuem coleta e nem tratamento, isto é, sem atendimento por serviço de coleta sanitário.

Diante dos dados apresentados pelo IBGE (2010) e pela ANA (2017) ainda há muito por fazer quanto aos investimentos e soluções para a melhoria socioeconômica da população através do saneamento básico, tanto no que se corresponde à coleta e ao tratamento adequado do esgoto, assim como a melhoria da qualidade de água em certas regiões e, conseqüentemente, a melhoria da saúde pública, do meio ambiente, e dos recursos hídricos.

Mesmo diante deste quadro geral em que o Brasil retrata, é interessante considerar que o Distrito Federal apresenta índices satisfatórios em relação ao saneamento, pois comporta 100% da coleta do esgoto, assim como o tratamento destes mesmos efluentes coletados. O que remete ao fato do DF poder prevenir o despejo dos rejeitos no meio ambiente e corpos receptores de forma indevida, assim como proporcionar melhorias à saúde pública no que tange ao saneamento básico.

No entanto, a situação do esgotamento sanitário no Brasil está caminhando em passos curtos e, de forma geral, ainda há situações preocupantes. Sendo assim:

As redes coletoras de esgotos alcançam 61,4% da população urbana brasileira, restando 65,1 milhões de pessoas nas cidades do País que não dispõem de sistema coletivo para afastamento dos esgotos sanitários. Nem todo esgoto coletado é conduzido a uma estação de tratamento. A parcela atendida com coleta e tratamento dos esgotos representa 42,6% da população urbana total. Desse modo, 96,7 milhões de pessoas não dispõem de tratamento coletivo de esgotos. (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2017, p. 30).

Em vista disso, com a melhoria nos investimentos em áreas carentes de um sistema de esgoto, ou até mesmo mantendo os cuidados nos sistemas já existentes, previne-se que os resíduos escoem para o destino inadequado. Portanto, é importante considerar que:

Os efluentes gerados tanto pela atividade humana (esgotos doméstico), nas suas mais variadas formas, quanto pelos processos industriais (esgotos industriais), têm o poder de deteriorar a qualidade dos corpos d'água receptores. Tais efluentes podem conter elevado teor de material orgânico, além de outros compostos que servem de nutrientes para o crescimento de micro-organismos. Tais nutrientes, a exemplo de nitrogênio e fósforo, são muitas vezes capazes de ocasionar efeito poluidor, devendo, portanto, ser levados em consideração quando se realiza o tratamento de águas residuárias que contenham altos teores desses nutrientes. (DEZOTTI, 2008, p. 53).

Ainda segundo Dezzotti (2008), o que importa, portanto, é direcionar os rejeitos originados pela população para o seu lugar adequado, para que seja tratado de forma satisfatória. Essa, porém, é uma tarefa que necessita de conscientização ambiental como também a expansão e a preservação do saneamento básico.

Como tentativa de melhorar essa situação, são necessárias inspeções para que possam manter a manutenção como também encontrar possíveis lançamentos indevidos que causam problemas no esgotamento sanitário. Tais inspeções têm a finalidade de garantir o funcionamento da rede como também direcionar os efluentes apropriados para o seu destino final, garantindo a estabilidade dos corpos receptores e a preservação do meio ambiente.

Vê-se, pois, que se os esgotos produzidos, caso não sejam conduzidos ao seu fim pré-estabelecido, ter-se-á problemas com a poluição dos corpos receptores.

Portanto, percebe-se a necessidade da população obter as estruturas de saneamento adequadas para afastar as possíveis doenças que se apresenta no esgoto lançado em locais indevidos.

Por todas essas razões, devem-se constituir melhorias mais significativas quanto a condição que o Brasil se apresenta no que concerne à coleta do esgoto e, o tratamento dos despejos que podem causar danos ao meio ambiente. No que se refere ao Distrito Federal, essa região apresenta condições satisfatórias de saneamento básico, tanto em condições de distribuição de água potável quanto em coleta e tratamento do esgoto, logo, nesse caso, a atenção deve ser voltada para uma boa operação do sistema.

3.2. Tipos de redes coletoras de esgoto no Distrito Federal

A implantação de um sistema de abastecimento de água em uma determinada localidade gera também a necessidade de instalações de coleta, de transporte e de tratamento dos efluentes domésticos produzidos. Assim, para balancear os serviços de suprimento de água e de cobertura sanitária, recursos financeiros devem ser despendidos, já que o uso de sistemas convencionais de coleta e transporte de esgoto são caros até mesmo para países considerados desenvolvidos. Nos países em desenvolvimento, essa situação é agravada e, tanto ampliações dos sistemas de coleta e transporte de esgoto, como a instalação dos mesmos, esbarram na limitação de recursos financeiros. Logo, sem a correta adequação sanitária, a população fica exposta aos danos provocados à sua saúde e ao meio ambiente.

Segundo Bakalian et al. (1994), sistemas alternativos de coleta e de transporte de esgoto são necessários para atender a demanda da comunidade de baixa renda. As mudanças dos padrões dos sistemas convencionais para os alternativos devem se basear em teoria hidráulica, avanços na tecnologia, experiências satisfatórias e riscos aceitáveis.

De acordo com Tsutiya e Alem Sobrinho (2000), do total dos custos para coleta e tratamento de esgoto doméstico, 75% são gastos no sistema de coleta. Assim, sistemas alternativos de baixo custo são vistos como economicamente atrativos, principalmente, em regiões mais carentes.

Dentre os sistemas alternativos, Tsutyia e Alem Sobrinho (2000) destacam as seguintes tecnologias:

- a) Sistema condominial de esgoto;
- b) Rede de transporte de esgoto decantado;
- c) Rede pressurizada e à vácuo; e
- d) Rede coletora de baixa declividade com a utilização do dispositivo gerador de descarga.

Neste trabalho, será dado prioridade ao estudo do sistema convencional e condominial de esgoto, pois são as tecnologias utilizadas pela Companhia de Saneamento do Distrito Federal.

3.2.1 Sistema Convencional de Esgoto

O sistema de esgotamento sanitário é subdividido em partes constituídas por suas particularidades e capacidades funcionais. Portanto, é importante considerar que esses elementos servem para auxiliar no direcionamento dos rejeitos produzidos pelas indústrias e domicílios para o seu tratamento.

Nesse sentido, os componentes que constituem o sistema de esgotamento sanitário são as indicadas como: rede coletora, interceptores e emissários, sifões invertidos e passagens forçadas, estações elevatórias de esgoto (EEE), estação de tratamento de esgoto (ETE) e o corpo receptor.

De acordo com a FUNASA (2015), Nuvolari (2011), Tsutiya e Alem Sobrinho (1999) serão descritas a seguir cada uma delas:

3.2.1.1 rede coletora de esgoto

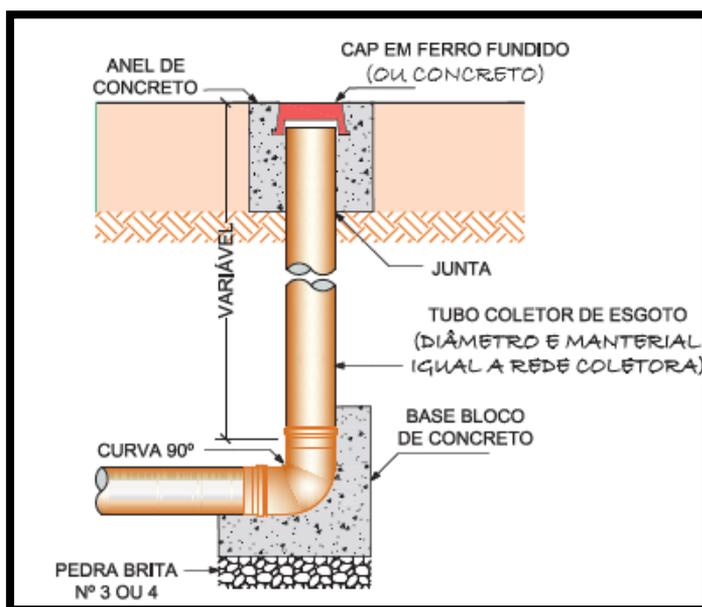
É estruturada e apresentada como tubulações associadas para conduzir e direcionar os esgotos prediais ao seu destino final adequado através de ligações prediais, coletor secundário e seus órgãos acessórios.

O sistema de esgoto predial é interligado pela rede coletora por uma tubulação denominada coletor predial. Quanto aos conceitos que circundam o sistema de esgoto predial é importante ressaltar que:

- **Ligação Predial:** é constituída pelo sistema de esgoto predial por estar interligada pela rede coletora por uma tubulação denominada coletor predial.
- **Coletor Predial:** são canalizações que direcionam o esgoto predial até o coletor de esgoto compreendido como uma única tubulação interligando ao coletor de esgoto.
- **Coletor de esgoto ou Coletor Secundário:** é determinado como encanações de esgoto que concebe a contribuição dos coletores prediais em qualquer ponto no decorrer do seu comprimento, contribui também o coletor tronco.
- **Coletor principal ou Coletor Tronco:** é caracterizado como um coletor de esgoto principal, portando o maior diâmetro de uma mesma bacia, recebendo, meramente, a contribuição de diversos coletores de esgoto e direcionando os rejeitos a um interceptor ou emissário.
- **Órgãos acessórios:** pode-se afirmar que, em razão de fatores de desenvolvimento dos meios de implantação e direcionamento do esgoto, além das técnicas de manutenção e fiscalização foram modificadas as formas de acesso trazendo melhorias para a inspeção do esgoto sanitário. Devido aos problemas encontrados na rede por substâncias indevidas (pequenas parcelas de substâncias orgânicas e inorgânicas), e pela baixa declividade da tubulação causando entupimentos. Pode-se dizer que isso afeta o percurso do esgoto coletado. Este fato implica na utilização dos acessórios que, possam através deles, ter acesso tanto para inspeção quanto para a desobstrução da rede. Nessa situação apresenta-se a seguir os órgãos acessórios:

- a) Terminal de limpeza (TL): dispositivo que substituí o poço de visita permitindo apenas a aplicação de instrumentos de desobstrução e limpeza da rede. A Figura 2 demonstra as características do TL.

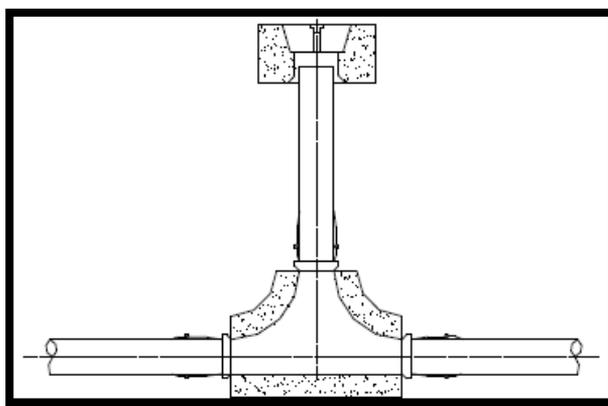
Figura 2 – Terminal de Limpeza.



Fonte: FUNASA (2015).

- b) Terminal de inspeção e limpeza (TIL) ou Poço de inspeção (PI): este dispositivo não é visitável, porém permite a inspeção visual, limpeza e desobstrução da rede, substituindo, o poço de visita a profundidades que chegam no máximo a 3 m. Pode-se verificar pela Figura 3 a sua esquematização.

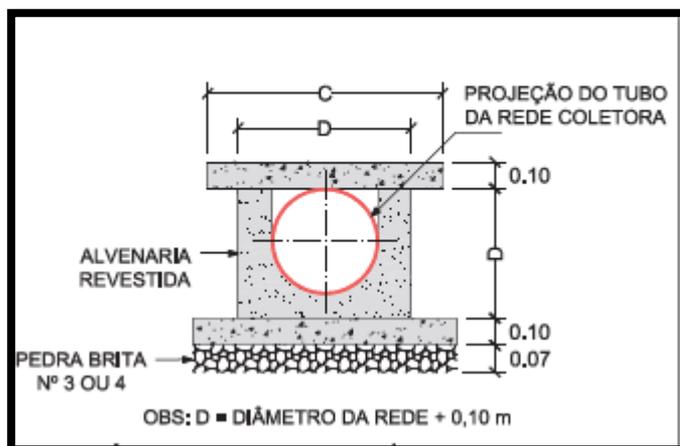
Figura 3 – Tubo de Inspeção e Limpeza.



Fonte: Rodrigues (2006).

- c) Caixa de passagem: são utilizadas a um uso muito restrito como mudanças de direções de tubulações, bem como a mudança da declividade da rede. Verifica-se a caixa de passagem através do detalhamento a seguir pela Figura 4 :

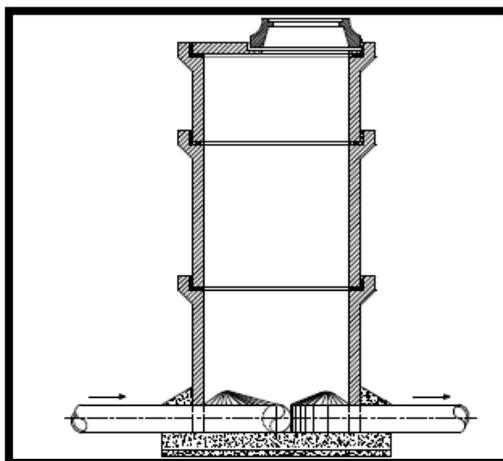
Figura 4 – Caixa de Passagem.



Fonte: FUNASA (2015).

- d) Poço de visita (PV): “[...] Câmara visitável através de abertura existente em sua parte superior, destinada à execução de trabalhos de manutenção”. (AZEVEDO NETTO *et al*, 1998, p. 508). Demonstra-se o PV ilustrado na Figura 5.

