



**FACULDADE EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**EDILSON DE PASSOS SILVA
HEIDER BASTOS DA SILVA**

**PROPOSTA DE ADEQUAÇÃO DA REDE DE COLETA DE
ESGOTO NAS MARGENS DO Córrego Calção de
Couro em Goianésia-GO**

**GOIANÉSIA / GO
2019**



**EDILSON DE PASSOS SILVA
HEIDER BASTOS DA SILVA**

**PROPOSTA DE ADEQUAÇÃO DA REDE DE COLETA DE
ESGOTO NAS MARGENS DO CÓRREGO CALÇÃO DE
COURO EM GOIANÉSIA-GO**

PUBLICAÇÃO N°: 04

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA FACEG.**

ORIENTADOR: ANA CLÁUDIA OLIVEIRA SÉRVULO

CO-ORIENTADOR: EDUARDO MARTINS TOLEDO

GOIANÉSIA / GO: 2019

FICHA CATALOGRÁFICA

SILVA, EDILSON DE PASSOS.
SILVA, HEIDER BASTOS DA.

Proposta de adequação da rede de coleta de esgoto nas margens do Córrego Calção de Couro em Goianésia-Go, 2019, 34P, 297 mm (ENG/FACEG, Bacharel, Engenharia Civil, 2019).

TCC – FACEG – FACULDADE EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA

Curso de Engenharia Civil.

1. Rede de coletores

2. Saneamento básico

3. Esgoto doméstico

I. ENG/FACEG

II. Proposta de adequação da rede de coleta de esgoto nas margens do Córrego Calção de Couro em Goianésia-Go.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SILVA, Edilson de P.; SILVA, Heider B. da. Proposta de adequação da rede de coleta de esgoto nas margens do Córrego Calção de Couro em Goianésia-Go. TCC, Publicação 04, Cursos de Engenharia Civil, FACEG, Goianésia, GO, 34p. 2019.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Edilson de Passos Silva e Heider Bastos da Silva.

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: Proposta de adequação da rede de coleta de esgoto nas margens do Córrego Calção de Couro em Goianésia-Go.

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil

ANO: 2019

É concedida à Unievangélica a permissão para reproduzir cópias deste TCC e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Edilson de Passos Silva
CEP: 76385-088
Goianésia/GO – Brasil

Heider Bastos da Silva
CEP: 76386-140
Goianésia/GO - Brasil

**EDILSON DE PASSOS SILVA
HEIDER BASTOS DA SILVA**

**PROJETO DE ADEQUAÇÃO DA REDE DE COLETA DE
ESGOTO NAS MARGENS DO CÓRREGO CALÇÃO DE
COURO EM GOIANÉSIA-GO**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE
ENGENHARIA CIVIL DA FACEG COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL.**

APROVADO POR:

**ANA CLÁUDIA OLIVEIRA SÉRVULO, Mestre (FACEG)
(ORIENTADOR)**

**BRUNO ISMAEL OLIVEIRA CARDOSO MAIA, Especialista (FACEG)
(EXAMINADOR INTERNO)**

**MATHEUS OLIVEIRA DA SILVA, Doutor (FACEG)
(EXAMINADOR INTERNO)**

DATA: GOIANÉSIA/GO, 04 de DEZEMBRO de 2019.

*Dedicamos este trabalho:
aos nossos pais, Gilvan, Ivany, Alonso e Maria (in memorian);
aos nossos irmãos, Gildeane e Gleidson;
e aos integrantes das famílias, Bastos e Passos.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida, pela saúde, e pelas pessoas que sempre estiveram ao nosso lado e acreditaram em nós. Aos meus pais Gilvan José da Silva, Ivany das Graças de Passos Silva, Alonso da Silva Matos e Maria de Bastos Melo Silva que nos apoiaram nos momentos em que mais precisávamos, mesmo aqui ou não sempre foram importantes para nos dar força para continuar e seguir em frente e que nos deram exemplos de dignidade, honestidade, responsabilidade e comprometimento.

Eu Heider Bastos agradeço ao apoio, companheirismo, dedicação, paciência e amor de minha esposa Sara Vieira Lima que sempre esteve ao meu lado e ao meu filho amado Pedro Vieira Lima que veio para alegrar a minha vida ainda mais.

Eu Edilson de Passos agradeço a toda minha família, meu pai, minha mãe, minha irmã e meu primo, por sempre me apoiar e acreditar no meu potencial, em especial a minha mãe Ivany das Graças que nos momentos onde estava cansado sempre me cobrou e me apoiou para que hoje este objetivo seja cumprido.

A professora Me. Ana Cláudia Oliveira Sérvulo pela orientação, incentivo, confiança, ajuda e empenho para realização deste trabalho. A professora Me. Luana de Lima Lopes pela disposição em ajudar, pelas sugestões, aconselhamentos e principalmente pela amizade, e aos demais professores do curso que contribuíram para a minha formação. Aos meus amigos de graduação Paulo Henrique, Lucas Cardoso, Alvaci Junior, Felipe Godoi, Caio, Paulo Vitor, Sávio, Vitor Sodré e Letícia pela amizade, companheirismo, apoio e pelos momentos de descontração e divertimento. Posso dizer que aprendi lições valiosas com cada um deles e que, com certeza, levarei muito de cada um conosco. Aos nossos demais amigos de sala de aula, trabalho e estágio, agradecemos por toda ajuda e incentivo. E que o nosso amigo Rodrigo Batista (*in memoriam*) esteja no céu junto aos anjos de Deus e feliz pela realização do sonho de todos nós.

*“Nunca desista, nunca volte atrás, nunca perca a fé, o poder da
creça proporciona habilidade de vencer”.*
Desafiando Gigantes

RESUMO

O investimento em saneamento básico no Brasil aconteceu estritamente dentre os períodos das décadas de 1970 e 1980 com o objetivo de reduzir os índices de mortalidade no país. A maior parte da população brasileira vive nos centros urbanos, e mesmo assim os serviços de saneamento básico não são amplamente dispostos nesses locais, principalmente nas periferias que possuem um crescimento desordenado. Este trabalho tem como finalidade propor a adequação da rede de coleta de esgoto no bairro Jardim Por do Sol, próximo a barragem do Córrego Calção de Couro em Goianésia. Para tal, foi realizado o diagnóstico do lançamento de esgotos no córrego no trecho urbano, analisada a qualidade da água do córrego coletada em pontos específicos, fazendo a classificação conforme a resolução CONAMA n. 357, elaborado o projeto adequação para a rede secundária de coleta de esgoto. O diagnóstico apontou diversos pontos de lançamento de águas pluviais operando no lançamento também de esgoto sanitário. Pelo levantamento da rede existente constatou-se que o bairro Jardim Por do Sol não apresenta rede de coleta de esgotos, podendo ser a fonte dos lançamentos irregulares de esgoto identificados. A análise da água apontou qualidade Classe 2, sendo que aparentemente o lançamento de esgoto existente não proporciona contaminações significativas. A rede proposta foi projetada para atender à deficiência do setor e fazer a conexão com a rede interceptora existente. Com o presente trabalho foi possível identificar a deficiência na estrutura de saneamento básico do município de Goianésia e propor uma proposta para prevenir a degradação do corpo hídrico da cidade.

Palavras-Chave: rede de coletores, saneamento básico, esgoto doméstico.

ABSTRACT

Investment in basic sanitation in Brazil took place strictly between the 1970s and 1980s in order to reduce mortality rates in the country. Most of the Brazilian population lives in urban centers, and yet basic sanitation services are not widely available in these places, especially in the peripheries that have a disorderly growth. This work aims to propose the adequacy of the sewage collection network in the Jardim Por do Sol neighborhood, near the Dam of Calção de Couro in Goianésia. To this end, the discharge of sewage into the stream in the urban area was diagnosed, analyzing the quality of the stream water collected at specific points, making the classification according to CONAMA Resolution no. 357, prepared the project suitability for the secondary sewage collection network. The diagnosis pointed to several rainwater discharge points operating in the sewage discharge. From the survey of the existing network it was found that the Jardim Por do Sol neighborhood has no sewage collection network, and may be the source of the identified irregular sewage discharges. Water analysis showed Class 2 quality, and apparently the existing sewage release does not provide significant contamination. The proposed network was designed to address the industry deficiency and to connect to the existing interceptor network. With the present work it was possible to identify the deficiency in the basic sanitation structure of the city of Goianésia and to propose a proposal to prevent the degradation of the water body of the city.

Keywords: collector network, basic sanitation, domestic sewage.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Índice de atendimento urbano por rede coletora de esgotos.....	4
Figura 2 - Esquema de sistema de coleta, transporte, tratamento e disposição final de esgoto sanitário.....	11
Figura 3 - Corte esquemático de uma ligação domiciliar ao coletor público de esgoto sanitário.....	12
Figura 4 - Conformação esquemática de coletores-tronco e interceptores.....	12
Figura 5 – Terminal de Limpeza (TL).....	13
Figura 6 – Poço de Visita (PV).....	14
Figura 7 – Caixa de Passagem (CP).....	14
Figura 8 – Extensão do Córrego Calção de Couro.....	16
Figura 9 - Procedimento de coleta de água.....	18
Figura 10 - Delimitação do projeto no bairro Jardim Pôr do Sol.....	19
Figura 11 - Córrego Calção de Couro, Goianésia – GO.....	24
Figura 12 – Descarte de lixo no córrego.....	24
Figura 13 – Tubulações de lançamento existentes no local.....	25
Figura 14 – Alteração da cor e turbidez da água.....	25
Figura 15 – Limitação do acesso em alguns pontos próximos as margens do córrego.....	26
Figura 16 – Traçado da rede coletora de esgoto existente.....	27
Figura 17 – Traçado da rede coletora de esgoto (proposta).....	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição dos esgotos domésticos.....	9
Tabela 2 - Doenças presentes na água e seus agentes patogênicos.....	10
Tabela 3 - Parâmetros de qualidade das águas do Córrego Calção de Couro ao longo de sua extensão na área urbana de Goianésia-GO. Data das análises: 02/08/2019.....	27
Tabela 4 – Lista preliminar dos materiais.....	28
Tabela 5 – Dimensionamento da rede coletora de esgoto nos trechos C01-01 a C06-06 (início).....	33
Tabela 6 – Dimensionamento da rede coletora de esgoto nos trechos C06-07a C11-04 (continuação).....	34

