



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

PAULO HENRIQUE PEREIRA CEZÁRIO

**AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO PROPOSTO PARA
O MUNICÍPIO DE SÃO FÉLIX DO TOCANTINS**

**Palmas
2021**

PAULO HENRIQUE PEREIRA CEZÁRIO

**AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO PROPOSTO PARA
O MUNICÍPIO DE SÃO FÉLIX DO TOCANTINS**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado como requisito parcial para
obtenção do título de Bacharel no Curso
Superior de Engenharia Civil do Instituto
Federal do Tocantins, Campus Palmas.

Orientadora: Prof^a. Me. Adriana Soraya
Alexandria Monteiro

**Palmas
2021**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins

C387a Cezário, Paulo Henrique Pereira
Avaliação do sistema de esgotamento sanitário proposto para o
município de São Félix do Tocantins / Paulo Henrique Pereira
Cezário. – Palmas, TO, 2021.
146 p. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia
Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Tocantins, Campus Palmas, Palmas, TO, 2021.

Orientador: Me. Adriana Soraya Alexandria Monteiro

1. Sistema de esgotamento sanitário. 2. Avaliação. 3.
Dimensionamento. I. Monteiro, Adriana Soraya Alexandria. II. Título.

CDD 624

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins
de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a).**

PAULO HENRIQUE PEREIRA CEZÁRIO

**AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO PROPOSTO PARA
O MUNICÍPIO DE SÃO FÉLIX DO TOCANTINS**

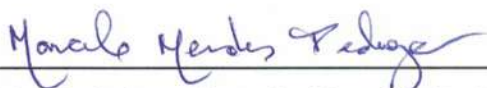
Trabalho de conclusão de curso
apresentado como requisito parcial para
obtenção do título de Bacharel no Curso
Superior de Engenharia Civil do Instituto
Federal do Tocantins, Campus Palmas.

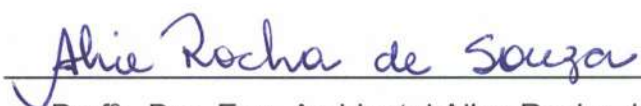
Prof^a. Me. Eng. Civil Adriana Soraya
Alexandria Monteiro

Aprovado em: 16 / 04 / 2021

BANCA AVALIADORA


Prof^a. Me. Eng. Civil Adriana Soraya Alexandria Monteiro
IFTO- Campus Palmas


Prof^o Dr. Químico. Marcelo Mendes Pedroza
IFTO- Campus Palmas


Prof^a. Dra. Eng. Ambiental Alice Rocha de Souza
IFTO- Campus Palmas

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me dado saúde e força para que eu percorresse esse caminho em busca do meu objetivo.

Agradeço aos meus pais Admy e Ana Maria pelo amor e apoio incondicional transmitido a mim.

A minha orientadora Adriana Soraya A. Monteiro pela orientação dada e principalmente por acreditar no trabalho desenvolvido e me fazer enxergar o saneamento básico por outro ângulo. Agradeço também pela amizade, conselhos e por instigar desenvolver um trabalho que possa ser revertido em contribuições para a melhoria na vida da população.

A minha família pelo apoio e pela torcida durante essa jornada, em especial a minha tia Fátima por acreditar em meu potencial e dirigir a mim palavras de encorajamento e confiança.

Aos meus amigos, que caminharam comigo e me ajudaram a superar adversidades, me deram forças e seguraram as minhas mãos nos momentos mais difíceis, sem vocês com certeza eu não teria chegado até aqui, cada um contribuiu de uma maneira singular e deixo aqui meus sinceros agradecimentos.

A ATS por contribuir com o fornecimento dos dados que levaram a concretização desse estudo.

Ao meu primo Sócrates e seus pais Adelaide e Marlen por disponibilizarem sua residência como ponto de apoio para que eu realizasse a avaliação do meu estudo *in loco*.