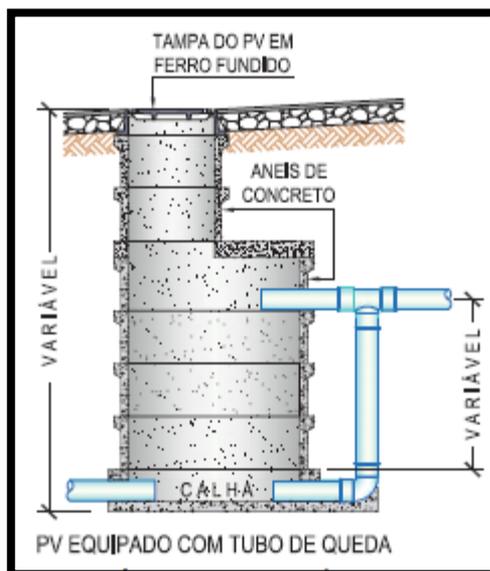
Figura 5 – Poço de Visita.



Fonte: Rodrigues (2006).

- e) Tubo de queda (TQ): “[...] dispositivo instalado no PV de modo a permitir que o trecho de coletor a montante desague no fundo do poço”. (FUNASA, 2015, p. 217). A Figura 6 indica o detalhamento do TQ conforme a seguir:

Figura 6 – PV equipado com tubo de queda.



Fonte: FUNASA (2015).

3.2.1.2 interceptores e emissários

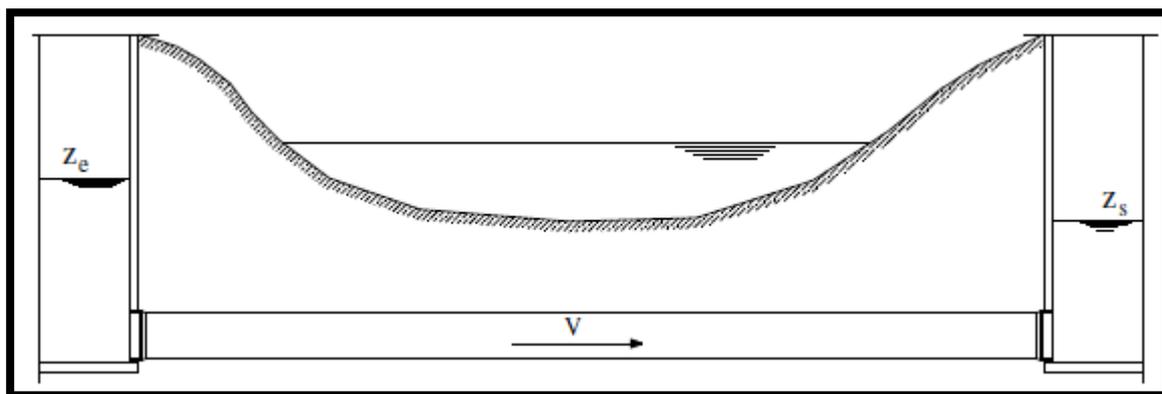
O interceptor tem a função de receber e transportar o esgoto sanitário dos coletores secundários, em pontos determinados, através dos PV's e jamais deve receber efluentes ao longo do seu trecho por coletor predial. A sua finalidade é reunir e direcionar os efluentes de coletores a um ponto de concentração, prevenindo descargas diretas indevidas nos corpos de água, além disso amortecer as vazões máximas.

No que se refere ao emissário, tem a característica de ser uma tubulação que receberá, unicamente, os efluentes ao seu montante, isto é, não haverá contribuições de esgoto em marcha. Pode ser atribuído, também, como sendo uma aplicação a sua utilização em Estações Elevatórias de Esgotos (EEE) ou a interligação de dois pontos de concentração de efluentes de coletores de esgoto. Ou ainda, como sendo o meio de transportar os efluentes de uma estação de tratamento do esgoto.

3.2.1.3 sifões invertidos e passagens forçadas

Pode ser definido como sendo um meio de transposição dos efluentes de esgoto através de: obstáculos, depressões do terreno ou cursos d'água, rebaixos (sifões) ou sem rebaixamento (passagens forçadas) (Figura 7).

Figura 7 – Sifão Invertido.



Fonte: Rodrigues (2006).

3.2.1.4 estações elevatórias de esgoto (EEE)

São utilizados para transportar o esgoto de um nível inferior a uma cota superior. Diante disso, as suas aplicações são importantes em diversos cenários, como: na coleta, em terrenos muito íngremes em relação ao ponto de lançamento do esgoto; na rede coletora, quando a tubulação atinge cotas antieconômicas para coletores de esgoto; no transporte, quando o esgoto está em um ponto de concentração e será lançado a um único ponto de lançamento como a estação de tratamento de esgoto; e por fim, no lançamento do esgoto para alcançar o mesmo nível da implantação da ETE.

3.2.1.5 estação de tratamento de esgoto (ETE)

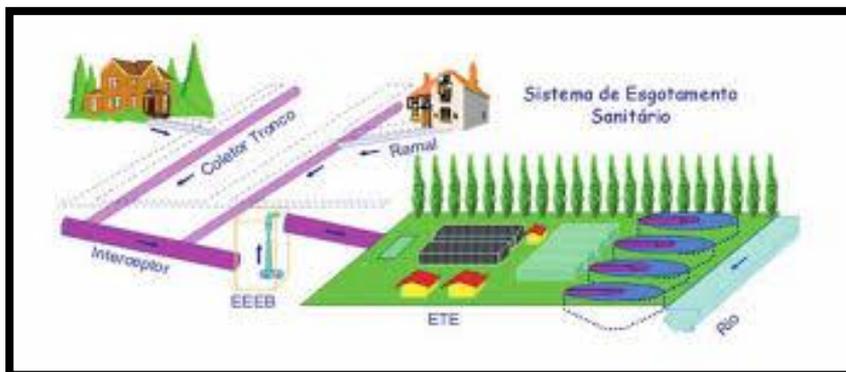
São diversas instalações destinadas ao tratamento de todos os efluentes coletados e concentrados na ETE que pode ser demonstrado na Figura 8.

3.2.1.6 corpo receptor

O Corpo de água ou o solo que receberá o produto do tratamento do esgoto (Figura 8).

A Figura 8, a seguir, representará a ilustração destas partes constituintes do sistema de esgotamento sanitário.

Figura 8 – Sistema de Esgotamento Sanitário.



Fonte: Ministério do Meio Ambiente (2009).

3.2.2. SISTEMA CONDOMINIAL

O sistema condominial de esgoto (SCE) foi desenvolvido e aperfeiçoado como tecnologia para coleta de esgoto doméstico no início da década de 80 (LOBO, 2003). Sua conceituação inicial veio da observação de uma prática comum nas cidades brasileiras, adotada por grupos de moradores que, para afastar o esgoto de suas casas, costumavam improvisar uma rede comum a todos. Essa rede, que passava pelas propriedades, buscava um traçado mais econômico levando em conta o interesse dos moradores.

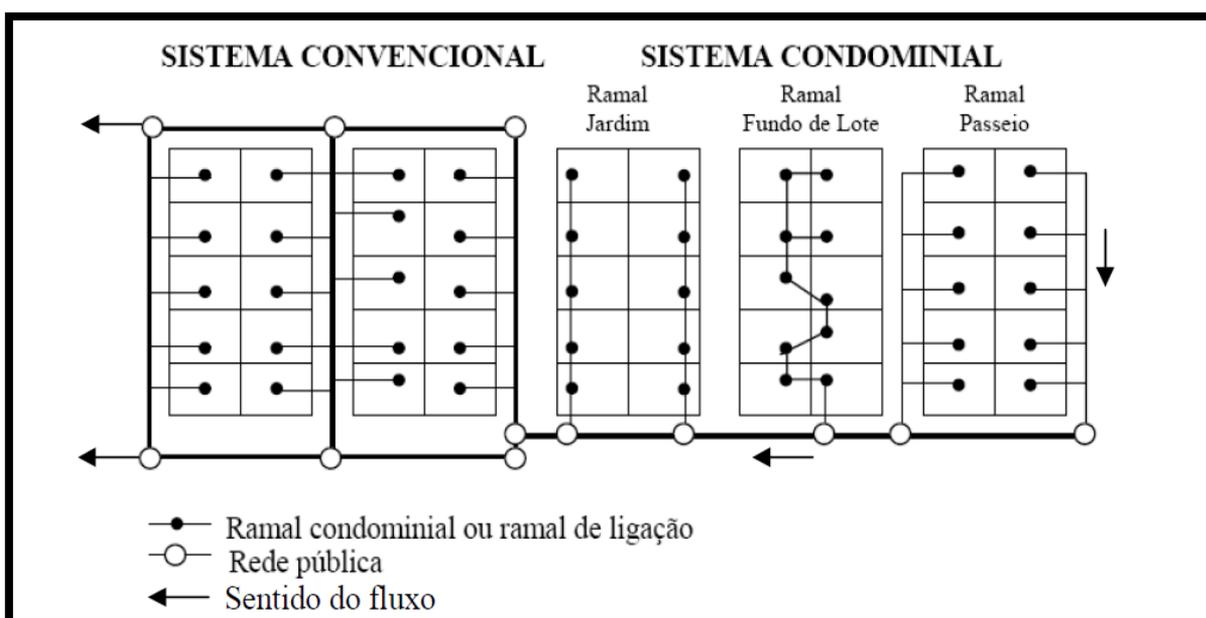
Diante desse aspecto, a premissa fundamental do SCE é a participação da população nas diversas etapas do projeto, envolvendo desde a escolha do local de passagem das tubulações e a participação nos custos do sistema, até a participação em sua instalação e manutenção. Atualmente, a comunidade poderá ter diferentes opções de participação no sistema, que estarão relacionadas ao custo do serviço e a predisposição da mesma em contribuir com a implantação do sistema.

Nesse contexto, pode-se dizer que o SCE se caracteriza por receber o esgoto gerado em um conjunto de casas interligadas, assim como acontece com os apartamentos interligados de um edifício. Nesses ramais interligados, chamados de ramais condominiais, são usados tubos de baixo diâmetro, que são enterrados a pequenas profundidades. O traçado do ramal passa entre os quintais no interior dos

lotes e, ou, perto das calçadas. O traçado deve ser racional e eficiente, ou seja, deve ter maior relação benefício/custo quanto à segurança e ao alcance social (TSUTYIA e ALEM SOBRINHO, 2000).

Cada bloco condominial formado descarrega seu esgoto em tubulações da rede principal de maior diâmetro, ou na rede de um sistema convencional para posterior encaminhamento e tratamento do esgoto coletado. A Figura 9 apresenta o esquema de um sistema condominial de esgoto típico, ao lado de um sistema convencional.

Figura 9 - Representação esquemática de um sistema condominial de esgoto, ao lado de um sistema convencional.



Fonte: Alem Sobrinho et al. (2007).

Como pode ser observado na Figura 9, há uma redução no número de ligações na rede principal e uma sensível diminuição de comprimento da rede pública no SCE, o que contribui para a diminuição dos custos do sistema.

Para o dimensionamento do SCE devem ser usados os mesmos critérios adotados para o sistema convencional. Porém, alguns critérios adicionais devem ser seguidos, principalmente quando as alterações reivindicadas pela comunidade fazem que os cálculos hidráulicos convencionais dos ramais não façam sentido. Esses critérios adicionais variam entre autores que estudaram a aplicação do sistema

condomínial de esgoto. Tsutiya e Alem Sobrinho (2000) fazem as seguintes considerações:

- Diâmetro de ligação ao ramal condomínial: 100 mm, com declividade mínima de 1%;
- Diâmetro mínimo do ramal condomínial: 100 mm, com declividade mínima de 0,006 m/m;
- Utilização das caixas de inspeção no interior das quadras, com recobrimento mínimo de 0,30 m.

Para Mara (2002) a declividade deve basear-se na tensão trativa mínima que garanta velocidade de autolimpeza no tubo. Assim, a declividade deverá ser, no mínimo, 0,004 m/m se o diâmetro for de 100 mm.

Considerando o aspecto da tensão trativa, Mara e Guimarães (1999) construíram os Quadros 1 e 2. O Quadro 1 apresenta diâmetro mínimo determinado em função do número de domicílios para países em desenvolvimento e o Quadro 2 para países industrializados (países desenvolvidos). De fato, a diferença entre essas duas situações está fundamentada no consumo de água, que é maior nos países desenvolvidos.

Tabela 2 - Número de domicílios atendidos por um sistema simplificado de esgotamento sanitário para países em desenvolvimento.

| Diâmetro (mm) | Número máximo de domicílios servidos |
|----------------------|---|
| 100 | 234 |
| 150 | 565 |
| 225 | 1360 |
| 300 | 2536 |

Fonte: (MARA e GUIMARÃES, 1999).

Tabela 3 - Número de domicílios atendidos por um sistema simplificado de esgotamento para países desenvolvidos.

| Diâmetro (mm) | Número máximo de domicílios recebidos |
|----------------------|--|
| 100 | 56 |
| 150 | 136 |
| 225 | 328 |
| 300 | 612 |

Fonte: (MARA e GUIMARÃES, 1999).

Contudo, o sistema condominial de esgoto tem limitação. Mara (2002) destaca que a principal limitação do SCE é que a comunidade deve aceitar a responsabilidade pela operação e pela manutenção do sistema. Diante do exposto, a comunidade deve promover a limpeza dos ramais condominiais quando necessário. O papel das autoridades (companhias responsáveis pelo sistema) limitar-se-á em promover inspeções regulares na tubulação principal, manutenção das estações elevatórias e operação do sistema de tratamento. Dentre os aspectos citados, o fato do SCE apresentar menores custos de implantação, é o sistema de esgotamento sanitário mais utilizados nas principais capitais brasileiras, incluindo o Distrito Federal.

3.1.2 Materiais Utilizados nas Redes Coletora de Esgoto

Os materiais mais utilizados na implantação do sistema de esgoto sanitário e que possuem mais influência neste ramo são os tubos cerâmicos, concreto, PVC, PEAD's, ferro fundido e aço. Alguns materiais já estão deixando de ser utilizados, por exemplo, os tubos cerâmicos por apresentar melhorias e longevidade dos materiais que estão sendo implantados ultimamente.