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

CATEP - Coordenação de Apoio Técnico-Pericial

CEBDS - Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

CP - Caixa de Passagem

DAIGO – Distrito Agroindustrial de Goianésia

EEE - Estação Elevatória de Esgoto

ETE - Estação de Tratamento de Esgoto

FACEG – Faculdade Evangélica de Goianésia

FUNASA - Fundação Nacional de Saúde

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

PET – Politereftalato de Etileno

PV - Poço de Visita

RN - Referência de Nível

SANEAGO - Companhia de Saneamento de Goiás

SANEPAR – Companhia de Saneamento do Paraná

TIL - Terminal de Inspeção e Limpeza

TL - Terminal de Limpeza

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 JUSTIFICATIVA	2
1.2 OBJETIVOS	4
1.2.1 Objetivo Geral	4
1.2.2 Objetivos Específicos	5
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	6
2.1 HISTÓRICO DA CIDADE DE GOIANÉSIA – GO	6
2.2 POLÍTICA NACIONAL DE SANEAMENTO BÁSICO.....	6
2.3 O SISTEMA DE ESGOTO SANITÁRIO.....	7
2.3.1 Conceito	7
2.3.2 Doenças veiculadas pela água e seus agentes	9
2.3.3 Sistema separador absoluto	10
2.3.4. Finalidades do sistema	11
2.3.5. Partes do sistema	11
2.4 UNIDADES DO SISTEMA.....	12
2.4.1 Rede coletora	12
2.4.2 Tipos de redes – traçado tipo leque	12
2.4.3 Disposições construtivas	13
2.5 CONSTRUÇÃO DAS REDES DE ESGOTO SANITÁRIO.....	15
3 METODOLOGIA	16
3.1 CENÁRIO DO PROJETO.....	16
3.1.1 Área de projeto	16
3.1.2 Estimativa das vazões de esgoto	16
3.1.3 Qualidade da água	17
3.2 DIMENSIONAMENTO DA REDE COLETORA	18
3.2.1 Critérios de projeto para adequação e preservação do Córrego Calção de Couro	19
3.2.2 Memorial de cálculo	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
4.1 VISITA <i>IN LOCO</i>	24
4.1.1 Pontos de maior necessidade de intervenção	26
4.1.2 Levantamento da Rede de esgoto atual existente	26

4.2 COLETA E ANÁLISES DA ÁGUA	27
4.3 PROJETO DE ADEQUAÇÃO	28
5. CONCLUSÕES.....	29
REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	30
ANEXO A – PROJETO DA REDE COLETORA DE ESGOTO.....	33

1 INTRODUÇÃO

Segundo Nuvolari (2011), com o surgimento das cidades criou a demanda para coletar suas águas residuais, que conhecemos atualmente por esgoto sanitário. Em 3750 a.C. já existiam construções usadas como galerias de esgoto em Nipur (Índia) e na Babilônia (apud AZEVEDO NETTO, 1984).

De acordo com Leoneti et al. (2011) no século XX o investimento em saneamento básico no Brasil aconteceu estritamente dentre os períodos das décadas de 1970 e 1980 com o objetivo de reduzir os índices de mortalidade no país (apud SOARES et al., 2002).

No Brasil os serviços de tratamento de esgoto são realizados em grande parte por associações comunitárias, municípios conforme normativas da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA), companhias estaduais e concessionárias privadas. Normalmente são utilizados métodos padronizados do modelo utilizado em países desenvolvidos que possuem pouca mão de obra e baixa participação social, não sendo ideal para os municípios brasileiros (VAZ, 2009).

Atualmente existem diversas cidades brasileiras que possuem estações de tratamento de esgoto, porém a maioria delas não realiza a coleta e não tratam seus esgotos. As consequências são a existência de fontes d'água contaminadas incapazes de atender a demanda e comprometendo a saúde pública (NUVOLARI, 2011).

Apesar de o Brasil ter melhorado o seu processo de tratamento de esgoto no decorrer dos anos, seu sistema sanitário ainda está longe de alcançar o padrão estabelecido no âmbito internacional. De acordo com o Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS) em parceria com o Instituto Trata Brasil, de acordo com a consulta efetuada no ano de 2011, com o intuito de medir a qualidade dos serviços referentes ao saneamento básico, dentre 200 países envolvidos na pesquisa o Brasil ficou em 112º colocação atrás de países do Norte da África, Oriente Médio e alguns situados na América do Sul (FERREIRA et al., 2017).

Alguns casos que envolvem o lançamento clandestino de esgoto e a poluição das nascentes nos chama atenção, um deles aconteceu em Goiânia-Goiás, onde descoberto o lançamento de esgoto *in natura* (sem nenhum tratamento) no córrego Anicuns que desagua no Rio Meia Ponte situado na capital goiana. O promotor do caso junto a Coordenação de Apoio Técnico-Pericial (CATEP) realizaram a investigação que evidenciou a poluição causada no córrego. A empresa responsável pelo descarte de esgoto foi autuada com uma ação pública

direcionada pelo Ministério Público de Goiás (ASSESSORIA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL DO MP-GO, 2019).

Em Goianésia, também já houve situações semelhantes, uma denúncia ocorreu em Abril de 2015 relatando o lançamento de esgoto no Córrego Dimas. Nos horários de maior vazão a concessionária responsável pela coleta despejava de forma irregular o esgoto no córrego. Os fiscais que investigaram o caso relataram a ocorrência de danos como a contaminação do manancial, geração de odor desagradável, propagação de doenças espalhadas por meio hídrico e mortandade dos animais aquáticos. A empresa responsável pelos danos foi autuada e o processo está em andamento (SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE, MUNICÍPIO DE GOIANÉSIA, 2015).

Outro caso aconteceu em Setembro de 2015 em Goianésia, envolveu a empresa responsável pela coleta, e a prefeitura do município, que numa denúncia emitida pela secretaria do meio ambiente, denunciou o lançamento indevido de esgoto no Córrego Portal. Foi averiguado pelos fiscais a mortandade de diversas espécies de peixes, o caso foi recorrido pela empresa alegando que o despejo ocorreu por causa de uma obra efetuada pela prefeitura municipal que danificou o sistema de esgoto causando o vazamento dos resíduos para o córrego. Este caso também está em andamento (SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE, MUNICÍPIO DE GOIANÉSIA, 2015).

Este trabalho tem como finalidade a adequação da rede de coleta de esgoto em algum setor próximo a barragem do Córrego Calção de Couro. O projeto de rede coletora de esgoto será composto pelo memorial descritivo, memorial de cálculo, lista preliminar de materiais, desenhos técnicos e representações gráficas.

1.1 JUSTIFICATIVA

Existem diversas perguntas que podem auxiliar na elaboração de políticas públicas para o saneamento municipal, como: Quais são as razões para o descarte inadequado do esgoto doméstico? Como podemos contribuir para melhoria da qualidade da água usada para o abastecimento da comunidade local? Qual a importância das obras de coleta de esgoto para a população?

Há uma resistência quanto à interligação dos ramais de esgoto na rede existente. Alguns fatores podem esclarecer essa situação, tais como: incapacidade de pagamento, fator cultural de não pagar a taxa de esgoto em algumas regiões, o preço das taxas de esgoto, a falta de valorização da população quanto ao tratamento de esgoto, a falta de empenho do poder

público pela obrigatoriedade da interligação dos ramais dos domicílios no sistema de coleta de esgoto. Há também casos onde as pessoas preferem manter o piso das calçadas intacto ao invés de quebrá-lo para interligar a rede de coleta de esgoto, ausência de programas de incentivo à interligação das redes de esgoto, ausência de penalidades, dentre outros fatores (JUNIOR, et al., 2015).

A contaminação dos recursos hídricos é um problema ocasionado pela falta e/ou inadequação da coleta e tratamento de esgoto, somados a escassez dos recursos hídricos e previsões meteorológicas desanimadoras. Estes fatores contribuem para contaminação da água e elevação dos custos no tratamento (JUNIOR, et al., 2015).

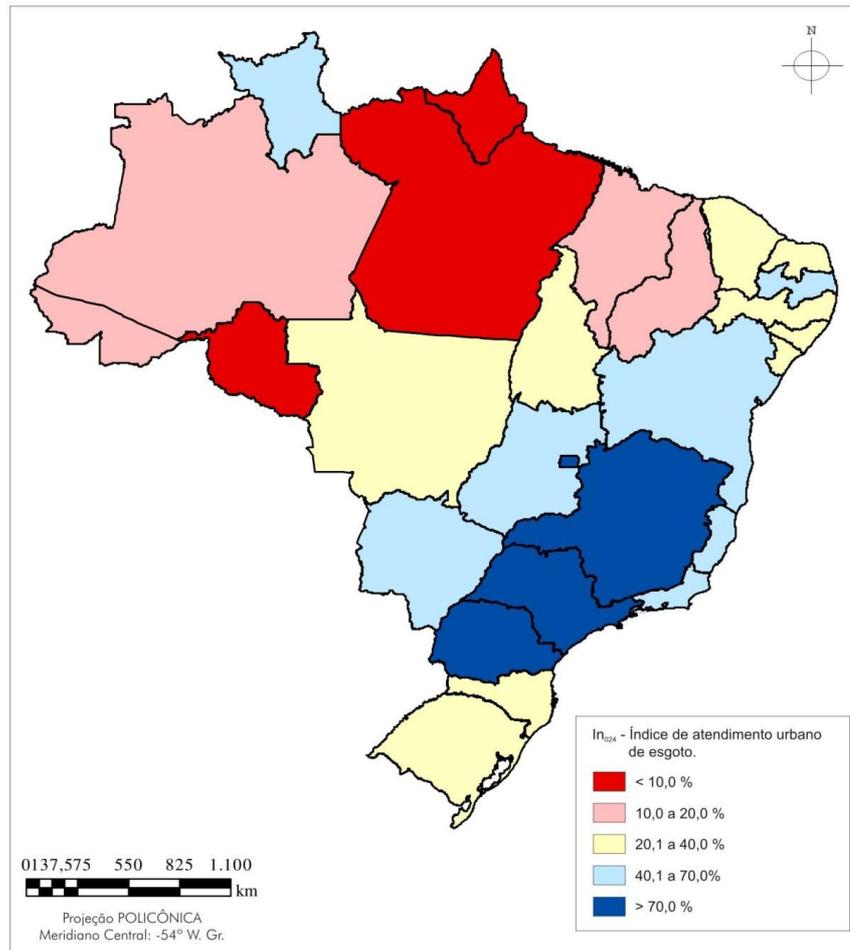
O lançamento de esgoto sanitário em corpos receptores é regulamentado pela Resolução CONAMA nº 430, que especifica as condições de lançamento conforme as características físicas do esgoto e a capacidade de depuração do corpo receptor. Contudo, em muitas cidades brasileiras, este lançamento não é feito conforme a resolução preconiza.