Considerando estes materiais apresentados, deve-se estudar alguns fatores para determinar a melhor opção dentro dos critérios do projeto de implantação da rede de esgoto. Segundo BEVILACQUA (2006), os critérios que abrangem os aspectos da escolha do tipo do material são:

- Característica do tipo de substâncias do esgoto sanitário;
- Resistência à abrasão e ataque químico;

- Resistência a cargas externas;
- Facilidade de transporte das tubulações ao local de implantação;
- Disponibilidades de diâmetros comerciais necessários;
- Custo do material;
- Custo de assentamento;
- Custo do transporte;
- Métodos utilizados na construção;
- Condições locais.

Para RECESA (2008a), os principais fatores que devem ser levados em consideração quanto a escolha do material utilizado são:

- Característica do solo;
- Característica do esgoto;
- Métodos utilizados na construção;
- Esforços as quais estará sujeita a tubulação (resistências a cargas externas, resistência à abrasão e ao ataque químico);
- Diâmetros disponíveis no mercado;
- Custo (material, transporte e assentamento).

Os principais tipos de tubulações de esgoto sanitário serão apresentados a seguir:

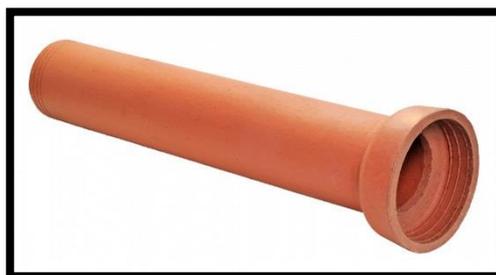
a) Tubo Cerâmico

Segundo RECESA (2008a) e Tsutiya e Alem Sobrinho (1999) o tubo cerâmico tem resistência a ataques agressivos, exceto ácido sulfúrico, e gases existentes no esgoto, contudo, como ponto negativo apresenta maior facilidade de quebra. Em sua implantação é necessário afirmar que o mercado apresenta três formas de junções

para tubulações deste material: juntas de argamassa de cimento e areia, juntas compostas de betume e junta elástica.

Os diâmetros usualmente utilizados são: tipo ponta e bolsa de 75, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 375, 400, 450, 500 e 600 mm, e comprimento nominal de 600, 800, 1.000, 1.250, 1.500 e 2000 mm. Observa-se como o material se apresenta conforme a Figura 10.

Figura 10 – Tubo Cerâmico.



Fonte: Cerâmica Martins (2018).

b) Tubo de Concreto

As tubulações de concreto são utilizadas quando as cargas externas oferecem tensões maiores que a capacidade do tubo cerâmico permite. Esse material quando utilizado deve passar por alguns ensaios, possibilitando julgar a capacidade de exercer a sua funcionalidade em coletores principal, interceptores e emissários. “[...] Todos os tubos de concreto devem ser submetidos, por amostragem, aos ensaios de recebimento quanto à determinação da resistência diametral, verificação de permeabilidade, estanqueidade, e índice de absorção de água”. (TSUTYIA e ALEM SOBRINHO, 1999, p. 113).

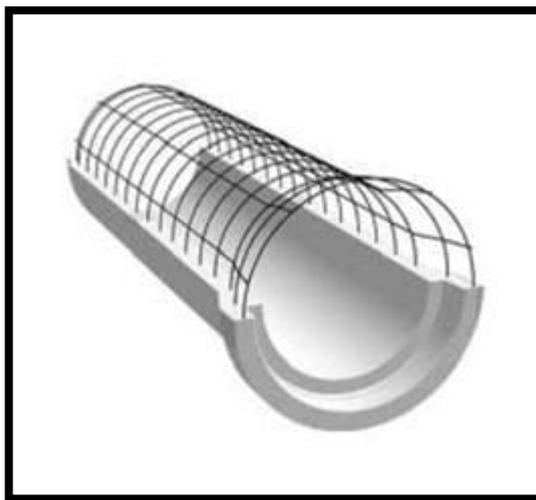
Outros cuidados no que tange à sua utilização são os tipos de materiais ou substâncias que percorrem na tubulação. O próprio concreto apresenta suas resistências e fragilidades às substâncias químicas. Uma das substâncias que pode ocorrer problemas quanto a utilização do concreto seria o ácido sulfúrico e suas variações.

[...] Se o esgoto que for transportado possuir temperaturas acima dos valores normais e altas taxas de concentração de matéria orgânica e sulfato, tem-se a formação do gás sulfídrico. Este ataca a parte seca da tubulação formando o enxofre que, por sua vez, é utilizado por bactérias aeróbias em seus

processos respiratórios, tendo como consequência a produção do ácido sulfúrico que ataca o cimento do concreto, originando, como subproduto, sulfatos de cálcio, ferro e alumínio. (RECESA, 2008a, p. 43).

Pode-se observar na Figura 11 os elementos contidos na tubulação, armadura e concreto, conforme apresentado a seguir:

Figura 11 – Tubo de Concreto Armado.



Fonte: AECWEB (2018).

Os diâmetros usualmente utilizados são: segundo Funasa (2015) e Recesa (2008b), os tubos de concreto são usualmente implantados com a função de emissários, interceptores e coletores principais. Para tubulações de concreto não armado são utilizados para vazões pequenas com diâmetros inferiores a 600mm. Para tubulações de concreto armado são aplicados diâmetros maiores que 400mm.

c) Tubo de PVC

O Poli cloreto de Vinila é o produto obtido através do petróleo com adições de polímeros específicos para esse tipo de empregabilidade do elemento. Este material está tomando o mercado pelas grandes funcionalidades existentes nas redes coletoras de esgoto, assim como nos sistemas de esgotos prediais. Apresenta alta resistência à corrosão e são largamente utilizados em regiões que contêm o lençol freático acima da cota do sistema de coleta de esgoto. Pode-se observar pela Figura 12 como se apresenta a tubulação desse tipo de material.

Figura 12 – Tubo de PVC.



Fonte: PVC Brasil (2010).

Os diâmetros usualmente utilizados são: 100, 150, 200, 250, 300, 350 e 400 mm, obtendo a uniformidade de um mesmo comprimento de 6,0 m para todos os diâmetros (TSUTYIA e ALEM SOBRINHO, 1999).

d) Tubos PEAD - Polietileno de Alta Densidade

O polietileno é um material derivado do petróleo obtido pela polimerização do etileno com catalizadores. Quando adicionado o polímero em baixa pressão é adquirido o PEAD. Este possui a funcionalidade no sistema de esgoto em coletores principais e secundários, como também em emissários submarinos. Este material apresenta muita empregabilidade no método não destrutivo de reconstituição e implantação de redes de esgoto.

De acordo com Bevilacqua (2006), as principais empregabilidades deste material se difere por apresentar: alta resistência ao impacto, maior flexibilidade, baixa rugosidade, menor número de juntas, alta resistência à corrosão e agentes químicos, manuseio e instalação mais fáceis e rápidos.

Os diâmetros usualmente utilizados são: variados os diâmetros de 20mm a 1600mm, do tipo ponta/ponta. A Figura 13 demonstra como o material se configura.

Figura 13 – Tubo PEAD.



Fonte: TRANSPOL – Indústria e Comércio LTDA (2018).

e) Tubos de Ferro Fundido

Recesa (2008a) e Funasa (2015) afirmam que a sua utilização é considerada viável para localidades onde apresentam características pontuais que necessitam de cautelas quanto a uma velocidade alta do escoamento na tubulação, travessias, entre outros. Ainda existem muitas tubulações implantadas com esse tipo de tubulação nas redes coletoras de esgoto no Distrito Federal.

Conforme Tustiya e Alem Sobrinho (1999) afirmam que esse tipo de tubulação tem muita utilidade em estações elevatórias de esgoto, e ainda são empregadas em travessias aéreas, passagem sob rios e locais onde demanda um material que consiga suportar grandes cargas. No que compete ao seu ponto negativo, são os ácidos corrosivos que se encontram no esgoto e até mesmo em solos onde é assentado a canalização.

Os diâmetros comerciais encontrados são 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100 e 1200mm, obtendo 6 m de comprimento.

A seguir pode-se observar pela Figura 14 uma ilustração deste tipo de tubulação.

Figura 14 – Tubo de Ferro Fundido.



Fonte: FERPAC – Tubos e Conexões (2018).

f) Tubos de Aço

O emprego deste material em tubulações de coleta de esgoto se assemelha muito ao ferro fundido, porém ele é apresentado para outras ocasiões quanto à necessidade da finalidade de obter mais resistência quanto a determinadas solicitações necessárias à coleta de esgoto.

Consoante ao que a Recesa (2008a) apresenta, este material evidencia grande serventia em locais que apresentam carregamentos elevados, por exemplo, em travessias com vãos largos, cruzamento subaquático, material que demonstra pouco peso próprio, muita resistência quanto à ruptura e, por fim, estanqueidade plena. Pode-se compreender como o material se apresenta na Figura 15.

Figura 15 – Tubos de Aço.



Fonte: Apuã – Indústria, Comércio e Serviços Ltda (2018).

Os diâmetros usualmente utilizados são: os tubos encontrados são com ponta e bolsa, contendo junta elástica e estão disponibilizados com diâmetros de 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200mm. E ainda, podem ser obtidos em aço soldado, sem costura, rebitado e corrugados.

3.2 A Importância da Operação e Manutenção das Redes Coletoras de Esgoto

O sistema de esgotamento sanitário tem sua funcionalidade íntegra de acordo com o uso adequado das redes coletoras de esgoto. Nesse ponto sabe-se de antemão que são necessários alguns critérios e cuidados para a mantabilidade da operação da rede de esgoto. Diante disso, considera-se importante a disponibilidade de um sistema de operação e manutenção das redes para que possam manter a efetividade do sistema coletor de esgoto em seu constante funcionamento Recesa (2008a).

Conceitua-se manutenção como uma "Combinação de todas as 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" (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1994, p. 6). A manutenção se sucede de um conjunto de fatores que são responsáveis por obstruir o escoamento do esgoto ou o mau funcionamento dos sistemas coletores de esgoto. Sua aplicabilidade se configura na prevenção e remoção de resíduos indevidos na rede, limpeza em tubulações, reparação e conservação das instalações de recalques e demais sistemas que auxiliam no desempenho do sistema de esgoto.

Assim, pode-se conceituar a operação como uma "Combinação de todas as ações técnicas e administrativas destinadas a permitir que um item cumpra uma função requerida, reconhecendo-se a necessidade de adaptação na ocorrência de mudanças nas condições externas" (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1994, p. 2). A aplicabilidade das funções operacionais é a coordenação de serviços de acordo com os níveis de emergências.

Os serviços de manutenção trabalham com o propósito de manter ou alinhar o funcionamento adequado da rede. Estes serviços podem ser classificados como manutenção preventiva e corretiva (SILVA, 2015).

Soma-se a isso, fatores consideráveis, tais como, as manutenções preventivas que visam principalmente atuar em regiões onde comumente ocorrem obstruções, analisar a possibilidade de existirem ligações clandestinas ou infiltrações na rede, pela variação das características do efluente ou a variação da vazão e, principalmente, conhecer o sistema de esgotamento sanitário globalmente para uma melhor gestão dos processos de operação. (MIRANDA e AISSE, 2009).

É interessante dizer que a manutenção corretiva é uma forma menos racional e pouco eficiente de cuidar das redes coletoras de esgoto. Essa consideração é justificada por que esse tipo de manutenção reativa pode levar a um constante estado de amenizar o problema. Diante disso, solucionar o problema seria o reestabelecimento do estado normal ou parcialmente normal da operacionalidade da rede coletora. Somente quando a consequência do problema aparece, é que se busca a solução parcial ou total para aquilo que causou a adversidade. Estas ocorrências não permitem a paralisação da operação, porém podem acarretar no decréscimo da eficiência na execução do serviço. Por todas estas razões, para que possa finalizar o serviço efetivamente de forma antecipada, a manutenção preventiva é o mais apropriado para que não ocorra diversos fatores negativos, por exemplo, retrabalhos desnecessários (RECESA, 2008a).

Dessa maneira, com o comprometimento de se evitar sucessivas operações não planejadas, por exemplo, desobstrução de rede e limpeza de tubulações, destaca-se a importância da manutenção preventiva para manter a operação do sistema de acordo com as mesmas características do planejamento e construção das redes.

Vê-se, então, que as ocorrências são registradas e pontuadas de acordo com os motivos das necessidades da manutenção em cada ponto. Assim, é possível fazer o controle das operações e planejar o desenvolvimento dos trabalhos futuros para sanar o problema ou amenizar as ocorrências.

Logo, é certo que há necessidade de um sistema operacional com a finalidade de conquistar a efetividade dos serviços. É necessário esclarecer um fato que compreende o motivo desta necessidade. O fato é que uma das causas das ocorrências das manutenções são as utilizações incorretas do sistema coletores de esgoto pelos usuários.

De modo geral, a manutenção ocorre quando existe vazamentos nas redes de água ou esgoto. É importante considerar que a informação sobre a ocorrência dos vazamentos geralmente é originada da reclamação por meio do cliente. Existe a maior ocorrência na manutenção corretiva para o sistema de esgotamento sanitário, já que além dos transtornos ao cliente há o risco à saúde e o impacto ao meio ambiente (JUNIOR, 2008).

Como bem nos assegura Silva (2015), pode-se dizer que vários resíduos por rejeitos encontrados na rede coletora de esgoto são responsáveis pela obstrução de redes, por exemplo, pedaços de madeira, areia, cascalho, gordura, além de outros materiais inadequados. Neste contexto, as irregularidades podem advir por efeito do abatimento das fundações ou do próprio tubo, de rupturas de tubulação por efeito de esforços externos não previstos em projetos, ou pela ação danosa, efeito abrasivo, devido à alta velocidade de escoamento do esgoto sanitário misturado com areia e pela agressividade do líquido transportado (efluentes industriais). O mais preocupante, contudo, é a penetração de raízes de árvores que entram na tubulação através de juntas defeituosas ou de trincas provocadas pelas mesmas raízes quando se desenvolvem próximas ao tubo e, neles penetrando encontram ambiente propício ao seu desenvolvimento, tais como água e matéria orgânica disponível.

Assim, reveste-se de particular importância a utilização, pela equipe de manutenção, os trabalhos mecanizados de abertura e fechamento de valas, limpeza de redes, a utilização da pressão da mangueira de água com jatos d'água para limpeza das tubulações, retroescavadeira, guinchos, caminhões de sucção, cabos de aço flexíveis auxiliares e varetas de acoplamento, cortadores de raízes, escovas de aço, máquinas de desentupimento com eixo giratório, colheres e caçambas para recolhimento dos materiais retirados.

Os gastos necessários para realizarem vários serviços de correções são significativos quando se trata de um mesmo problema em um mesmo ponto crítico. Desse modo, salienta-se a importância da manutenção preventiva, uma vez que esse serviço minimiza os custos, assim como transparece a eficiência e a qualidade dos serviços prestados.

Conforme Silva (2015), as ferramentas mecanizadas auxiliam na operação da limpeza de redes e permitem o retorno do escoamento do esgoto concentrado. Estas

ocorrências podem ser minimizadas com o controle adequado das regiões com mais indicações de operações de lavagens de redes, por exemplo, indicando a fiscalização do esgotamento sanitário para apurar os segmentos que acarretam nestas negligências dos usuários quanto ao uso inadequado das instalações hidrossanitárias.

A fiscalização e a manutenção devem agir em conjunto para auxiliar no desenvolvimento da manutenção das redes. Diante disso, vale considerar que a fiscalização necessita do auxílio dos equipamentos de manutenção na limpeza das redes para possíveis inspeções visuais em lugares sem acesso, devido ao entupimento das redes. Além do mais, a fiscalização pode determinar a precisão de vários problemas futuros iminentes. Espera-se, portanto, que pelas fiscalizações dos imóveis coordenados com a equipe de operação e manutenção, possam-se proporcionar a prevenção de problemas maiores. A integração da equipe de manutenção e fiscalização é importante, a fim de que se tenha um maior controle de qualidade dos serviços prestados, por exemplo, uma inspeção visual auxiliada com vídeo inspeção.

O fator que correlaciona a eficiência da operação e manutenção das redes de esgoto é a forma que são solucionados os problemas com medidas preventivas. Sendo assim:

O desempenho operacional do sistema de esgotos sanitários está correlacionado com a sistemática e a eficiência da manutenção, por isso, é necessário a adoção das manutenções corretivas, preventivas e emergenciais, dando ênfase às manutenções preventivas, que utilizada com recursos humanos, equipamentos especiais e profissionalismo, diminuirá significativamente as manutenções emergenciais e corretivas. Com a adoção de inspeções de rotina nos pontos de entupimento de esgotos, denominados "PONTOS CRÍTICOS", sobretudo, do aumento de redes de esgotos hidrojateadas e da implantação dos procedimentos de manutenção, as manutenções nas redes de esgotos serão reduzidas, além da diminuição dos custos operacionais e da garantia da satisfação dos usuários do sistema e da preservação do meio ambiente, bem como da garantia de resultados eficazes (SILVA, 2015, p. 10).

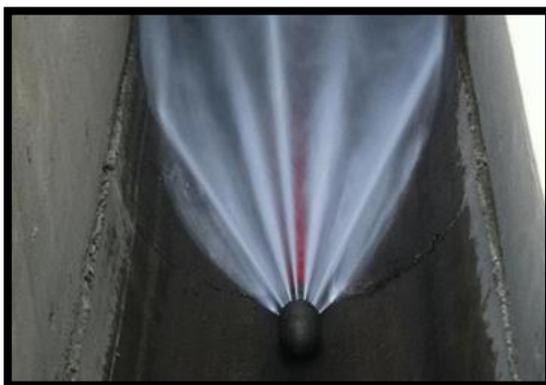
Para que haja eficiência no funcionamento do sistema de coleta dos efluentes, são necessários investimentos em manutenção preventiva, com aquisição de novos equipamentos para limpeza das tubulações, assim como a utilização de novas tecnologias que venham favorecer a redução de extravasamentos de esgotos nos mananciais (SILVA, 2013).

A seguir serão apresentados alguns usos das tecnologias que se utilizam para a operação das redes coletoras de esgoto, segundo Silva (2013).

3.2.1 Hidrojateamento

A utilização do hidrojateamento consiste na desobstrução e limpeza de ramais prediais e coletoras de esgoto sanitário por meio de jato d'água de alta pressão. (Figura 16).

Figura 16 – Hidrojateamento na rede.



Fonte: PANPF (2018).

3.2.2 Limpa Fossa

É composto por um sistema de sucção utilizado para a limpeza de fossas e subsolos, bem como para operações de retirada de cascalho no interior de esgotos. Normalmente é feito o uso de caminhões limpa fossa (Figura 17).

Figura 17 – Caminhão Limpafossa.



Fonte: EURO-VAC (2018).

3.2.3 Sistema de Inspeção Vídeo Robotizada

Conforme Silva (2013), a tecnologia utilizada é de origem francesa com adaptações para as condições físicas do sistema de esgotamento sanitário adotado pelo Brasil. Este sistema tem o objetivo de apresentar a real situação estrutural e operacional das redes inspecionadas através de imagens capturadas e registradas por um robô, isto é, favorece a identificação dos problemas e anomalias, bem como determina a metragem exata dos danos no interior das tubulações (Figura 18).

Figura 18 – Filmagem robotizada.



Fonte: PANPF (2018).

Silva (2015) deixa claro a relevância da manutenção para os usuários quanto a prestação de serviços. Esse é o motivo pelo qual vale destacar a importância da fiscalização das instalações de esgoto para que possam constituir a integridade das equipes para combater os indícios que podem causar retrabalhos futuros, bem como sanar o encaminhamento de equipes e maquinários para limpezas de redes constituindo-se em mais gastos. E ainda, efetuar serviços totalmente qualificados e efetivos para a população, preservando o meio ambiente.

Em poucas palavras, a operação e manutenção das redes são a representação constituída das responsabilidades pelo desempenho adequado das correções e o escoamento adequado do esgoto.

3.3 Conhecendo os Problemas Encontrados na Rede Coletora de Esgoto

O Sistema de Esgotamento Sanitário se constitui em uma aplicação para o afastamento de materiais e substâncias prejudiciais para a população e, acrescenta-se a isto a preservação do meio ambiente no que se refere à poluição da água e do solo.

Em paralelo, um dos fatores que provoca a ocorrência dos problemas encontrados nas redes coletoras de esgoto pelas equipes da manutenção e fiscalização de esgoto é a necessidade do aumento na conscientização da população quanto ao correto uso da rede coletora de esgoto. Esse é um dos desafios para as empresas prestadoras de serviços por que é uma questão socioambiental. Alguns materiais impróprios são introduzidos na rede e dificultam a operacionalidade do sistema de esgoto.

Pode-se relatar que nos serviços de manutenção preventiva ou corretiva, o operador é responsável pela equipe que deve discriminar os tipos de resíduos encontrados, para facilitar as ações de gestão por bacias de esgotamento. Os materiais mais frequentemente encontrados nas redes de esgotamentos sanitário são: raízes, graxas e gorduras, areia, restos de construções e lixo. (MIRANDA e AISSE, 2009).

Conforme Miranda e Aisse (2009) citam como medida preventiva, a retirada de árvores próximas às tubulações, para reduzir a possibilidade das raízes adentrarem nas juntas das tubulações ou entre a tubulação e o PV. A redução de óleos e graxas podem ser alcançadas com a obrigaçao do uso da caixa de gordura na rede interna da edificação, antes de interligar o sistema de esgotamento sanitário. A areia encontrada na rede coletora de esgoto está diretamente ligada à existência de tubulações indevidas de águas pluviais direcionadas à rede de esgoto.

O cuidado durante a execução da rede de esgoto evita a eventualidade de ocorrer rupturas ou a existência de detritos dentro da tubulação. O serviço de educação ambiental objetiva orientar os usuários do sistema de esgoto sobre os tipos de rejeitos que não devem ser direcionados para o esgotamento sanitário.

Apresenta-se a seguir alguns problemas encontrados nas tubulações de esgoto por aportes indevidos de rejeitos nas instalações do esgotamento sanitário.

3.3.1 Entupimento de Rede Coletora de Esgotos por Aporte Indevido de Resíduos Sólidos

Os resíduos impróprios encontrados na rede são devido a objetos lançados em descargas de vasos sanitários, lançamento de materiais de construções em caixas de inspeções, panos de cozinha, cabos de vassoura, entre outros materiais.

Os objetos que, comumente, são mais encontrados na rede são: cigarro, cotonete, fralda, fio dental, cabelos, absorvente higiênico, preservativo, algodão, gaze, cigarro, embalagens de shampoo etc. Essa prática incorreta pode comprometer toda a rede coletora de esgotos, gerando grandes gastos com manutenção (RECESA, 2008a, p. 51).

Quando o usuário solicita o desentupimento da tubulação, geralmente se utilizam diversos métodos para que possam ocorrer a desobstrução. Utilizam-se desde cabos flexíveis até, em últimos casos o hidrojato.

3.3.2 Incrustações nas Tubulações de Esgoto

As incrustações recorrentes que são encontradas são devido à gordura que sofre o processo de solidificação e que ficam aderida à tubulação, obstruindo o escoamento do esgoto. Este processo ocorre por um grande equívoco dos usuários na tentativa de desentupir a pia com soda cáustica, transformando quimicamente a gordura em uma composição empedrada que adere às paredes da tubulação, causando a obstrução do escoamento do esgoto.

A gordura não deve ser lançada para a tubulação de esgoto. Isso ocorre ou pela ausência da caixa de gordura ou pela falta de manutenção da mesma. A caixa de gordura tem que ser limpa periodicamente para que não ocorra a passagem de gordura para a rede coletora de esgoto.

3.3.3 Corrosão e Odor em Sistemas de Coleta e Transporte de Esgoto Sanitário

Alguns materiais encontrados no esgoto são substâncias que tem formação em gás que, em concentração, podem causar malefícios aos trabalhadores, assim como causar corrosões em alguns tipos de tubulações.

As substâncias responsáveis pela geração de odores ofensivos encontradas em esgoto sanitário são, de modo geral, resultantes da decomposição anaeróbia de matéria orgânica contendo enxofre e nitrogênio e, notadamente, pela redução de sulfatos a sulfetos, também em anaerobiose (RECESA, 2008a, p. 55).

Tsutiya e Alem Sobrinho (1999) compreendem que os sistemas de coleta e transporte de esgoto sanitário, particularmente aqueles de maior porte e localizados em áreas de temperaturas altas, apresentam um elevado potencial de formação de produtos que são passíveis de gerar odores ofensivos e corrosão dos condutos de esgotos quando estes são cimento ou metálicos (aço ou ferro fundido).

O esgoto tem a tubulação com escoamento livre mantendo a parte superior liberada para que os gases possam dissipar pela tubulação sem que ocorra o acúmulo. Com o entupimento da tubulação ocorre o acúmulo dos gases, podendo causar consequências adversas.

Nas tubulações, adotam-se formas de não ocorrer esse acúmulo prejudicial, pois alguns gases encontrados, por exemplo, o ácido sulfídrico em contato com a tubulação de concreto é totalmente corrosivo.

3.3.4 Identificações de Ligações Clandestinas

Este problema ocorre devido a construções indevidas da interligação de águas pluviais na rede coletora de esgoto ou esgoto interligado em redes de drenagens de águas pluviais causando danos e contribuindo na poluição da água. Estas ocorrências são frequentes em construções não regulamentadas e trazem problemas tanto para a operação do esgoto quanto para as águas pluviais.

É preocupante, contudo, a entrada de águas pluviais nas redes de esgotamento, dado que prejudica a eficiência do sistema de tratamento do esgoto na ETE. Os problemas do escoamento podem acarretar remansos nas redes de esgoto, extravasando nos PVs ou nos pontos de coletas de esgotos das diferentes economias, acarretando em problemas ambientais, de saúde pública e na imagem da empresa. (MIRANDA e AISSE, 2009).

De acordo com Nuvolari (2011), as ligações de águas pluviais às redes de esgoto ocorrem com alguma frequência em imóveis residenciais por iniciativa imprópria de construtores leigos, encanadores ou curiosos, sobretudo quando essas

ligações trazem maiores facilidades ou maior economia para as suas empreitadas. Por essas ligações, são encaminhadas para o coletor sanitário as águas pluviais coletadas em telhados, quintais, porões, pátios e terraços, inclusive de águas subterrâneas que surgem nos lotes urbanos

Portanto, se não houver a fiscalização ou controle, pode-se obter a contribuição da água de chuva causando transbordamentos de esgotos pelos PVs, além disso causará o aumento da vazão do esgoto, o que prejudicará o tratamento do esgoto nas ETEs.

3.4 O Papel da Fiscalização das Redes Coletoras de Esgoto

Segundo PANPF (2018), o procedimento de fiscalização da rede coletora de esgoto, no âmbito da CAESB, dá-se de forma contínua. Isso significa que não há distinção quanto a escolha do local da fiscalização. Assim, são realizados os seguintes procedimentos durante essa etapa:

3.4.1 *Inspeção Visual*

Consiste na identificação e avaliação dos sistemas de captação de efluentes a olho nu. Pode-se observar pela Figura 19 onde está direcionado o esgoto.

Figura 19 – Inspeção visual.

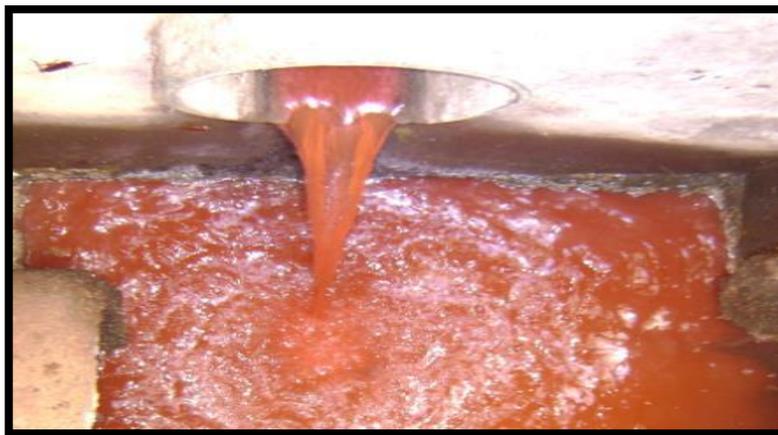


Fonte: PANPF (2018).