Há um desequilíbrio nas tarifas relacionadas a instalação e serviços hídricos e sanitários. Os domicílios residenciais localizados nas favelas pagam por um serviço de qualidade inferior quando comparado aos domicílios de regiões bem localizadas (CONNOR et al., 2019).

No Brasil a maior parte da população vive nos centros urbanos, e mesmo assim os serviços de saneamento básico não são amplamente dispostos nesses locais, principalmente nas periferias que possuem um crescimento desordenado (VAZ, 2009).

Em diversos estados brasileiros como o Amapá, Pará e Rondônia estão em situação crítica em relação ao índice de atendimento urbano por rede coletora de esgotos. (Figura 1).

Figura 1 – Índice de atendimento urbano por rede coletora de esgotos.



Fonte: Malha municipal digital do Brasil, Base de Informações Municipais 4. IBGE, 2003. Dados: SNIS, 2017.

Fonte: CONNOR, 2019.

O acesso a água potável e ao saneamento são iniciativas fundamentais para reduzir a pobreza, e promover o desenvolvimento (CONNOR et al., 2019).

A falta de coleta e tratamento de esgoto doméstico contamina o meio ambiente e possibilita a proliferação de doenças que está ligado a qualidade de vida das pessoas (VAZ, 2009).

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Propor adequação da rede de coleta de esgoto em pontos nas margens do Córrego Calção de Couro (Goianésia – GO).

1.2.2 Objetivos Específicos

- Realizar diagnóstico do lançamento de esgotos próximo às margens do Córrego Calção de Couro;
- Elaborar o projeto adequação para a rede secundária de coleta de esgoto;
- Realizar a coleta de água em pontos específicos do córrego para demonstrar a qualidade da água;
- Realizar testes em laboratório para verificar a situação da água do córrego.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 HISTÓRICO DA CIDADE DE GOIANÉSIA – GO

Goianésia iniciou no ano de 1857, quando Manoel de Barros exigiu na Paróquia da Vila de Jaraguá o registro de umas terras de área superior a 3.400 alqueires. Em 1920, Ladislau Mendes Ribeiro, casado com uma neta do proprietário dessas terras, construiu sua residência à margem direita do Córrego Calção de Couro, originando assim o desbravamento da área. Em 30 de outubro de 1943, Laurentino Martins Rodrigues iniciou um cruzeiro não muito longe da referida residência, dando assim início à constituição do povoado (MENEZES et al., 2000).

Segundo Menezes et al., (2000) o nome Goianésia foi estabelecido por Laurentino, continuando a tendência escolhida pelos municípios, distritos e vilas em Goiás, a exemplo de Goianápolis, Goialândia, Goiatuba, Goianira etc. Como Laurentino cultivava o hábito da leitura, teve conhecimento do concurso para a seleção do nome da nova capital do Estado, e dentre os sugeridos existia Goianézia, por José Frauzino Pereira Sobrinho. Foi escolhido após um consenso entre Laurentino, José Carrilho e Paulo Bergamelli, e aceito mais tarde como Goianésia.

2.2 POLÍTICA NACIONAL DE SANEAMENTO BÁSICO

A Lei nº 11.445/2007 estabelece os serviços públicos de saneamento básico que serão prestados conforme os princípios fundamentais da “universalização do acesso, integridade, abastecimento de água, esgotamento sanitário e disponibilidade em todas as áreas urbanas”.

O saneamento básico é de extrema importância para o meio ambiente contribuindo para eliminação e/ou redução das fontes de contaminação dos resíduos líquidos que são lançados nos rios, córregos e mananciais de águas diariamente e que, conseqüentemente, também proporciona a melhoria na qualidade de vida das pessoas.

A Lei nº 11.445/2007 considera o saneamento básico como um conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de:

a) abastecimento de água potável: constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e respectivos instrumentos de medição;

- b) esgotamento sanitário: constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até o seu lançamento final no meio ambiente;
- c) limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos: grupo de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final do lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas;
- d) drenagem e manejo das águas pluviais, limpeza e fiscalização preventiva das respectivas redes urbanas: conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas;

2.3 O SISTEMA DE ESGOTO SANITÁRIO

2.3.1 Conceito

A resolução CONAMA 01/86 define o impacto ambiental como qualquer modificação das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente gerada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas, que como resultado possam prejudicar: a saúde pública e o bem estar da população, as atividades sociais e econômicas, a biota (ecologia), as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos provenientes do meio ambiente.

Conforme especificado pela norma brasileira NBR 9648/86, o esgoto sanitário é o “despejo líquido constituído de esgotos doméstico e industrial, água de infiltração e a contribuição pluvial parasitária”. Essa mesma norma define alguns parâmetros relacionados ao sistema de esgotamento sanitário, que se refere ao esgoto doméstico como “despejo líquido resultante da água utilizada para higiene e necessidades fisiológicas”, o esgoto industrial como “o despejo líquido advindos dos processos industriais”, a água de infiltração como “água no subsolo que penetra no sistema separador, através das canalizações” e a contribuição pluvial que “consiste no escoamento superficial que penetra na rede de esgoto”.

O consumo de água tem grande influência na quantidade de esgoto gerado por pessoa, pois ela é decorrente da quantidade de água consumida obtida através da “*taxa de consumo per capita*”, que varia conforme a localização ou costumes de cada região. Geralmente é utilizada a taxa de vazão 200 l/hab. dia e para extensos centros urbanos e outros

países essa taxa pode ser até quatro vezes maior, resultando em um esgoto mais diluído devido a constante quantidade de resíduos produzidos por pessoa (NUVOLARI, 2011).

Tsutiya e Sobrinho (2011) conceituam o interceptor como a tubulação que recebe a demanda de esgoto dos coletores ao longo de seu trecho, mas os mesmos não recebem as ligações prediais. A finalidade dos interceptores é coletar e transportar todo esgoto adquirido. Já o emissário é a tubulação cujo objetivo é transportar todo o esgoto para uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) sem coletar esgoto ao longo do seu caminho, mas apenas na sua extremidade. Pode ser utilizado também como a tubulação de descarga de uma Estação Elevatória de Esgoto (EEE).

Quanto ao destino dos esgotos sanitários é usual seu despejo nos cursos d' água, lagos ou em oceanos, porém pode ser empregado um solo preparado para recebê-lo denominado de corpo receptor (NUVOLARI, 2011).

O esgoto doméstico possui em sua composição substâncias química e biológica provenientes de uso doméstico (Tabela 1).

Tabela 1 - Composição dos esgotos domésticos.

Categorias de substâncias	Origem	Obsevações				
Sabões	Lavagem de louças e roupas	-				
Detergentes (podem ser ou não biodegradáveis)	Lavagem de louças e roupas	A maioria dos detergentes contém o nutriente fósforo na forma de polifosfato				
Cloreto de sódio	Cozinhas e urina humana	Cada ser humano elimina pela urina de 7 a 15 gramas/dia				
Fosfatos	Detergentes e urina humana	Cada ser humano elimina, em média, pela urina, 1,5 gramas/dia				
Sulfatos	Urina humana	-				
Carbonatos	Urina humana	-				
Ureia, amoníaco e ácido úrico	Urina humana	Cada ser humano elimina de 14 a 42 gramas de ureia por dia				
Gorduras	Cozinha e fezes humanas	-				
Substâncias córneas, ligamentos da carne e fibras vegetais não diregidas	Fezes humanas	Vão se constituir na porção de matéria orgânica em decomposição, encontrada nos esgotos				
Porções de amido (glicogênio, glicose) e de proteicos (aminoácidos, proteínas,	Fezes humanas	Idem				
Urobilina, pigmentos hepáticos etc	Urina humana	Idem				
Mucos, células de dscamação epitelial	Fezes humanas	Idem				
Vermes, bactérias, vírus, leveduras etc.	Fezes humanas	Idem				
Outros materiais e substâncias: areia, plásticos, cabelos, sementes, fetos, madeira, absorventes femininos etc.	Areia: infiltrações nas redes de coleta, banhos em cidades litorâneas, parcela de águas pluviais etc. Demais substâncias são indevidamente lançadas nos vasos sanitários	Areias: produções nas ETES:(S. Paulo) Pinheiros: de 0,013 a 0,073 L/m ³ (média: 0,041 L/m ³) Leopoldina: 0,003 a 0,022 L/m ³ (média: 0,012 L/m ³). Fonte: Jordão e Pessoa (1995) Barueri: 0,00424 L/m ³ (Fonte: Pegorano, s/d)				
Água	-	99,9%				
Em termos elementares, o esgoto doméstico contém:						
C	H	O	N	P	S	etc.
Carbono	Hidrogênio	Oxigênio	Nitrogênio	Fósforo	Enxofre	Outros micro-elementos

Fonte: Adaptado de ALMEIDA JR., 1985.

2.3.2 Doenças veiculadas pela água e seus agentes

De acordo com a FUNASA (2013), a qualidade da água está relacionada com a inexistência de perigo da ingestão de micro-organismos responsáveis por doenças, em geral oriundos pela contaminação das fezes humanas e demais animais de sangue quente (Tabela 2).

Tabela 2 - Doenças presentes na água e seus agentes patogênicos.

Doenças	Agentes patogênicos
Origem bacteriana	
Febre tifoide e paratifoide	<i>Salmonella typhi</i>
Disenteria bacilar	<i>Salmonella paratyphi A e B</i>
Cólera	<i>Shigella sp</i>
Gastroenterites agudas e Diarreias	<i>Vibrio cholerae</i> <i>Escherichia coli enterotóxica</i> <i>Campylobacter</i> <i>Yersinia enterocolítica</i> <i>Salmonella sp</i> <i>Shigella sp</i>
Origem viral	
Hepatite A e E	Vírus da hepatite A e E
Poliomielite	Vírus da poliomielite
Gastroenterites agudas e crônicas	Vírus Norwalk Rotavirus Enterovirus Adenovirus
Origem parasitária	
Disenteria amebiana	<i>Entamoeba histolytica</i>
Gastroenterites	<i>Giardia lâmblia</i> <i>Cryptosporidium</i>

Fonte: Adaptado de OPAS, 1999.