3.4.2 Inspeção Visual com Corante

É realizada com a inserção de água pigmentada nas instalações hidrossanitárias para a verificação do trajeto realizado dos efluentes, identificando com precisão o local do lançamento do esgoto e de águas pluviais. Observa-se pela Figura 20 a sua utilização.

Figura 20 – Inspeção visual com corante.

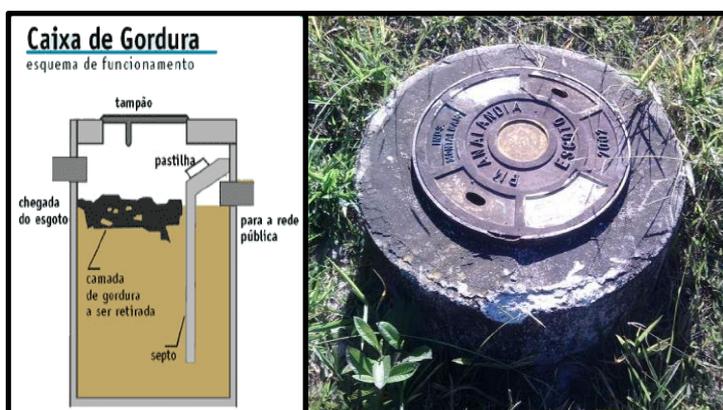


Fonte: PANPF (2018).

De forma geral, os itens a serem inspecionados são caixas de inspeções, caixas de gordura, rede coletora de esgoto, caixas desconectora de gases. Além disso, o sistema separador de areia e óleo destinados a locais que trabalham com manutenção de automóveis, manutenção de bicicletas, lava a jato, entre outras áreas afins.

De forma a ser compreensível o sistema dos tipos de caixas citadas acima, a seguir será permitido ilustrar pelas Figuras 21:

Figura 21 – Caixa de gordura simples e rede coletora de esgoto.



Fonte: PANPF (2018).

Para que não exista indeterminações durante o procedimento da inspeção, sugere-se as cores específicas para cada local das vistorias comuns sendo estas:

- Vermelho: lavatórios e vasos sanitários;
- Verde: pias de cozinhas;
- Azul: tanques de lavar roupa;
- Amarelo: águas pluviais.

Os fatos mais comuns que exigem a utilização do corante são: instalação irregular de fossa, obstrução das tubulações e/ou caixas de inspeção, o uso de ralo sifonado no sistema de água pluvial sendo irregular este tipo de ligação, entre outros. Observa-se os modelos dessas instalações pela Figura 22.

Figura 22 – Caixa de inspeção e Caixa desconectora de gases.



Fonte: PANPF (2018).

3.4.3 Teste de Fumaça

Este teste destaca-se por atingir várias quadras em um único instante, mostrando-se eficiente em relação ao tempo e a facilidade de ser identificadas as irregularidades, possivelmente, ocultas. Devido à fumaça lançada na rede, é capaz de identificar sistemas de drenagem pluvial interligados ao sistema de esgotamento sanitário e a localização de danos no ramal predial e na rede coletora de esgoto.

Em virtude das irregularidades que tornam ineficaz a identificação por meio da fumaça, faz-se necessário o auxílio do corante que será aplicado em casos duvidosos. Por maior que seja a funcionalidade do teste de fumaça, alguns casos são necessários a realização de métodos mesclados como o uso do corante e a fumaça, em razão da fumaça não conseguir atingir a superfície impossibilitando o registro fotográfico, ou até mesmo dificultando a orientação ao indicar a irregularidade identificada.

Para dar-se início ao teste, necessita-se de um preparo técnico. Desse modo, faz-se um mapeamento da área que é realizado com o cadastro do projeto da rede local. Outrossim, verificam-se todos os PVs analisando o fluxo e os pontos possíveis para acoplar o insuflador de fumaça. Contudo, o teste deve ser realizado, apenas, com a rede coletora de esgoto desobstruída e limpa. De acordo com a área que será efetuado o teste, deve-se fazer um chamado para a equipe de manutenção permitir o fluxo do esgoto corretamente.

Como este teste necessita do emprego da fumaça como tecnologia para identificar as irregularidades deve ser comunicado para a população da área a ser inspecionada, como também para o Corpo de Bombeiros, Defesa Civil, Administração Regional e o Escritório Regional. Além de tudo, com antecedência de 48 (quarenta e oito) horas para os órgãos públicos e para a população 24 (vinte e quatro) horas.

Priorizam-se as orientações em casos de idosos e pessoas com enfermidades, salientando quanto às características da fumaça. Vale ressaltar que a fumaça não é tóxica e a CAESB assegura que não apresenta nenhum risco para a população.

Existem algumas exceções que não podem ser realizados este teste como em áreas de funcionamento permanente, como por exemplo: hospitais, hotéis, rodoviárias, aeroportos, entre outros. Em áreas de funcionamento público o teste será

realizado apenas por motivos graves, em fins de semanas e feriados, através de comunicado oficial e por meio do acompanhamento de pessoas responsáveis pelas edificações, bem como o auxílio da equipe de manutenção.

No cerne dessa questão encontra-se o procedimento de insuflar fumaça por intermédio do mecanismo do insuflador, considerado como um ventilador de potência, responsável por pressurizar a fumaça nas tubulações da rede coletora de esgoto uniformemente (Figura 23).

Figura 23 – Insuflador.



Fonte: PANPF (2018).

Para dar início aos procedimentos deve testar o insuflador, anteriormente, bem como verificar a disponibilidade de combustível, óleo e fluído insuflador. Ademais, estar com os equipamentos de proteção individual, como por exemplo: óculos de proteção, botina, calça, protetor auricular, blusa, luvas e máscara.

Quanto ao fluído que é responsável pela composição da fumaça a ser lançada na rede, não necessita de transporte especial, nem contém contaminantes atmosféricos. O fluído contém bicarbonato de petróleo.

Na execução do procedimento do teste o Departamento de Trânsito do Distrito Federal (DETRAN) acompanha dando suporte com a interdição dos poços de visita onde serão instaladas as máquinas insufladoras de fumaça.

Finalmente, ao iniciar o teste são verificadas irregularidades, além da devida orientação do responsável do sistema interno de esgoto, necessita-se que os fiscais

hidrossanitários entreguem panfletos relativos, especificamente, a cada adversidade encontrada, anexando-o à via do Termo de Ocorrência de Irregularidades (TOI) recebida pelo cliente.

Posteriormente, faz-se necessário a elaboração de um relatório com dados estatísticos encontrados na sistemática (fiscalização de várias residências em uma mesma área), além de registro fotográfico que enfatizam o endereço e todas as etapas do teste de fumaça.

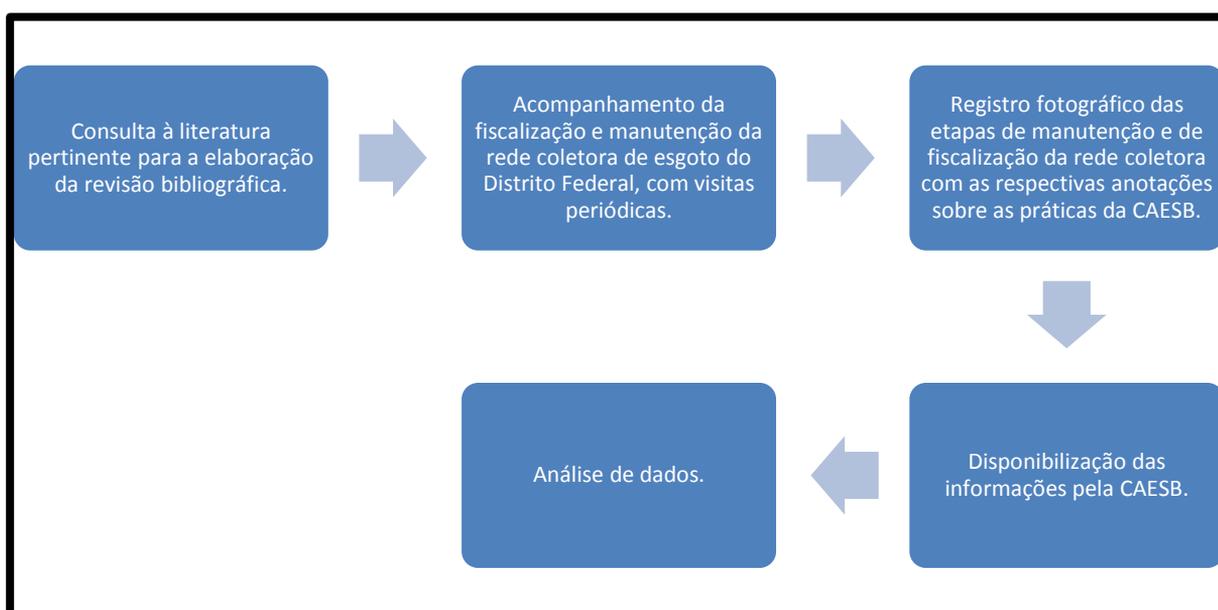
Assim sendo, esse relatório, geralmente, é feito apenas em caso de clientes especiais que a solicitação da vistoria é realizada com documentos oficiais necessitando-se de respostas detalhadas com registros apurados. Consta-se no corpo do relatório: cópia do auto de infração, notificação, relatório fotográfico, ordem de serviço; e caso necessário deve contar metodologias e embasamentos técnicos utilizadas, bem como tudo o que for necessário para expressar de forma clara o problema analisado em todo o andamento do processo.

4. METODOLOGIA

Para a elaboração deste trabalho, foram adotadas as seguintes etapas metodológicas:

- a) A primeira delas foi a pesquisa bibliográfica e documental, por meio de revisão bibliográfica acerca dos seguintes temas gerais: saneamento básico, legislação em saneamento básico, planos de saneamento básico, impactos à saúde e ao meio ambiente pela inadequação dos serviços de esgotamento sanitário.
- b) A segunda etapa consistiu com o início da pesquisa quantitativa. Nesse caso, foi solicitado à Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (CAESB) informações sobre os serviços de manutenção e fiscalização da rede coletora de esgoto. Com base nessas informações, foi feita uma análise da situação da rede coletora, procurando identificar quais os principais problemas, bem como os principais materiais (objetos indevidos) retirados. As regiões que abrangem este estudo são beneficiadas pelo tratamento de esgoto das Estações Sul e Norte. Com isso, esta pesquisa foi direcionada para analisar quantitativamente a influência desses rejeitos que são direcionadas para estas ETEs. Em resumo, a Figura 24 mostra, de forma geral, as etapas de execução do trabalho.

Figura 24 – Fluxograma de execução do trabalho.

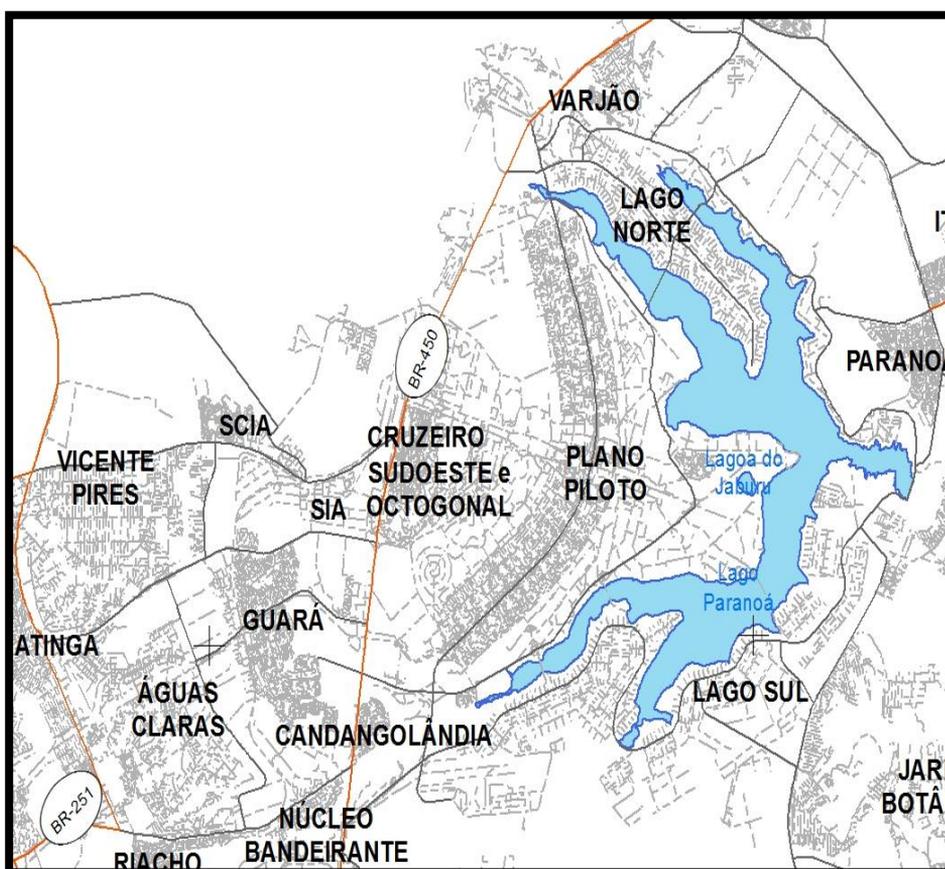


Fonte: autor.

Foi realizada uma análise quantitativa apresentando os tipos de resíduos encontrados pelas equipes de manutenção, bem como as irregularidades encontradas pela fiscalização do esgoto.

Os dados foram oriundos das regiões administrativas de Brasília, Estrutural, Lago Norte, Lago Norte/Taquari, Varjão, Candangolândia, Cruzeiro, Guarã I e II, Lago Sul, Núcleo Bandeirante, Octogonal, St. Compl. Ind. e Abastecimento, Sudoeste. A Figura 25 mostra as regiões administrativas consideradas.

Figura 25 – Regiões administrativas que direcionam o esgoto para as ETES Sul e Norte.



Fonte: SITURB (2017).

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Por meio das fiscalizações do esgotamento sanitário realizadas pela CAESB, através das inspeções, são apontados os problemas encontrados e lavrado um Termo de Ocorrência de Irregularidades (TOI). Esse termo tem as informações dos tipos de irregularidades encontradas, como por exemplo, ausência de caixa de gordura, falta de manutenção nas caixas de inspeções, odor por falta de fecho hídrico do ralo sifonado, entre outras irregularidades. Desse modo, pode-se quantificar cada tipo de irregularidade encontrada, utilizando-se os métodos descritos no item 3.4 da revisão da literatura.

Contudo, no que tange à operação e manutenção da rede coletora de esgoto, as equipes efetuam as inspeções e realizam os serviços de manutenções preventivas e corretivas. Durante a execução de desobstrução e limpeza da rede, são quantificados os tipos de materiais retirados.

As equipes de manutenção e fiscalização realizam os serviços de forma integrada, na tentativa de melhorar a qualidade dos trabalhos, evitando, com isso, o retrabalho.

À vista disso, analisou-se separadamente as redes coletoras de esgotos que estão diretamente relacionadas às ETEs Sul e Norte.

As regiões que representam a ETE Norte são: uma parte de Brasília, Estrutural, Lago Norte, Itaquari e Varjão. Essas regiões foram contempladas com 663.775,83 m de rede de esgoto, com 45.053 ligações prediais.

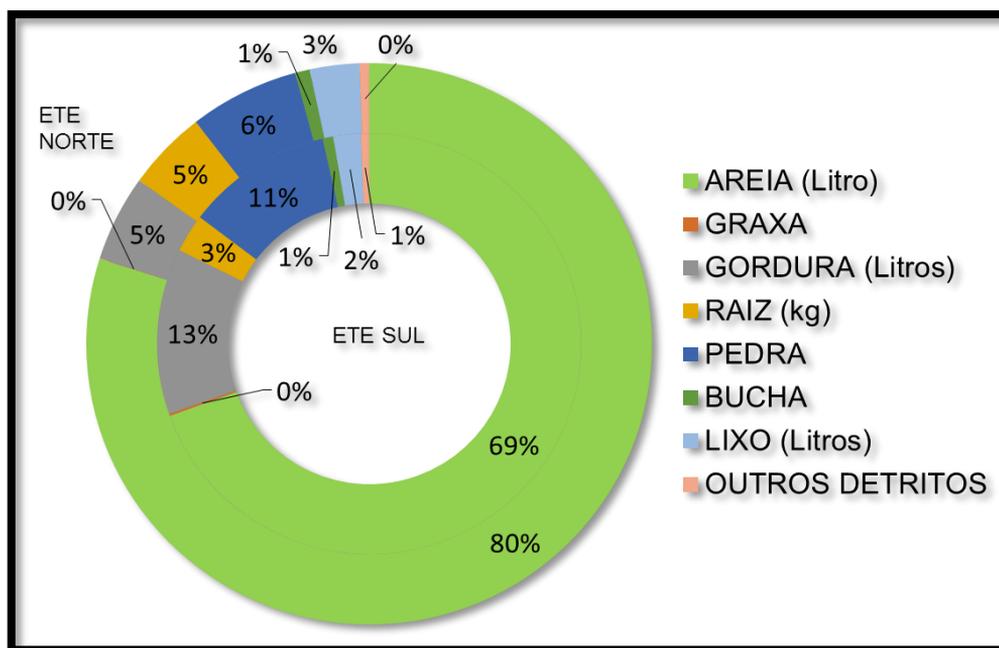
Por outro lado, a ETE Sul envolve as regiões administrativas a seguir: uma parte de Brasília, Candangolândia, Cruzeiro, Guará I e II, Lago Sul, Núcleo Bandeirante, St. Compl. Ind. e Abastecimento (SCIA), St. de Ind. e Abastecimento (SIA) e Sudoeste. Essas regiões foram beneficiadas com 965.216,60 m de extensão de rede de esgoto, bem como 80.835 ligações prediais.

5.1 Resíduos Encontrados nas ETEs Norte e Sul

Em geral, os resíduos encontrados tanto na ETE Norte quanto na ETE Sul são os mesmos. Eles são classificados conforme aos seguintes itens: areia, graxa,

gordura, raiz, pedra, bucha, lixo e outros detritos. No entanto, as quantidades de resíduos são diferentes. O Gráfico 1 mostra os tipos de resíduos e suas respectivas quantidades quando se realizam uma manutenção preventiva.

Gráfico 1 – Quantitativo de resíduos encontrados em relação à ETE Norte e Sul.



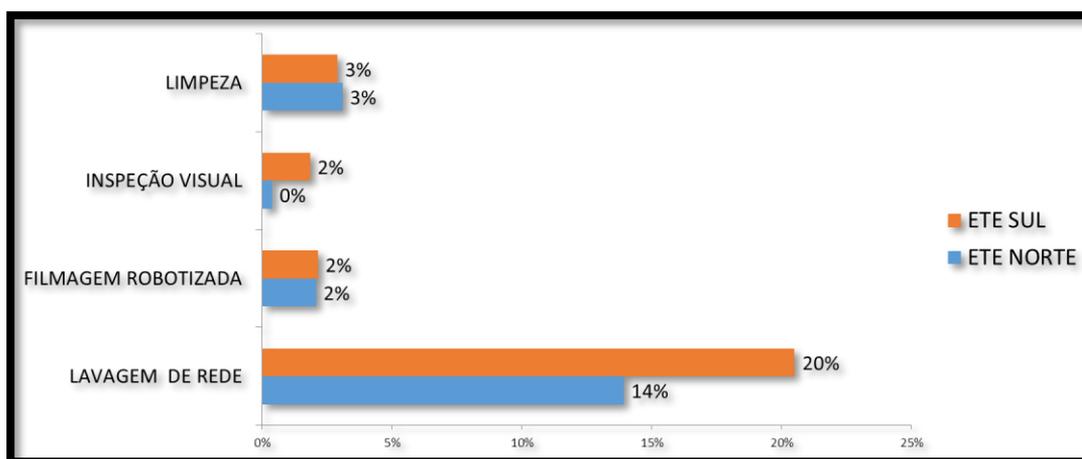
Fonte: PANPF (2018).

A manutenção preventiva tem o objetivo de reduzir ou minimizar os possíveis problemas oportunos que podem vir sem um planejamento antecedente. Diante disso, num primeiro momento, pode-se observar que nas regiões que influenciam no direcionamento do esgoto da ETE Norte, os resíduos encontrados são areia, pedra e gordura, com destaque para a areia, que atinge o valor de quase 80% do total de materiais encontrados. Em relação à ETE Sul, aproximadamente 69% dos resíduos retirados das tubulações de esgoto são de areia.

A grande quantidade de areia observada tanto na ETE Norte quanto na ETE Sul é decorrente a fatores que, possivelmente, podem ser relacionados a rejeitos de construções, águas pluviais direcionada indevidamente à rede coletora de esgoto e deterioração de caixas de inspeção por falta de manutenção, promovendo o carreamento do solo para o esgoto.

Ainda com base neste aspecto, os métodos da retirada dos resíduos das ETEs Norte e Sul são baseados em lavagem de rede, filmagem robotizada, inspeção visual e limpeza manual, quando necessário. Por meio da metragem total de rede, pode-se observar pelo Gráfico 2 o quantitativo em conformidade de cada tipo de serviço.

Gráfico 2 – Quantitativo dos serviços preventivos – ETEs Norte e Sul.

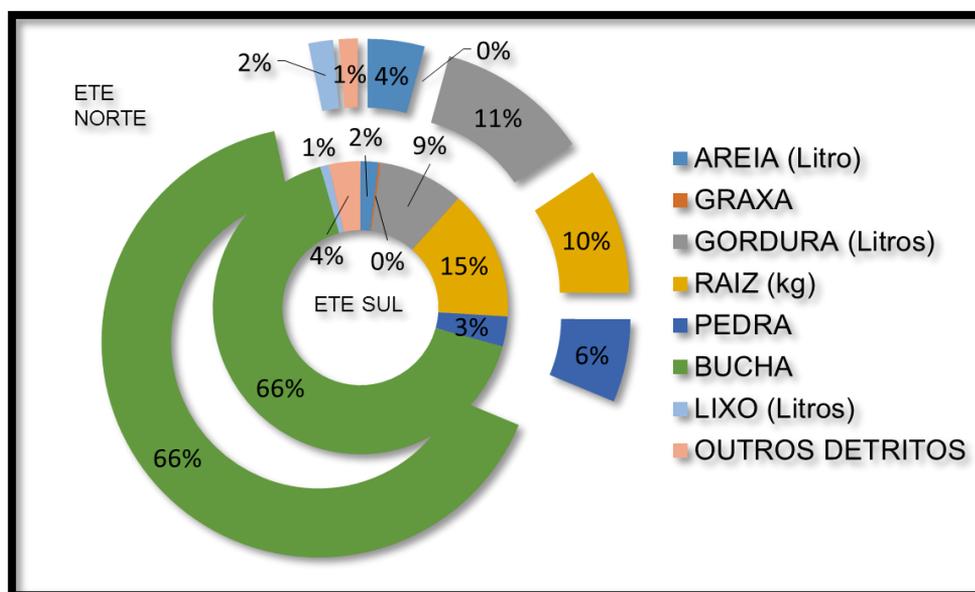


Fonte: PANPF (2018).

Cabe destacar que grande parte dos serviços realizados na rede de esgoto foram da lavagem de rede, obtendo 20% da ETE Sul e 14% na ETE Norte.

Em contrapartida, enquanto manutenção corretiva, outros resultados foram encontrados com os mesmos tipos de detritos classificados acima. A manutenção corretiva se deve por soluções imediatas, ou seja, por motivos da falta de planejamento anterior ao problema deve-se fazer correções imediatas. Desse modo, o Gráfico 3 a seguir aponta os quantitativos dos resíduos retirados nessa situação.

Gráfico 3 – Quantitativo de resíduos encontrados em relação às ETEs Norte e Sul.



Fonte: PANPF (2018).

Nesse contexto ficou claro que os tipos de detritos retirados na manutenção corretiva foram diferentes da manutenção preventiva. Uma interpretação possível diante desse cenário apresentado, destacou-se entre eles a bucha, raiz e gordura. Diante disso, a resposta mais racional para esta situação se deve justamente pelo tipo de manutenção ressaltada, isto é, sendo uma solução instantânea decorrente de um problema insolúvel pelos detritos destacados.

Diante desses dados, observou-se que considerando a bucha sendo um dos maiores índices de detritos retirados na ETE Norte onde obteve um percentual bem significativo de 66%, de forma semelhante a ETE Sul atingiu um percentual 66%.

Por conseguinte, de acordo com os dados apresentados compreende-se que perante a quantidade de resíduos de raízes a ETE Norte possui 10%, tal como a ETE Sul constatou-se 15%. As raízes são causadoras de rachaduras em tubulações e caixas de inspeções. Consequentemente, é possível que o esgoto possa escoar pelo solo causando danos ambientais.

Enquanto isso, verificou-se que a gordura, sendo um dos principais resíduos responsáveis por causar incrustações na rede, aumenta a retenção do esgoto nas tubulações, propiciando transbordamentos. Vale observar que na ETE Norte retirou-

se 11% do total de resíduos considerados como gorduras, enquanto que na ETE Sul esse percentual foi de 9%.

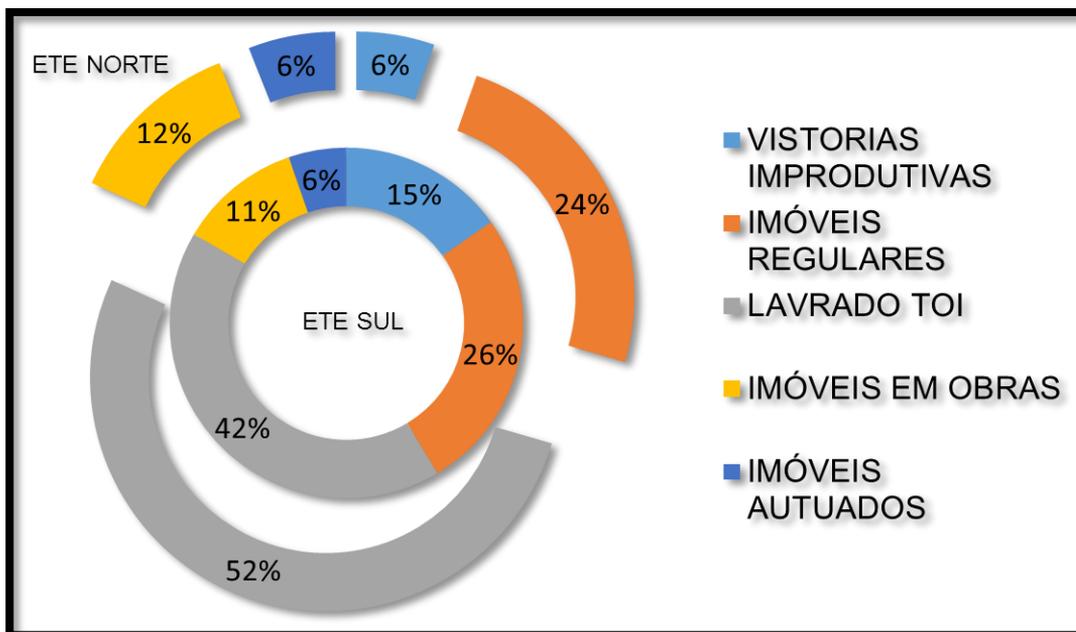
5.2 Irregularidades Encontradas nas Redes Coletoras de Esgoto

As irregularidades verificadas nas redes coletoras que direcionam o esgoto para as Estações de Tratamento Norte e Sul têm, de maneira geral, as mesmas características. Essas irregularidades foram observadas nos seguintes itens: caixa de inspeção, caixa de gordura, sistema separador de areia e óleo, sistema de fossa séptica e sumidouro. Adicionalmente, também foram observados problemas em itens internos das edificações prediais, tais como: desconector de gases e sistema de recalque, além da retirada de ligações de águas pluviais da rede de esgoto e vice-versa.