Os micro-organismos existentes nas águas naturais são, em geral, inofensivos à saúde humana. Contudo, na contaminação por esgoto sanitário contém micro-organismos que poderão ser prejudiciais à saúde humana (FUNASA, 2013).

2.3.3 Sistema separador absoluto

Nuvolari (2011) relata que o sistema de esgoto sanitário separador, segundo a norma brasileira NBR 9648 (ABNT, 1986), é o “conjunto de condutos, instalações e equipamentos destinados a coletar, transportar, condicionar e encaminhar, somente esgoto sanitário, a uma disposição final conveniente, de modo contínuo e higiênico seguro”.

O sistema de esgoto sanitário separador deve ser absoluto não admitindo a coleta de outras águas. Este mesmo sistema deve possuir fluxo contínuo de forma higiênica e seguro evitando vazamentos e contaminações, garantindo a saúde da população (NUVOLARI, 2011).

Segundo Nuvolari (2011) existe algumas excessões para o conceito de separação absoluta, pois a própria definição de esgoto sanitário abrange outras águas – esgoto sanitário é o “despejo líquido constituído de esgotos doméstico e industrial, a água de infiltração e a contribuição pluvial parasitária”.

2.3.4. Finalidades do sistema

De acordo com Nuvolari (2011) a implantação do sistema de esgoto sanitário para uma cidade tem como finalidade contribuir com os seguintes aspectos:

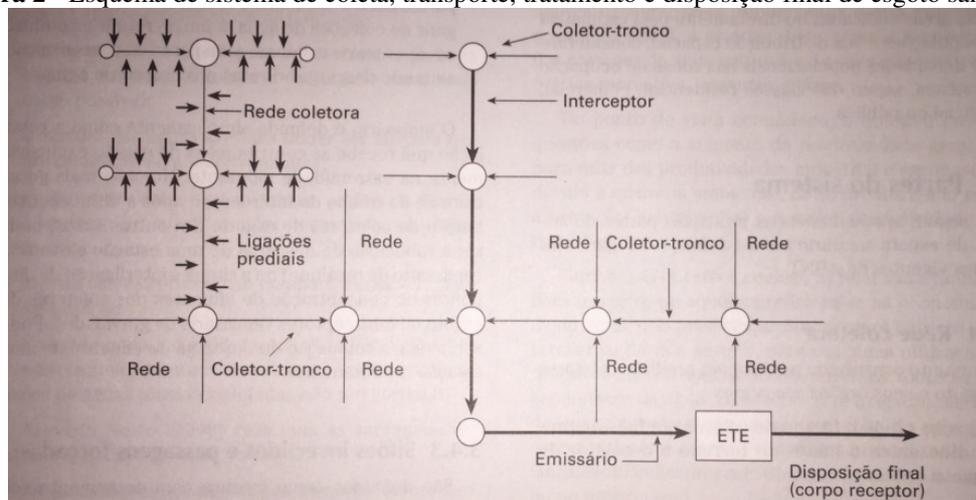
- a) higiênico: o objetivo é a prevenção, o controle e a erradicação de várias doenças provenientes de veiculação hídrica, causadores dos elevados índices de mortalidade precoce, principalmente a mortalidade infantil que é uma das mais vulneráveis;
- b) social: tem como finalidade contribuir para a melhoria da qualidade de vida da população, pela eliminação de odores desagradáveis.
- c) econômico: o objetivo contempla as questões relacionadas ao crescimento da produtividade em geral da parte industrial e agropastoril devido à melhoria ambiental.

Também há que se considerar as questões ecológicas referente a fauna e a flora terrestre ou aquática que retratam diretamente na economia de modo geral, através da conservação dos recursos hídricos e das terras marginais a jusante para sua plena utilização no desenvolvimento humano através do consumo da água (NUVOLARI, 2011).

2.3.5. Partes do sistema

Nuvolari (2011) cita que os principais elementos do esgoto sanitário e suas definições devem estar em conformidade com as normas em vigor da ABNT elencando a rede coletora, interceptadores e emissários, sifes invertidos e passagens forçadas, Estações Elevatórias de Esgoto (EEE), Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), corpo receptor e esquema genérico de um sistema (Figura 2).

Figura 2 - Esquema de sistema de coleta, transporte, tratamento e disposição final de esgoto sanitário.



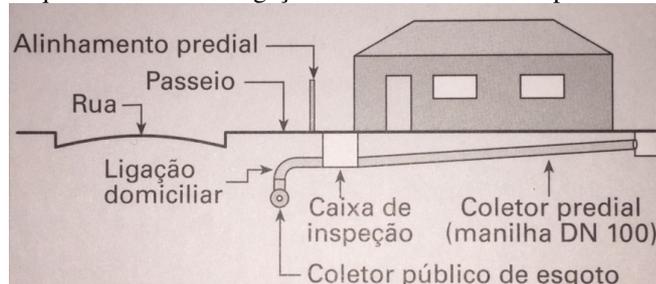
Fonte: NUVOLARI, 2011.

2.4 UNIDADES DO SISTEMA

2.4.1 Rede coletora

De acordo com Nuvolari (2011) a rede de coleta de esgoto é constituída pelas ligações prediais, coletores, coletores-tronco e seus órgãos acessórios, sua função é receber o esgoto dos domicílios, prédios e economias e direcioná-lo para os condutos transportadores, para entrar no sistema de tratamento, e por fim a descarga nos corpos receptores (Figura 3).

Figura 3 - Corte esquemático de uma ligação domiciliar ao coletor público de esgoto sanitário.



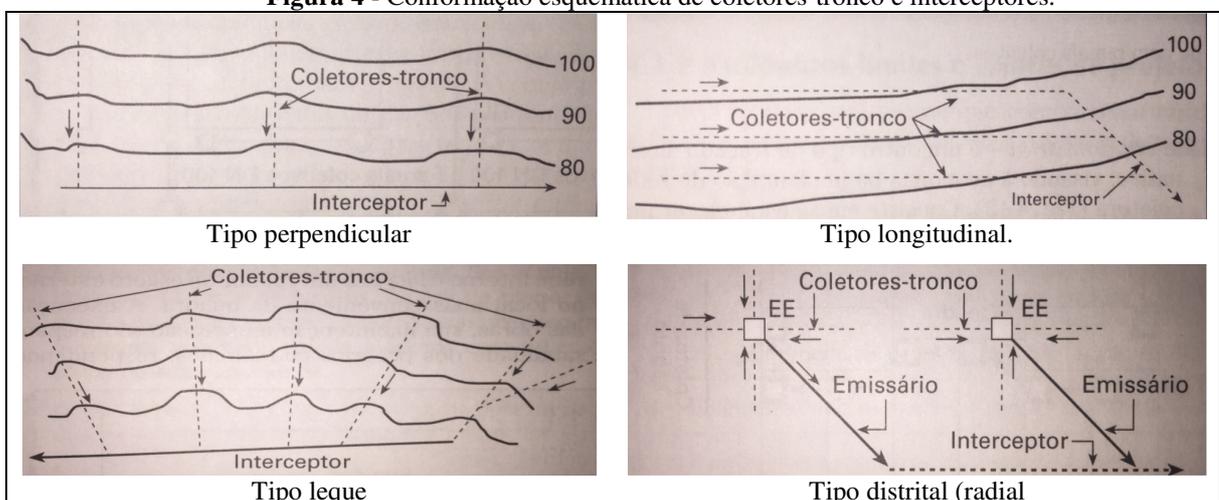
Fonte: NUVOLARI, 2011.

2.4.2 Tipos de redes – traçado tipo leque

Para determinação do traçado da rede coletora deve-se levar em consideração os grandes condutos, coletores-tronco e interceptores (NUVOLARI, 2011).

Nuvolari (2011) cita que de acordo com a topografia da área do projeto, a rede principal pode ser perpendicular, longitudinal, em leque ou distrital (radial). Após a escolha do traçado preliminar do transporte e distanciamento do esgoto é necessário definir o traçado das redes coletoras de esgoto que serão interligadas aos coletores-tronco (Figura 4).

Figura 4 - Conformação esquemática de coletores-tronco e interceptores.



Fonte: Adaptado de NUVOLARI, 2011.

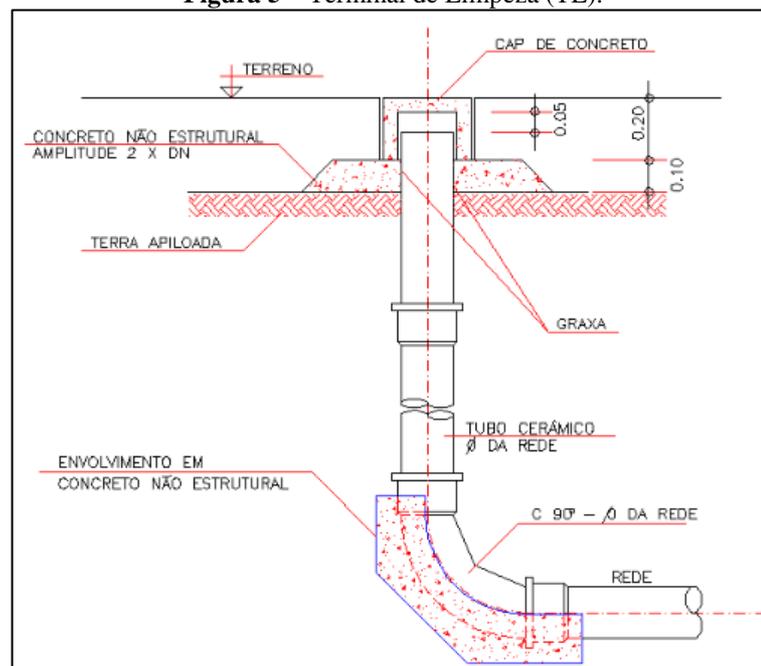
O tipo de traçado de rede que se encaixa nos requisitos utilizados para a construção da rede é o traçado tipo leque, que é caracterizado pela aparência construtiva que lembra um leque, e geralmente é usado em topografias acidentadas, onde o coletor-tronco segue pelo fundo do vale ou nos pontos mais baixos da bacia, direcionando o esgoto para coletores secundários. No caso de Goianésia o interceptor situa-se nesse ponto (FERREIRA et al., 2017).