Sob outra perspectiva, a dinâmica das vistorias nas instalações internas de esgoto foi caracterizada de acordo com a situação em que o imóvel se encontrava, isto é, o imóvel pode ser classificado e preenchido na ordem de serviço como: vistoria improdutiva, imóvel regular, lavrado TOI, imóvel em obra e imóvel autuado.

De certo, vistoria improdutiva se estabelece para casos em que o imóvel está fechado ou que não apresenta a presença de algum responsável maior de idade para receber o agente da companhia de saneamento. Contudo, o imóvel regular se configura quando no ato da vistoria não se encontrou nenhuma irregularidade. Já quanto imóvel caracterizado como “lavrado TOI”, são verificadas inconsistências e, nesse caso, preenche-se um termo que determina os problemas a serem corrigidos em um prazo determinado. Esse prazo é determinado segundo as determinações da Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal (Adasa). O Gráfico 4 mostra os serviços de vistoria que foram realizados.

Gráfico 4 – Serviços de Fiscalização e orientação – ETEs Norte e Sul.



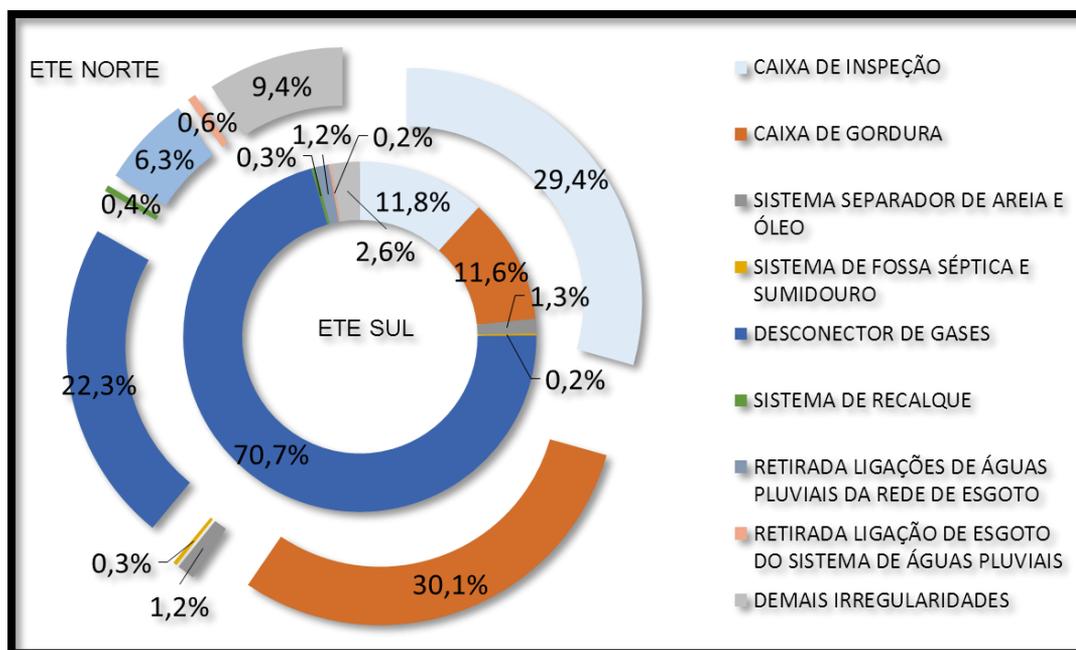
Fonte: PANPF (2018).

É importante salientar que mesmo sendo uma amostra quantitativa diferente, no total de imóveis vistoriados, os percentuais de imóveis regulares são bem semelhantes. Ou seja, para a ETE Norte foi de 26% e a ETE Sul foi de 24%.

O que diverge entre essas duas abrangências, conforme pode ser observado no Gráfico 4, são os imóveis irregulares, isto é, “lavrado TOI”. Enquanto que na ETE Norte constatou-se 52% de imóveis irregulares, na ETE Sul encontrou-se 42%. Isso, em termos relativos, significa dizer que há maior problema na bacia de contribuição da ETE Norte.

Dentro da amostra dos imóveis irregulares foram encontrados diversos casos a serem corrigidos, conforme constatado na vistoria das edificações. A descrição dos problemas a serem corrigidos foram destacados pelo Gráfico 5.

Gráfico 5 – Irregularidades encontradas na bacia de contribuição das ETEs Norte e Sul.



Fonte: PANPF (2018).

Percebe-se que o item em análise “desconector de gases” foi um dos maiores índices de irregularidades apontado no Gráfico 5. Sendo assim, isso implica na entrada de gases existentes na rede coletora de esgoto, oriundos, possivelmente, da decomposição da matéria presente na própria rede. Esses resíduos podem ser de origem hospitalar, industrial e residencial, podendo causar problemas de saúde à população pelo seu grau de toxicidade.

Identificou-se que 14.186 imóveis obtiveram irregularidades quanto ao “desconector de gases” nas regiões da ETE Sul, com representatividade de 70,7%. Enquanto que na ETE Norte, apenas 837 imóveis obtiveram esse tipo de inconstância dessa característica, perfazendo o total de 22,3%.

Da mesma forma, a “caixa de inspeção” (CI) teve uma notória visibilidade quanto às outras irregularidades. Apontou-se 1.101 irregularidades (29,4%) para as regiões administrativas da ETE Norte; enquanto que para a ETE Sul o total foi de 2.359 irregularidades (11,8%). Diante do foi observado, pode-se dizer que a CI deve ter manutenção constante, pois ela tem um funcionamento contínuo em um edifício comercial ou residencial, afinal, é um dos pontos que permite o escoamento de todo o esgotamento sanitário da edificação.

Por certo, os problemas que foram encontrados na CI são: a falta de reboco e ausência do fundo canaleta. Certamente, o reboco é indicado quando existem aberturas, permitindo a entrada de solo ou animais, por exemplo, camundongos e escorpiões. Enquanto que a ausência de fundo canaleta causa a retenção de líquidos e de matéria orgânica, contribuindo para a produção de gases. A Figura 22, apresentada no subitem 3.4.2, representa uma configuração “tipo” de como deve ser o fundo canaleta de uma CI.

Sob o mesmo ponto de vista, a caixa de gordura é um dos pontos críticos nas vistorias, pois o lançamento de gordura nas tubulações causa grandes danos às redes de esgotamento sanitário. A gordura pode sofrer o processo de solidificação na rede de esgoto, obstruindo o escoamento adequado, conseqüentemente, ocasionando possíveis transbordamentos em vias públicas. Verifica-se que, nas irregularidades da ETE Norte, identificou-se cerca de 1.127 imóveis com esse tipo de inconstância, representando 30,1% do total. Ao mesmo tempo que nas áreas que abrangem a ETE Sul, notou-se 2.328 imóveis com esta irregularidade, perfazendo 11,6% do total.

Não se pode esquecer que o item “retirada das ligações de águas pluviais da rede de esgoto” tem uma pequena parcela de contribuição para as ETEs Norte e Sul. Mesmo assim, isso representa um problema para a manutenção da rede coletora de esgoto, assim como para o tratamento.

Na ETE Norte tem-se 6,3% (236 irregularidades) de ligações indevidas de águas pluviais na rede coletora de esgoto, enquanto que na ETE Sul detectou-se 1,2% (249 irregularidades). É necessário esclarecer que possivelmente as somatórias dessas vazões em períodos de chuva podem provocar transbordamentos, bem como modificar as características adequada do esgoto direcionado para as ETEs.

É certo que há uma grande semelhança quanto a porcentagem de inconstâncias no que se refere ao “sistema separador de areia e óleo”. Na ETE Norte obteve-se 1,2% (45 irregularidades), concomitantemente, a ETE Sul adquiriu 1,3% (268 irregularidades). Esse tipo de problema provoca o aumento de resíduos de óleo e areia nas tubulações, dificultando o escoamento do esgoto.

As menores quantidades de irregularidades encontradas ocorreram no item referente “sistema de recalque”: foi observado o percentual de 0,4% (16

irregularidades) na ETE Norte e na ETE Sul 0,3% (67 irregularidades). Contudo, essas ocorrências, embora pequenas, acarretam transbordamentos em edificações que possuem tubulações no subsolo.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

6.1 Conclusões

A elaboração do presente estudo permitiu uma análise quantitativa dos resíduos retirados na rede coletora de esgoto das bacias de contribuição das ETEs Norte e Sul, bem como analisar os tipos de irregularidades presentes nas edificações que contribuíram no acúmulo desses resíduos no sistema de esgotamento sanitário.

De um modo geral, o sistema de esgotamento sanitário compreende diversos tipos de edificações comerciais e residências que contribuem com a coleta do esgoto produzido. Desse modo, são necessários alguns cuidados devido ao tipo de esgoto lançado na rede para que mantenha o seu escoamento adequado, bem como manter a eficiência do tratamento do esgoto. Em vista disso, quando não ocorre essas precauções, são acarretados diversos problemas que prejudicam no direcionamento do esgoto coletado. Assim sendo, foram encontrados diversos tipos de resíduos e irregularidades por meio da manutenção e fiscalização do esgoto. Desse modo, os resíduos retirados pela manutenção preventiva que obtiveram percentuais de grande relevância foram areia e pedra, isto é, tanto na região que abrange a ETE Norte quanto a ETE Sul. Por outro lado, a manutenção corretiva obteve um quantitativo maior de bucha, gordura e raiz. Outrossim, as maiores irregularidades encontradas na bacia de contribuição da ETE Norte e Sul foram na caixa de gordura e no desconector de gases.

Não se pode deixar de ressaltar que foram encontrados no total 4.144 imóveis irregulares, sendo que nestes observou-se 23.810 inconstâncias de diversos tipos. Acrescenta-se a isto a ocorrência da retirada de 158.888 no total de resíduos retirados pela manutenção preventiva nas ETEs Norte e Sul. Já quanto a manutenção corretiva constatou-se 8.616 resíduos nas regiões administrativas que contribuem na coleta de esgoto das ETEs Norte e Sul.

Diante dos dados apresentados pode-se afirmar que o objetivo deste trabalho alcançou a compreensão do quantitativo dos resíduos encontrados nas redes coletoras do Distrito Federal que direcionam o esgoto para as ETEs Norte e Sul.

Não só as equipes de manutenções preventivas e corretivas permitiram proporcionar os dados quantitativos de cada tipo de resíduos retirados nas redes coletoras de esgoto, como também as equipes de fiscalização proporcionaram o quantitativo dos tipos de irregularidades encontradas nas ETEs Norte e Sul.

Dada a relevância do tema, considera-se que o desenvolvimento das análises dos tipos de irregularidades e resíduos observados das regiões que abrangem a ETE Norte e Sul, de certa forma, proporcione diferentes visões para que contribuam na necessidade da significância dos resultados encontrados.

Nessa perspectiva, os resultados apresentados através dos quantitativos propostos pela manutenção e fiscalização do esgotamento sanitário proporcionaram uma análise da situação da eficiência e da manutenibilidade do funcionamento adequado das redes coletoras de esgoto do Distrito Federal.

6.2 Sugestões para Pesquisas Futuras

Recomenda-se para trabalhos desenvolvidos posteriormente:

- Análise comparativa de resíduos encontrados na bacia de contribuição das ETEs Norte e Sul.
- Análise da situação das redes coletoras das maiores regiões administrativas do Distrito Federal: Taguatinga, Ceilândia e Samambaia, de modo a se fazer uma comparação com as redes coletoras do Plano Piloto.
- Análise quali-quantitativa de resíduos e irregularidades encontradas nas bacias de contribuições das ETEs Norte e Sul.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Atlas esgotos:** despoluição de bacias hidrográficas, Brasília, 2017.

ALEM SOBRINHO, P.; SILVA, C. C.; FONSECA, J. A. **Aspectos da implantação de sistemas condominiais de esgotamento sanitário no município de Guarulhos.** Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Guarulhos, 2007. Disponível em: <http://www.semasa.sp.gov.br/Documentos/Publicar_Internet/trabalhos/trabalho_27.pdf>. Acesso em: 4 nov 2018.

APUÃ. **Tubo PEAD flangeado para areia**, 2018. Disponível em: <<http://www.apua.com.br/tubo-pead-flangeado-areia>>. Acesso em: 21 out 2018.

ARQUITETURA, ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO WEB. **Tubo Armado:** utilizado no escoamento de águas pluviais, 2018. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/prod/e/tubo-armado_6938_42276#gallery>. Acesso em: 21 out 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5462: Confiabilidade e manutenibilidade:** Terminologia. ABNT. Rio de Janeiro. 1994.

AZEVEDO NETTO et al. **Manual de Hidráulica.** 8ª. ed. São Paulo: Edgard Blücher LTDA, 1998. 669 p.

BAKALIAN, A. et al. **Simplified sewerage:** design guidelines. Water and sanitation report nº7., Washington DC: The World Bank, 1994. 34.

BEVILACQUA, N. **Materiais de tubulações utilizadas em sistemas de coleta e transporte de esgotos sanitários.** Estudo de caso da área norte de São Paulo. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006.

BRASIL. Lei Nº 11.445, 5 de JANEIRO DE 2007. **Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico**, Brasília, DF, 2007. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/CCIVil_03/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm>.

Acesso em: 17 Agosto 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Programa Nacional de capacitação de gestores ambientais: Módulo específico licenciamento ambiental de estações de tratamento de esgoto e aterros sanitários**, Brasília, 2009. 67. il.color.

CERÂMICA MARTINS. TUBOS CHAPÉUS E CURVAS, 2018. Disponível em: <<http://www.ceramicamartins.com.br/tubos-chapeus-e-curvas/>>. Acesso em: 21 out 2018.