2.4.3 Disposições construtivas

Conforme a NBR 9649/86, em pontos distintos como no começo de coletores, alteração de direção, declividade, alteração do diâmetro e alteração do material, reunião de coletores e onde há degraus, é necessário a construção dos Poços de Visita (PVs). Quando existe a possibilidade da entrada de instrumentos de limpeza em locais onde há alteração de direção, declividade, material e diâmetro, pode-se substituir os PVs pelas Caixas de Passagem (CPs), que também podem ser substituídas pelas conexões nas alterações de direção e declividade quando suas deflexões coincidirem com as peças utilizadas.

O Terminal de Limpeza (TL) é um dispositivo que fica instalado no começo da rede coletora no passeio, proporcionando a introdução de equipamentos para limpeza do mesmo (Figura 5).

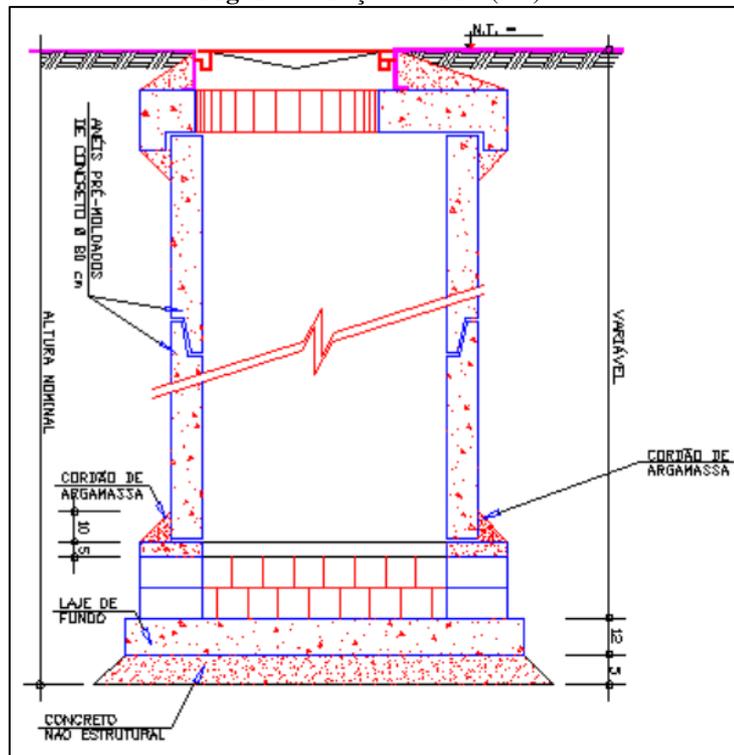
Figura 5 – Terminal de Limpeza (TL).



Fonte: Adaptado de SANEPAR, 2019.

O Poços de Visitas (PVs) são instalados nas mudanças de nível e mudanças de direção da tubulação da rede coletora de esgoto (Figura 6).

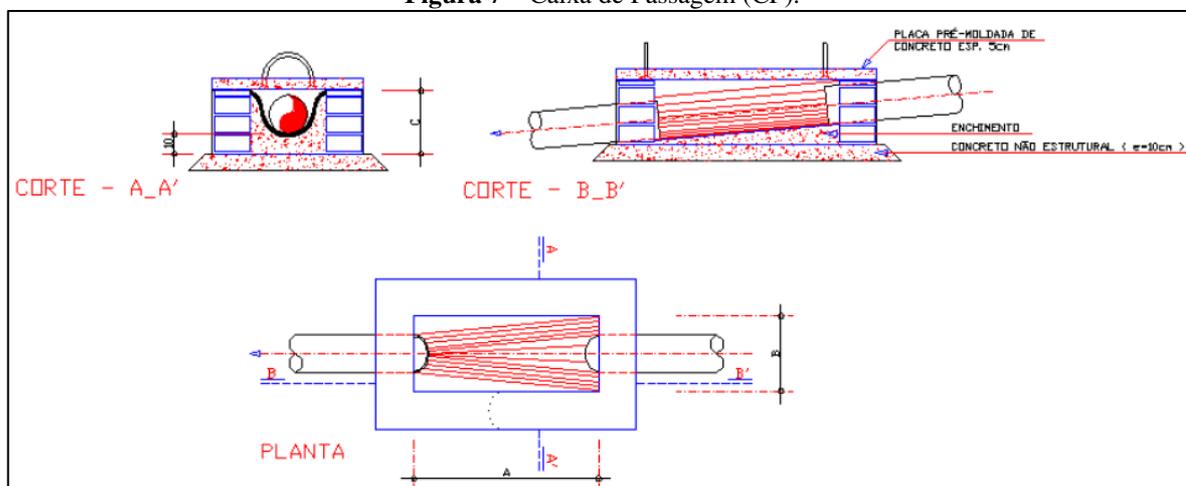
Figura 6 – Poço de Visita (PV).



Fonte: Adaptado de SANEPAR, 2019.

A Caixa de Passagem (CP) é instalada para interligar as tubulações da rede coletora de esgoto quando existir a pequena mudança de declividade ou direção, mudança do tipo do material da tubulação de esgoto e quando existir a mudança de diâmetros (Figura 7).

Figura 7 – Caixa de Passagem (CP).



Fonte: Adaptado de SANEPAR, 2019.

As dimensões dos PVs devem atender aos requisitos relacionados ao tampão com diâmetro mínimo de 0,60 m e câmara com dimensão mínima de planta de 0,80 m.

A distância entre o Poço de Visita (PV), Terminal de Limpeza (TL) e Terminal de Inspeção e Limpeza (TIL) é determinada pelo alcance dos equipamentos de desobstrução e através do fundo do PV, TIL e Caixa de Passagem (CP) precisam ser construídos com calhas visando a condução dos fluxos efluentes na direção da saída.

2.5 CONSTRUÇÃO DAS REDES DE ESGOTO SANITÁRIO

Deve-se adotar algumas providências preliminares para a execução da obra iniciando pelo projeto, em seguida a vistoria prévia, o seguro da obra, a instalação de marcos topográficos e Referências de Nível (RN), o cadastro de interferências subterrâneas, a relocação de interferências, a limpeza do terreno, as áreas de empréstimo e áreas de bota-fora, a instalação de tapumes, a mobilização de pessoal e de equipamentos como também o desvio de tráfego e sinalização (NUVOLARI, 2011).

3 METODOLOGIA

Será realizada uma visita às margens do córrego Calção de Couro para elaboração do relatório fotográfico para demonstrar a situação do mesmo e caso necessário vamos elaborar o projeto de adequação da rede coletora de esgoto. Este trabalho consiste em estudo de campo com pesquisa bibliográfica.

3.1 CENÁRIO DO PROJETO

3.1.1 Área de projeto

O trecho do Córrego Calção de Couro dentro do perímetro urbano de Goianésia possui aproximadamente 2,5 km de extensão, o seu trajeto inicia-se na barragem até a saída da cidade. Este trecho será o alvo do diagnóstico dos pontos de lançamento de esgotos situados às margens do córrego (Figura 8).

Figura 8 – Extensão do Córrego Calção de Couro.



Fonte: GOOGLE EARTH, 2019.

3.1.2 Estimativa das vazões de esgoto

A estimativa das vazões de esgoto serão realizadas com base na população geradora, considerando taxa de retorno de 85%.

A população usada para a vazão será a estimada pelo IBGE para o ano de 2018, que tomou por base o valor do último censo realizado no ano de 2010.

$$Q_{esg} = P \cdot q \cdot 0,85 / 86400 \quad (1)$$

Onde:

$$Q_{esg} = 69,072 \cdot 250 \cdot 0,85 / 86400$$

$$Q_{esg} = 169,88 \text{ L/s}$$

Q_{esg} = vazão de esgoto;

P = população da cidade de Goianésia: 69,072 habitantes;

R = 0,85 (coeficiente de retorno);

q = 250 L/hab.dia (consumo médio de água por habitante).

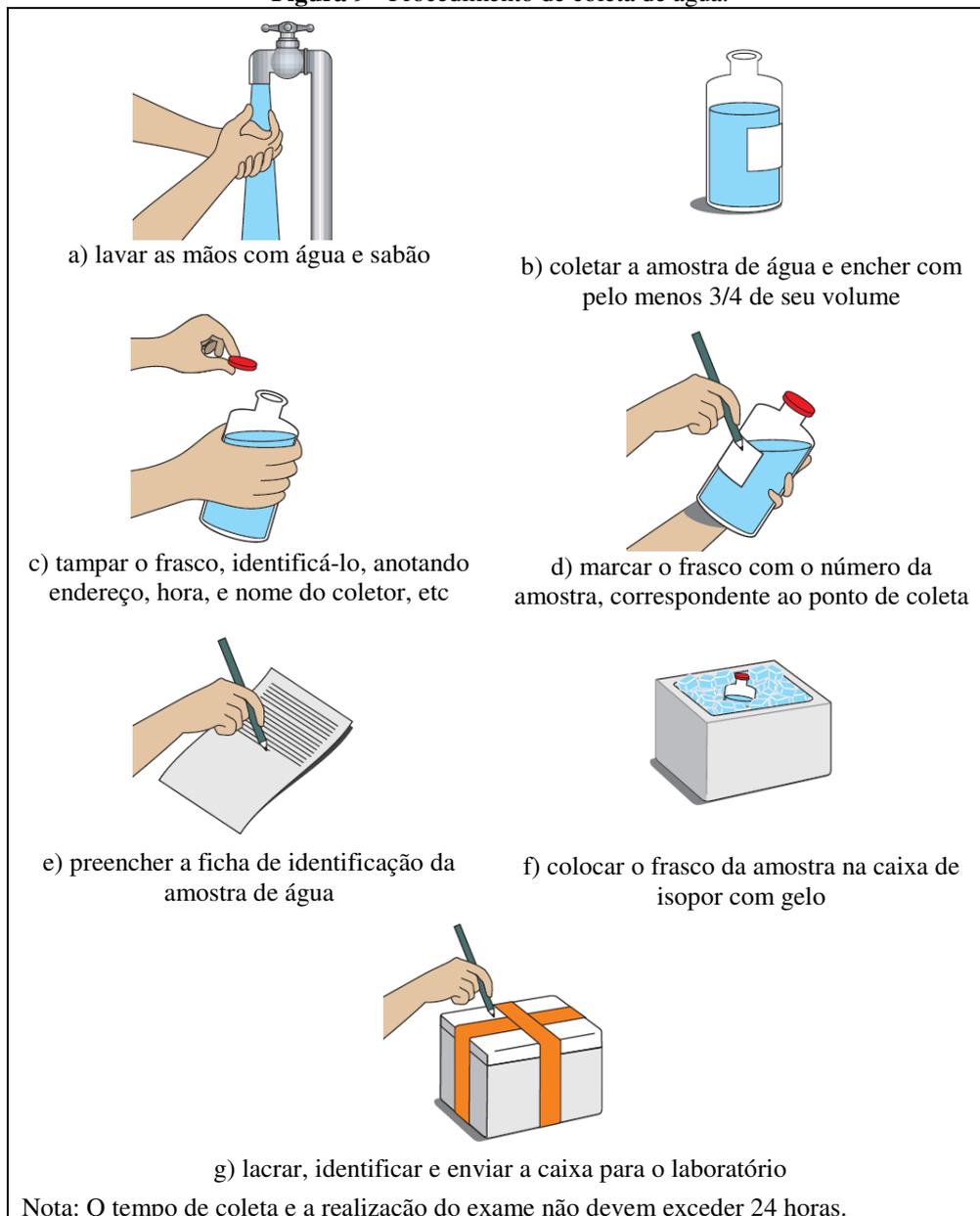
A vazão média de esgoto para a população estimada pelo IBGE para o ano de 2018 foi de 169.88 L/s.

3.1.3 Qualidade da água

A coleta da água do córrego Calção de Couro foi realizada conforme as normas estabelecidas pela FUNASA (Fundação Nacional da Saúde), utilizando garrafas pet 500 ml esterilizadas (Figura 9). As coletas foram feitas em três pontos distintos do córrego, com o intuito de abranger todo percurso urbano. Em seguida as amostras foram envolvidas com papel alumínio e armazenadas dentro de uma caixa de isopor com gelo mantendo suas características.

A qualidade da água do córrego foi determinada pelos parâmetros: pH, condutividade elétrica, alcalinidade, CO₂ livre, cloretos, turbidez e sólidos totais. Com os resultados obtidos comparamos com a resolução CONAMA 357 para o enquadramento da classe.

Figura 9 - Procedimento de coleta de água.



3.2 DIMENSIONAMENTO DA REDE COLETORA

De acordo com a NBR 9649/86, alguns parâmetros são levados em consideração quando se trata do dimensionamento das redes coletoras de esgoto sanitário.

3.2.1 Critérios de projeto para adequação e preservação do Córrego Calção de Couro

A rede coletora de esgoto foi projetada interligando a mesma com o interceptor existente. O bairro selecionado é o Jardim Pôr do Sol, situado próximo as avenidas Contorno e Brasil, na região oeste da cidade de Goianésia, Goiás (Figura 10).

Figura 10 - Delimitação do projeto no bairro Jardim Pôr do Sol.



Fonte: Adaptado de Google Earth, 2019.

O projeto trata da construção de uma rede de esgoto em parte do bairro Jardim Pôr do Sol situado próximo a nascente do córrego, que transportará o esgoto doméstico primeiramente para um interceptor e mais adiante para a ETE (Estação de Tratamento de Esgoto). Este projeto tem o intuito de manter a qualidade da água do córrego e adequar a rede existente para que a água do córrego mantenha suas propriedades e coibir a existência de ligações clandestinas de esgoto.

Para realização do projeto de adequação utilizou-se a NBR 9649/86, onde são definidos os cálculos adequados para concepção da rede de coleta de esgoto sanitário. Informações como cotas topográficas e extensões métricas foram realizadas através do software Google Earth Pro. Para determinação do traçado da rede, detalhamento e representação gráfica será utilizado o software Auto Cad 2018 para o dimensionamento e criação de planilhas através do software Excel.

Os fatores que proporcionaram a realização do projeto de adequação da rede coletora de esgoto foi devido o bairro Jardim Pôr do Sol estar localizado próximo a barragem do Córrego Calção de Couro e não possuir rede coletora de esgoto. No software Google Earth Pro foi obtida a declividade e o perfil topográfico do terreno. Estas informações possibilitaram a elaboração do traçado e dimensionamento da rede.

O levantamento foi realizado através da quantidade total de 224 residências (lotes) multiplicado por 5 habitantes, obtendo uma população 1.120 habitantes.

3.2.2 Memorial de cálculo

$$D = k \cdot \sqrt{Q}, (m); \quad (9)$$

Onde:

D = diâmetro da tubulação (m)

k = adotou-se 1,3;

Q = vazão, (m^3 / s).

Levantamento da População:

$$P = Lote \cdot hab; \quad (10)$$

Onde:

P = população atendida pela rede projetada;

$Lote$ = quantidade de lotes (residência) atendida pela rede coletora;

hab = habitante por residência.

Vazão média:

$$Q_{med} = \frac{(P \cdot QPC \cdot R)}{86400}, (l / s); \quad (11)$$

Onde:

P = população atendida pela rede projetada, (hab);

$QPC = 250 L / hab \cdot dia$, consumo médio de água por habitante;

R = coeficiente de retorno = 0,85 (constante).

Vazão mínima:

$$Q_{\min} = Q_{med} \cdot 0,5, (l / s); \quad (12)$$

Onde:

Q_{\min} . = vazão mínima (l / s)

Q_{med} = vazão média de esgoto, (l / s) .

Vazão máxima:

$$Q_{\max} = Q_{med} \cdot k1 \cdot k2, (l / s); \quad (13)$$

Onde:

Q_{\max} . = vazão máxima (l / s);

Q_{med} = Vazão média de esgoto, (l / s) ;

$k1$ = Coeficiente de máxima vazão diária = 1,2 (constante);

$k2$ = Coeficiente de máxima vazão horária = 1,5 (constante).

Vazão inicial:

$$Q_i = k2 \cdot Q_{med} + Q_{\inf}, (l / s); \quad (14)$$

Onde:

Q_i = vazão inicial (l / s);

$k2$ = coeficiente de máxima vazão horária;

Q_{med} = vazão média de esgoto, (l / s) ;

Q_{\inf} = contribuição de infiltração, 0,3 l / s . km (constante).

Vazão final:

$$Q_f = k1 \cdot k2 \cdot Q_{med} + Q_{\inf}, (l / s); \quad (15)$$

Onde:

$k1$ = Coeficiente de máxima vazão diária;

$k2$ = Coeficiente de máxima vazão horária;

Q_{med} = Vazão média de esgoto, (l / s) ;

Q_{\inf} = Contribuição de infiltração, (l / s . km) .

Declividade mínima:

$$I_{o\text{mín.}} = 0,0055 Q_i^{-0,47}, (m / m); \quad (16)$$

Onde:

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

Q_i = Vazão inicial, (l / s).

Declividade máxima:

$$I_{o\text{max.}} = 4,65 \cdot Q_f^{-2/3}, (m / m); \quad (17)$$

Onde:

$I_{o\text{eco.}}$ = declividade máxima (m / m);

Q_f = vazão final (l / s).

Declividade econômica:

$$I_{o\text{eco.}} = \frac{(Mont - Jusa)}{Comprimento}, (m / m); \quad (18)$$

Onde:

$I_{o\text{eco.}}$ = declividade econômica (m / m);

$Mont$ = cota topográfica da montante (m);

$Jusa$ = cota topográfica da jusante (m);

$Comprimento$ = comprimento da rede (m).

Diâmetro:

$$D_o = 0,3145 \cdot \left(\frac{Q_f}{\sqrt{I_o}} \right)^{3/8}, (m); \quad (19)$$

Onde:

Q_f = Vazão final, (m^3 / s);

I_o = A maior declividade (declividade econômica e declividade mínima), (m / m).

O diâmetro mínimo admissível das tubulações de esgoto é de 100 mm, porém o diâmetro mais encontrado no mercado é o de 200 mm, que foi usado no projeto. Foram utilizadas tampas de 600 mm de diâmetro nos poços de visita e o diâmetro interno do poço de visita é de 800 mm.

A NBR 9649/86 estabelece que a declividade mínima admissível para condutos de esgoto é de 2%, ou seja, 0,02 m/m. Nos casos onde essa declividade é inferior adotou-se a declividade mínima preconizada pela norma. Para os condutos com declividades superiores a 2% utilizou-se a maior declividade entre as declividades econômica (I_o eco) e mínima (I_o mín). A mesma norma define o diâmetro mínimo admissível de 100 mm, como o diâmetro comercial é de 200 mm adotou-se este valor (Tabelas 5 e 6).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 VISITA *IN LOCO*

No dia 29 de abril de 2019 no período vespertino foi realizada a primeira visita no Córrego Calção de Couro com intuito de identificar os possíveis pontos de lançamento clandestino de esgoto. O relatório fotográfico inicia-se na barragem e seguiu à jusante nos locais acessíveis dentro do perímetro urbano (Figura 11).

Figura 11 - Córrego Calção de Couro, Goianésia – GO.



Foi evidenciada a presença de lixo (pneus, celular, garrafas pet, plásticos, televisão, etc.) dentro do córrego como também nas suas margens (Figura 12).

Figura 12 – Descarte de lixo no córrego.



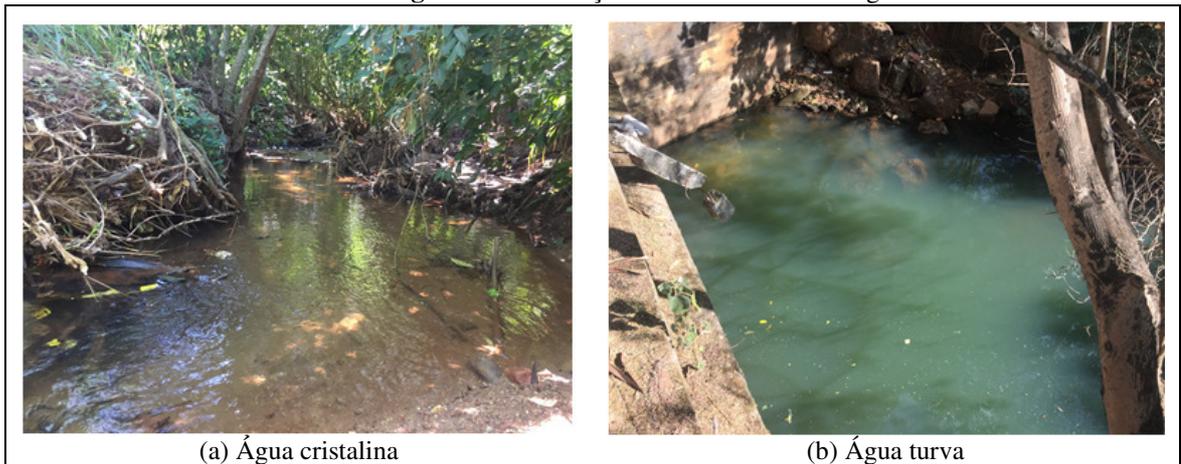
Neste mesmo trecho existem diversos pontos com várias tubulações instaladas que não identificamos a sua finalidade (Figura 13).