Confederação Nacional de Indústria. CNI. **Água, Indústria e Sustentabilidade**, 1º de Agosto de 2013. p. 27.

DEZOTTI, M. **Processos e técnicas para o controle ambiental de efluentes líquidos**. Rio de Janeiro: E-papers, v. 5, 2008.

EURO-VAC. EURO-VAC Equipamentos e Acessórios para Saneamento, 2018. Disponível em: <<https://www.eurovac.com.br/caminhao-limpa-fossa-preco>>. Acesso em: 11 nov 2018.

FERPAC. **FERPAC** - Tubos e Conexões, 2018. Disponível em: <<http://www.ferpac.com.br/tubo-ferro-fundido>>. Acesso em: 21 out 2018.

FUNASA. **Manual de Saneamento**. 4. ed. Brasília: Ministério da Saúde, Fundação Nacional da Saúde, 2015. ISBN 978-85-7346-049-0.

IBGE. **INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA**, 2010. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/multidominio/meio-ambiente/9073-pesquisa-nacional-de-saneamento-basico.html?edicao=9077&t=destaques>>. Acesso em: 07 de Março de 2018.

JUNIOR, G. D. N. **O serviço de Engenharia de manutenção e operação pós venda (Capela do Socorro) em uma das maiores empresas de saneamento do mundo: SABESP**. São Paulo: Universidade Anhembi Morumbi, 2008.

LOBO, L. **Saneamento Básico: em busca da universalização**. Luiz Lobo sp. Brasília: Do Autor, 2003. 228 p.

MARA, D. D. **Introduction to Low-Cost Sewerage**. Sanitation Connection website. [S.l.]: [s.n.], 2002. Disponível em: <<http://www.sanigate.net>>.

MARA, D. D.; GUIMARÃES, A. S. P. **Simplified sewerage**: pontencial applicability in industrialized countries. Urban Water 1: 257-259: [s.n.], 1999.

MIRANDA, A. A.; AISSE, M. M. **Gestão de redes de esgoto**: aplicação do Método PDCA em estudo de caso no bairro do sítio Cercado (ETE Padilha), Curitiba/PR. **XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, 2009.

NUVOLARI, A. **Esgoto sanitário**: coleta, transporte, tratamento e reúso agrícola. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2011. ISBN 978-85-212-0568-5.

PANPF. Coordenadoria de Fiscalização e Orientação Hidrossanitária - Área Centro-Norte, Brasília, 2018.

PVC BRASIL. Tubo Esgoto Primário PL 6 m, 2010. Disponível em: <http://www.pvcbrasil.com.br/produto/16/Tubo_Esgoto_Prim%C3%A1rio_PL_6_m/>. Acesso em: 21 Out 2018.

RECESA. **Esgotamento Sanitário**: operação e manutenção de redes coletoras de esgoto. Brasília: Ministérios das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (org.), 2008a.

RECESA. **Esgotamento sanitário**: projetos e construção de sistemas de esgotamento. Salvador: Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (org), 2008b. 183 p.

RODRIGUES, G. P. W. **Computação gráfica e modelagem computacional aplicadas ao traçado e dimensionamento hidráulico de redes coletoras de esgoto sanitário**. Universidade Federal do Ceará - UFC: Dissertação (Mestrado), 2006.

SANTOS, D. C. D. **Saneamento para Gestão Integrada das Águas Urbanas**. 1ª. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Brasil, 2017.

SILVA, A. D. Manutenções de Redes Coletoras de Esgoto. **XIX Exposição de Experiências Municipais em Saneamento**, Poços de Caldas, 2015.

SILVA, P. M. D. A. D. **Avaliação do sistema de esgotamento sanitário da região administrativa de Sobradinho I**. Brasília: Faculdades Integradas Promove, 2013.

SITURB. Mapas. **Sistema de Informação Territorial e Urbanização do Distrito Federal**, 2017. Disponível em: <http://www.segeth.df.gov.br/wp-conteudo/uploads/2018/01/principais_localidades_df.jpg>. Acesso em: 20 out 2018.

TRANSPOL. Tubo PEAD para esgoto, 2018. Disponível em: <<http://www.transpolindustria.com.br/tubo-pead-esgoto>>. Acesso em: 21 out 2018.

TSUTYIA, M. T.; ALEM SOBRINHO, P. **Coleta e Transporte de Esgoto Sanitário**. 2. ed. São Paulo: Milton Tomoyuki e Pedro Alem Sobrinho, 2000.

TSUTYIA, M.; ALEM SOBRINHO, P. **Coleta e tratamento de esgoto sanitário**. 2. ed. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1999.

ANEXOS

ANEXO A – DADOS QUANTITATIVOS DOS SERVIÇOS DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA E CORRETIVA NA BACIA DE CONTRIBUIÇÃO DAS ETES NORTE E SUL

| DESCRIÇÃO DOS ITENS EM ANÁLISE (MANUTENÇÃO PREVENTIVA) - ETE NORTE | QUANTIDADE DE DETRITOS RETIRADOS (UNIDADE) | TOTAL DOS DETRITOS RETIRADOS (UNIDADE) | % DOS ITENS QUANTIFICADOS PELA QUANTIDADE TOTAL DE DETRITOS RETIRADOS |
|--|---|---|---|
| AREIA (Litro) | 47.323 | 59.222 | 79,91 |
| GRAXA | 10,00 | | 0,02 |
| GORDURA (Litros) | 2.938 | | 4,96 |
| RAIZ (kg) | 2.735 | | 4,62 |
| PEDRA | 3.720,60 | | 6,28 |
| BUCHA | 495 | | 0,84 |
| LIXO (Litros) | 1.675 | | 2,83 |
| OUTROS DETRITOS | 325,00 | | 0,55 |

| DESCRIÇÃO DOS ITENS EM ANÁLISE (MANUTENÇÃO PREVENTIVA) - ETE SUL | QUANTIDADE DE DETRITOS RETIRADOS (UNIDADE) | TOTAL DOS DETRITOS RETIRADOS (UNIDADE) | % DOS ITENS QUANTIFICADOS PELA QUANTIDADE TOTAL DE DETRITOS RETIRADOS |
|--|---|---|---|
| AREIA (Litro) | 69.208 | 99.666 | 69,44 |
| GRAXA | 165,00 | | 0,17 |
| GORDURA (Litros) | 12.694 | | 12,74 |
| RAIZ (kg) | 2.927 | | 2,94 |
| PEDRA | 11.159,40 | | 11,20 |
| BUCHA | 797 | | 0,80 |
| LIXO (Litros) | 2.089 | | 2,10 |
| OUTROS DETRITOS | 626,00 | | 0,63 |

| DESCRIÇÃO DOS ITENS EM ANÁLISE - ETE NORTE | QUANTIDADE TOTAL DE SERVIÇOS REALIZADOS (METRO) | METRAGEM TOTAL DE REDE COLETORA DE ESGOTO (METRO) | % DOS SERVIÇOS REALIZADOS NA REDE COLETORA DE ESGOTO |
|--|--|--|--|
| LAVAGEM DE REDE | 88.506,33 | 636.775,83 | 13,9 |
| FILMAGEM ROBOTIZADA | 13.146,30 | | 2,1 |
| INSPEÇÃO VISUAL | 2.387,00 | | 0,4 |
| LIMPEZA | 19.663,75 | | 3,1 |

| DESCRIÇÃO DOS ITENS EM ANÁLISE - ETE SUL | QUANTIDADE TOTAL DE SERVIÇOS REALIZADOS (METRO) | METRAGEM TOTAL DE REDE COLETORA DE ESGOTO (METRO) | % DOS SERVIÇOS REALIZADOS NA REDE COLETORA DE ESGOTO |
|--|---|---|--|
| LAVAGEM DE REDE | 130.458,65 | 965.216,60 | 20,5 |
| FILMAGEM ROBOTIZADA | 13.634,29 | | 2,1 |
| INSPEÇÃO VISUAL | 11.705,02 | | 1,8 |
| LIMPEZA | 18.443,73 | | 2,9 |

| DESCRIÇÃO DOS ITENS EM ANÁLISE (MANUTENÇÃO CORRETIVA) - ETE NORTE | QUANTIDADE DE DETRITOS RETIRADOS (UNIDADE) | TOTAL DOS DETRITOS RETIRADOS (UNIDADE) | % DOS ITENS QUANTIFICADOS PELA QUANTIDADE TOTAL DE DETRITOS RETIRADOS |
|---|--|--|---|
| AREIA (Litro) | 199 | 4.684 | 4,2 |
| GRAXA | 0 | | 0,0 |
| GORDURA (Litros) | 532 | | 11,4 |
| RAIZ (kg) | 443 | | 9,5 |
| PEDRA | 292 | | 6,2 |
| BUCHA | 3.065 | | 65,4 |
| LIXO (Litros) | 86 | | 1,8 |
| OUTROS DETRITOS | 67 | | 1,4 |

| DESCRIÇÃO DOS ITENS EM ANÁLISE (MANUTENÇÃO CORRETIVA) - ETE SUL | QUANTIDADE DE DETRITOS RETIRADOS (UNIDADE) | TOTAL DOS DETRITOS RETIRADOS (UNIDADE) | % DOS ITENS QUANTIFICADOS PELA QUANTIDADE TOTAL DE DETRITOS RETIRADOS |
|---|--|--|---|
| AREIA (Litro) | 79 | 3.932 | 2,0 |
| GRAXA | 9 | | 0,2 |
| GORDURA (Litros) | 367 | | 9,3 |
| RAIZ (kg) | 566 | | 14,4 |
| PEDRA | 130 | | 3,3 |
| BUCHA | 2.609 | | 66,4 |
| LIXO (Litros) | 37 | | 0,9 |
| OUTROS DETRITOS | 135 | | 3,4 |

APÊNDICE B – DADOS QUANTITATIVOS DOS SERVIÇOS DE FISCALIZAÇÃO HIDROSSANITÁRIA DAS BACIAS DE CONTRIBUIÇÃO DAS ETES NORTE E SUL

| DESCRIÇÃO DOS ITENS EM ANÁLISE - ETE NORTE | QUANTIDADE TOTAL DE SERVIÇOS (UNIDADE) | QUANTIDADE TOTAL DE IMÓVEIS VISTORIADOS (UNIDADE) | % DOS SERVIÇOS REALIZADOS POR IMÓVEIS VISTORIADOS |
|--|---|--|---|
| VISTORIAS IMPRODUTIVAS | 140 | 2.607,00 | 5,4 |
| IMÓVEIS REGULARES | 630 | | 24,2 |
| LAVRADO TOI | 1.364 | | 52,3 |
| IMÓVEIS EM OBRAS | 317 | | 12,2 |
| IMÓVEIS AUTUADOS | 156 | | 6,0 |

| DESCRIÇÃO DOS ITENS EM ANÁLISE - ETE SUL | QUANTIDADE TOTAL DE SERVIÇOS (UNIDADE) | QUANTIDADE TOTAL DE IMÓVEIS VISTORIADOS (UNIDADE) | % DOS SERVIÇOS REALIZADOS POR IMÓVEIS VISTORIADOS |
|--|---|--|---|
| VISTORIAS IMPRODUTIVAS | 1.008,00 | 7.548,00 | 13,4 |
| IMÓVEIS REGULARES | 1.728,00 | | 22,9 |
| LAVRADO TOI | 2.780,00 | | 36,8 |
| IMÓVEIS EM OBRAS | 745,00 | | 9,9 |
| IMÓVEIS AUTUADOS | 349,00 | | 4,6 |

| DESCRIÇÃO DOS ITENS EM ANÁLISE - ETE NORTE | QUANTIDADE DE IRREGULARIDADES (UNIDADE) | QUANTIDADE TOTAL DE IRREGULARIDADES (UNIDADE) | % DOS ITENS IDENTIFICADOS PELA QUANTIDADE TOTAL DE IRREGULARIDADES |
|---|--|--|--|
| CAIXA DE INSPEÇÃO | 1.101 | 3.746 | 29,4 |
| CAIXA DE GORDURA | 1.127 | | 30,1 |
| SISTEMA SEPARADOR DE AREIA E ÓLEO | 45 | | 1,2 |
| SISTEMA DE FOSSA SÉPTICA E SUMIDOURO | 10 | | 0,3 |
| DESCONECTOR DE GASES | 837 | | 22,3 |
| SISTEMA DE RECALQUE | 16 | | 0,4 |
| RETIRADA LIGAÇÕES DE ÁGUAS PLUVIAIS DA REDE DE ESGOTO | 236 | | 6,3 |
| RETIRADA LIGAÇÃO DE ESGOTO DO SISTEMA DE ÁGUAS PLUVIAIS | 22 | | 0,6 |
| DEMAIS IRREGULARIDADES | 352 | | 9,4 |

| DESCRIÇÃO DOS ITENS EM ANÁLISE - ETE SUL | QUANTIDADE DE IRREGULARIDADES (UNIDADE) | QUANTIDADE TOTAL DE IRREGULARIDADES (UNIDADE) | % DOS ITENS IDENTIFICADOS PELA QUANTIDADE TOTAL DE IRREGULARIDADES |
|---|--|--|--|
| CAIXA DE INSPEÇÃO | 2.359 | 20.064 | 11,8 |
| CAIXA DE GORDURA | 2.328 | | 11,6 |
| SISTEMA SEPARADOR DE AREIA E ÓLEO | 268 | | 1,3 |
| SISTEMA DE FOSSA SÉPTICA E SUMIDOURO | 38 | | 0,2 |
| DESCONECTOR DE GASES | 14.186 | | 70,7 |
| SISTEMA DE RECALQUE | 67 | | 0,3 |
| RETIRADA LIGAÇÕES DE ÁGUAS PLUVIAIS DA REDE DE ESGOTO | 249 | | 1,2 |
| RETIRADA LIGAÇÃO DE ESGOTO DO SISTEMA DE ÁGUAS PLUVIAIS | 40 | | 0,2 |
| DEMAIS IRREGULARIDADES | 529 | | 2,6 |