Figura 13 – Tubulações de lançamento existentes no local.



Apesar de não encontrar pontos específicos com lançamentos indevidos de esgoto, conforme caminhamos observamos a mudança da cor da água do córrego, que no início do trecho estava mais cristalina e límpida, e no final do trecho estava mais turva (Figura 14).

Figura 14 – Alteração da cor e turbidez da água.



O acesso foi limitado em alguns locais devido a topografia do terreno, delimitação da área acima da barragem e sua vegetação densa. Às áreas acima da barragem possui uma tela que impediu nosso acesso ao local (Figura 15).

Figura 15 – Limitação do acesso em alguns pontos próximos as margens do córrego.



No dia 04 de junho de 2019 no período vespertino foi realizada a segunda visita nos mesmos locais da visita anterior para confirmação de que realmente não existia nenhum lançamento de esgoto. Em seguida a visita prosseguiu nas proximidades do Distrito Agroindustrial de Goianésia (DAIGO) onde não foram identificados pontos de lançamento clandestino de esgoto.

4.1.1 Pontos de maior necessidade de intervenção

As verificações não apontaram lançamento crítico de esgoto. Todavia, foram identificados lançamentos advindos da rede de drenagem pluvial, que, dada a constatação no período de estiagem, podem ser de esgoto doméstico despejado irregularmente na rede.

4.1.2 Levantamento da Rede de esgoto atual existente

Verificamos na SANEAGO o projeto existente da rede de coleta de esgoto próximo ao Córrego Calção de Couro. Foi observado que o bairro Jardim Por do Sol, adjacente ao córrego, não possui rede de coleta de esgotos sanitários (Figura 16).

Figura 16 – Traçado da rede coletora de esgoto existente.

Fonte: Acervo da SANEAGO, 2019.

4.2 COLETA E ANÁLISES DA ÁGUA

A Tabela 3 apresenta os resultados das análises de água do Córrego Calção de Couro, realizadas neste trabalho. De acordo com os parâmetros obtidos, as águas do Córrego Calção de Couro se enquadram na classe 2 de águas doces. Admite-se, para esta classe de água doce, o pH entre 6,0 e 9,0, turbidez máxima de 100 UNT, concentração de cloretos máxima de 0,01 mg L⁻¹, sólidos dissolvidos totais máximo de 500 mg L⁻¹. Para CO₂ dissolvido e alcalinidade não existe limite especificado.

Tabela 3 - Parâmetros de qualidade das águas do Córrego Calção de Couro ao longo de sua extensão na área urbana de Goianésia-GO. Data das análises: 02/08/2019.

Amostra	Condutividade elétrica (μS cm ⁻¹)	pH	Alcalinidade (mg/L de CaCO ₃)	CO ₂ livre (mg/L de CO ₂ livre)	Cloretos (mg/L de Cl)	Turbidez (UNT)	Sólidos Totais (mg/L)
1	82	7,0	50	16	0,0149	22,0	123,0
2	157	6,8	84	18	0,0239	7,5	160,0
3	184	6,7	98	14	0,0359	2,5	178,5

Somente a concentração de cloretos ficou acima do limite preconizado pela resolução. O cloreto é um íon importante nas águas subterrâneas e superficiais, podendo ter origem nos esgotos domésticos e industriais, principalmente (USEPA, 2015).

4.3 PROJETO DE ADEQUAÇÃO

A partir do dimensionamento foi possível obter a lista preliminar dos materiais necessários para construção da rede (Tabela 4).

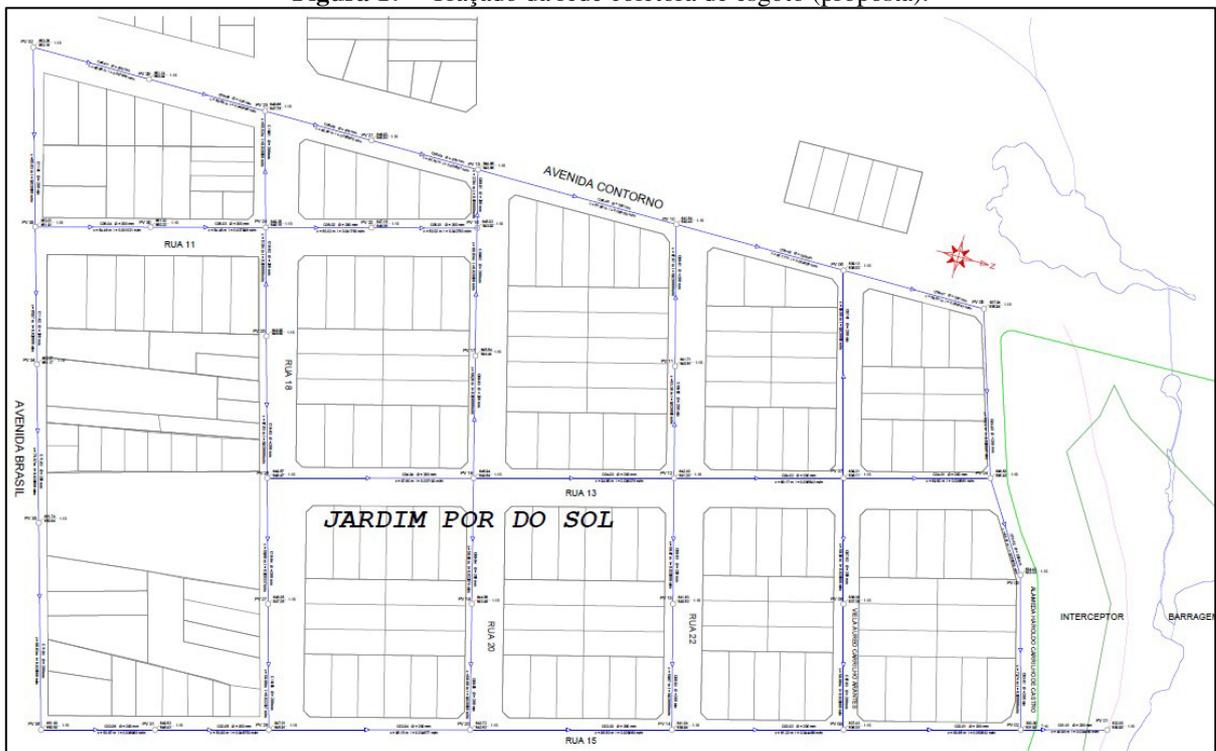
Tabela 4 – Lista preliminar dos materiais.

ITEM	DESCRIÇÃO DO MATEIRAL	UND	QTD
1	*Tubo de concreto 200 mm x 1.500 mm com junta de vedação	Peça	2.050
2	**Poço de Visita (PV) pré-moldado 800 mm x 1.100 mm	Peça	36
3	***Tampão 600 mm x 40 mm	Peça	36
4	Cimento Portland CP III RS 50kg	Sacos	7
5	Areia média	m ³	1
6	Água	m ³	0,6

Dimensões: *diâmetro nominal x comprimento; **diâmetro x profundidade; ***diâmetro x espessura.

O traçado da rede de coletores ficou definido conforme a Figura 17.

Figura 17 – Traçado da rede coletora de esgoto (proposta).



5. CONCLUSÕES

Realizou-se um estudo que abrange o conceito de sistema sanitário de esgoto, fatos que envolvem o surgimento dos primeiros sistemas de esgoto sanitário, sua construção, a média de esgoto gerado *per capita*, lançamento do esgoto em corpos hídricos e demais casos que envolvem o tratamento de esgoto, as doenças causadas pelo esgoto mal tratado, as partes de um sistema de esgoto e a finalidade do sistema.

Este trabalho teve atingiu sua finalidade principal que será a preservação e manutenção da qualidade da água do córrego Calção de Couro. A elaboração do projeto de rede coletora de esgoto irá beneficiar a população local.

Houve uma aproximação entre a teoria estudada em sala de aula com a prática.

Os resultados das análises da água foram plausíveis, pois a água do córrego se encontra em boa qualidade conforme a resolução CONAMA 357 e por isso deve-se ligar o alerta, pois com o crescimento constante da cidade o nível de poluição pode-se elevar afetando o meio ambiente.

Conhecimentos no âmbito de dimensionamento hidráulico, sistema de esgoto, normas regulamentadoras, preservação do meio ambiente e demais assuntos relacionados ao tema foram de grande valia para o trabalho científico e para a vida profissional de engenheiro civil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA JR., A. F. Elementos de anatomia e fisiologia humanas. 44 ed. São Paulo: Nacional. 1985. 362p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9648: estudos de concepção de sistemas de esgoto sanitário. Rio de Janeiro. 1986.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9649: projeto de redes coletoras de esgoto sanitário. Rio de Janeiro. 1986.

BRASIL. IBGE. Censo demográfico, 2010. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/goianesia/panorama>> Acesso em 30 de Abr. 2019.

BRASIL. Lei nº 11.445 de 5 de Janeiro de 2007. Palácio do Planalto da Presidência da República. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm> Acesso em 06 Mai. 2019.

CONAMA – 01 (1986). Resolução CONAMA n. 01 de 23 de janeiro de 1986. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Publicada no D.O.U. de 17/02/86.

CONNOR; UHLENBROOK; KONCAGÜL; TRAN, Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2019, “Deixando ninguém para trás”. In: WWAP (PROGRAMA MUNDIAL DE AVALIAÇÃO DA ÁGUA DA UNESCO), Resumo executivo, p.11, 2019, Paris, UNESCO. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000367303_por/PDF/367303por.pdf.multi>. Acesso em: 24 mar. 2019.

FERREIRA, M. P.; GARCIA, M. S. D.; Saneamento básico: meio ambiente e dignidade humana. Dignidade Re-Vista, v. 2, n. 3, p. 12, jul. 2017. Disponível em: <<http://periodicos.puc-rio.br/index.php/dignidaderevista/article/view/393>>. Acesso em: 23 mar. 2019.

FREITAS, L. S.; SILVA, J. C.; OLIVEIRA, R. S. A falta de saneamento e o impacto ambiental em rios urbanos. Revista Univap on-line, v.22, n.40, ISSN 2237-1753, 2016.

JUNIOR, A. de C. G.; CUSTÓDIO, A. M. B.; MONTEIRO, M. A. Ociosidade das Redes de Esgotamento Sanitário no Brasil. Publicação online, Instituto Trata Brasil, estudos, mai. 2015. Disponível em < <http://www.tratabrasil.org.br/datafiles/estudos/ociosidade/relatorio-completo.pdf>>. Acesso em: 08 dez. 2019.

LEONETI, A.B.; PRADO, E.L.; OLIVEIRA, S.V.W.B. Saneamento básico no Brasil: considerações sobre investimento e sustentabilidade para o século XXI. Revista de Administração Pública, v. 45, p. 333, 2011.

MATOS, S.C.; FERNANDES, F.F.; FERREIRA, J.C.; SOUZA, R.J.Q. Proposta de rede coletora de esgoto sanitário em uma área da cidade de Manaus. In: XVII Safety, Health and Environment World Congress. 2017, Vila Real, Portugal: SHEWC, 2017. p. 204-208.

MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE GOIÁS. MP aciona Saneamento por despejo de esgoto 'in natura' em mananciais de Goiânia. Assessoria de Comunicação Social do MP-GO, Meio ambiente, abr. 2019. Disponível em <<http://www.mpggo.mp.br/portal/noticia/mp-aciona-saneamento-por-despejo-de-esgoto-in-natura-em-mananciais-de-goiania#.XP7v14hKhPY>>. Acesso em: 10 jun. 2019.

MENEZES, A. M. G. De.; CARVALHO, J.; GUIMARÃES, M. I. C. & MOTA, U. de O. Goianésia: seu povo, sua história. Goianésia, GO, Gráfica Tânia, 2000.

NUVOLARI, A. Esgoto Sanitário: coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola. São Paulo: Blücher, 2011, 520p.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE (OPAS). Fascículo água: a desinfecção da água. Brasília: OPAS, 1999.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS). Guías para a calidad del agua potable. 1. ed. Ginebra, 1998. v.3.

TSUTIYA, M. T., & SOBRINHO, P. A. Coleta e Transporte de Esgoto Sanitário. 3ª edição. Rio de Janeiro: ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2011, 548 p.

UNITED STATES. Environmental Protection Agency - USEPA. Secondary maximum contaminant levels: a strategy for drinking water quality and consumer acceptability. 2015. Disponível em: <http://www.waterrf.org/PublicReportLibrary/4537.pdf>. Acesso em: set.

VAZ, A. J. A Importância da Rede Coletora de Esgoto na Promoção da Qualidade Sócio-Ambiental. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. RJ, 2009. Disponível em: <<http://www.observatoriogeograficoamericatinalatina.org.mx/egal12/Procesosambientales/Impactoambiental/71.pdf>>. Acesso em: 08 dez. 2019.

ANEXO A – PROJETO DA REDE COLETORA DE ESGOTO

Tabela 5 – Dimensionamento da rede coletora de esgoto nos trechos C01-01 a C06-06 (início).

Trecho	População (hab)	Comprimento (m)	Qméd (l/s)	Qi (l/s)	Qf (l/s)	Qmín (l/s)	Qmáx (l/s)	Io eco (m/m)	Io máx (m/m)	Io mín (m/m)	Io esc (m/m)	D calc (mm)	D esc (mm)
C01-01	1120	40,90	2,755	4,432	5,258	1,377	4,958	0,024	1,538	0,003	0,024	88,13	200
C02-01	550	83,85	1,353	2,329	2,735	0,676	2,435	0,053	2,378	0,004	0,053	59,69	200
C02-02	460	81,20	1,131	1,997	2,336	0,566	2,036	0,044	2,641	0,004	0,044	58,12	200
C02-03	345	95,50	0,849	1,573	1,827	0,424	1,527	0,028	3,111	0,004	0,028	57,78	200
C02-04	230	95,15	0,566	1,149	1,318	0,283	1,018	0,035	3,868	0,005	0,035	49,16	200
C02-05	135	53,90	0,332	0,798	0,898	0,166	0,598	0,047	4,997	0,006	0,047	40,22	200
C02-06	100	53,87	0,246	0,669	0,743	0,123	0,443	0,039	5,670	0,007	0,039	38,76	200
C03-01	565	73,74	1,390	2,384	2,801	0,695	2,501	0,019	2,340	0,004	0,020	72,69	200
C03-02	545	48,31	1,340	2,311	2,713	0,670	2,413	0,043	2,391	0,004	0,043	61,73	200
C03-03	510	80,74	1,254	2,182	2,558	0,627	2,258	0,006	2,486	0,004	0,020	86,69	200
C04-01	270	69,50	0,664	1,296	1,495	0,332	1,195	0,039	3,556	0,005	0,039	50,49	200
C04-02	225	80,17	0,553	1,130	1,296	0,277	0,996	0,039	3,912	0,005	0,039	47,86	200
C04-03	175	94,85	0,430	0,946	1,075	0,215	0,775	0,038	4,432	0,006	0,038	44,65	200
C04-04	120	97,60	0,295	0,743	0,831	0,148	0,531	0,037	5,260	0,006	0,037	40,79	200
C05-01	130	50,02	0,320	0,780	0,876	0,160	0,576	0,043	5,081	0,006	0,043	40,51	200
C05-02	105	50,02	0,258	0,687	0,765	0,129	0,465	0,042	5,560	0,007	0,042	38,68	200
C05-03	75	54,48	0,184	0,577	0,632	0,092	0,332	0,038	6,314	0,007	0,038	36,66	200
C05-04	40	54,48	0,098	0,448	0,477	0,049	0,177	0,031	7,616	0,008	0,031	34,27	200
C06-01	575	68,87	1,414	2,421	2,846	0,707	2,546	0,030	2,316	0,004	0,030	67,23	200
C06-02	480	82,17	1,181	2,071	2,425	0,590	2,125	0,029	2,576	0,004	0,029	63,72	200
C06-03	360	97,38	0,885	1,628	1,894	0,443	1,594	0,035	3,038	0,004	0,035	56,15	200
C06-04	140	52,30	0,344	0,816	0,920	0,172	0,620	0,038	4,917	0,006	0,038	42,27	200
C06-05	125	52,30	0,307	0,761	0,853	0,154	0,553	0,037	5,168	0,006	0,037	41,26	200
C06-06	30	56,86	0,074	0,411	0,433	0,037	0,133	0,040	8,127	0,008	0,040	31,49	200

Fonte: Elaborado pelos próprios autores, 2019.

Tabela 6 – Dimensionamento da rede coletora de esgoto nos trechos C06-07a C11-04 (continuação).

Trecho	População (hab)	Comprimento (m)	Q _{méd} (l/s)	Q _i (l/s)	Q _f (l/s)	Q _{mín} (l/s)	Q _{máx} (l/s)	Io eco (m/m)	Io máx (m/m)	Io mín (m/m)	Io esc (m/m)	D calc (mm)	D esc (mm)
C06-07	15	56,86	0,037	0,355	0,366	0,018	0,066	0,038	9,081	0,009	0,038	29,94	200
C07-01	565	99,09	1,390	2,384	2,801	0,695	2,501	0,001	2,340	0,004	0,020	131,92	200
C07-02	240	59,96	0,590	1,185	1,363	0,295	1,063	0,014	3,784	0,005	0,020	58,83	200
C07-03	270	59,96	0,664	1,296	1,495	0,332	1,195	0,016	3,556	0,005	0,020	59,90	200
C08-01	235	67,67	0,578	1,167	1,340	0,289	1,040	0,003	3,825	0,005	0,020	80,88	200
C08-02	200	53,36	0,492	1,038	1,185	0,246	0,885	0,011	4,152	0,005	0,020	58,50	200
C08-03	190	59,97	0,467	1,001	1,141	0,234	0,841	0,011	4,258	0,005	0,020	57,56	200
C08-04	220	59,97	0,541	1,112	1,274	0,271	0,974	0,010	3,957	0,005	0,020	61,43	200
C09-01	175	27,84	0,430	0,946	1,075	0,215	0,775	0,002	4,432	0,006	0,020	76,62	200
C09-02	175	60,93	0,430	0,946	1,075	0,215	0,775	0,009	4,432	0,006	0,020	59,19	200
C09-03	145	58,29	0,357	0,835	0,942	0,178	0,642	0,007	4,839	0,006	0,020	58,69	200
C09-04	135	59,98	0,332	0,798	0,898	0,166	0,598	0,023	4,997	0,006	0,023	46,07	200
C09-05	165	59,98	0,406	0,909	1,030	0,203	0,730	0,014	4,558	0,006	0,020	52,86	200
C10-01	105	55,52	0,258	0,687	0,765	0,129	0,465	0,007	5,560	0,007	0,020	54,04	200
C10-02	10	51,84	0,025	0,337	0,344	0,012	0,044	0,013	9,466	0,009	0,020	35,94	200
C10-03	65	67,63	0,160	0,540	0,588	0,080	0,288	0,005	6,627	0,007	0,020	52,42	200
C10-04	80	59,99	0,197	0,595	0,654	0,098	0,354	0,020	6,171	0,007	0,020	41,75	200
C10-05	115	59,99	0,283	0,724	0,809	0,141	0,509	0,022	5,355	0,006	0,022	44,43	200
C11-01	15	85,63	0,037	0,355	0,366	0,018	0,066	0,003	9,081	0,009	0,020	47,65	200
C11-02	25	65,57	0,061	0,392	0,411	0,031	0,111	0,011	8,416	0,009	0,020	39,16	200
C11-03	50	75,57	0,123	0,484	0,521	0,061	0,221	0,007	7,178	0,008	0,020	46,82	200
C11-04	75	98,63	0,184	0,577	0,632	0,092	0,332	0,001	6,314	0,007	0,020	71,04	200

Fonte: Elaborado pelos próprios autores, 2019