Ao IFTO por colocar professores e colaboradores que me instigaram a olhar minha graduação sob outro horizonte, sob a ótica de colocar meu conhecimento à serviço da sociedade, entregando o melhor da minha profissão.

“O homem não teria alcançado o possível se, repetidas vezes, não tivesse tentado o impossível.”

Max Weber

RESUMO

O presente trabalho analisou o sistema de esgotamento sanitário proposto para o município de São Félix do Tocantins, situado na região do Jalapão, conhecido por seu potencial hídrico, abrigando as nascentes do Rio Parnaíba. Assim, checando os parâmetros utilizados no dimensionamento do sistema, confrontando com a literatura e verificando se o que estava proposto atendia as necessidades do município, por este estar localizado em uma região ambientalmente sensível. Ao longo do estudo, foi feito o redimensionamento da rede coletora, que mesmo com o DN 100 mm atendeu as recomendações da NBR 9649 de 1986 e o princípio da tensão trativa. Em relação às elevatórias averiguou-se o nível de detalhamento dos projetos hidráulico e mecânico observando se as decisões tomadas eram pertinentes e no projeto estrutural, foi observado a falta de detalhamento. No tocante a estação de tratamento foi observada inconsistências entre o layout do projeto e o memorial descritivo do tratamento proposto. Quanto ao lançamento, foram analisadas as condições do corpo receptor do período de cheia, em relação às características físico-químicas, observando se estaria em conformidade com a resolução CONAMA 357/2005, entretanto, não se tem informação quanto ao período de estiagem. O manancial precisa ser monitorado antes da implantação do sistema, para se ter parâmetros de comparação em relação ao corpo receptor mesmo antes de receber o efluente da estação de tratamento de esgoto.

Palavras-chave: Avaliação. Sistema de esgotamento sanitário. Dimensionamento. CONAMA 357/2005.

ABSTRACT

The aim of this work was to analyze the sewage system proposed for the Municipality of São Félix do Tocantins, situated in the region of Jalapão, famous for its hydroelectric potential, sheltering the sources of the Parnaíba River. The analysis carried out on the basis of checking of parameters used in the system sizing that have been confronted in the literature. It was then examined if the sanitary system proposed are consistent with the Municipality's necessity, because the project is located in an environmentally sensitive area. The resizing of the wastewater collection system was made over the study and it has been attentive to the recommendations of the NBR 9649/1986 and the traction tension state even with the nominal pipe size of 100 mm. In relation to the lift station, it was ascertained the level of detail at the hydraulic and mechanical projects observing the relevance of the decisions taken and it was observed lack of detail at the structural project. Regarding the treatment plant, there have been observed inconsistencies between the project and the written part proposed. At the final part of the treatment, when dealing with the discharge, has been analysed the conditions of the receiving water during the flood period, in relation to physical and chemical characteristics, observing if it was found to be in line with the resolution 357 of CONAMA 357/2005, however, there is no information regarding drought period. The spring water must be monitored before system implementation, in order to obtain comparison parameters with respect to the water body before the effluent from the sewage treatment station is received.

Keywords: Evaluation. Sewage System. Sizing. CONAMA 357/2005.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1–Esquematisação do sistema de esgotamento sanitário	19
Figura 2– Ilustração do sistema separador absoluto.....	22
Figura 3– Esquematisação da rede coletora de esgoto do tipo dupla.....	23
Figura 4– Esquematisação da tensão trativa	25
Figura 5– Representação isométrica do poço de sucção de uma elevatória	28
Figura 6 – Aplicação de Nitrato de Amônia em poço de sucção	32
Figura 7 – Ciclo da água do âmbito do saneamento básico.....	33
Figura 8 – Gradeamento em uma ETE	35
Figura 9 – Desarenador	36
Figura 10 – Decantador primário.....	37
Figura 11– Tratamento de esgoto com lagoa facultativa.....	38
Figura 12– Tratamento de esgoto com plantas aquáticas.....	41
Figura 13 – Composição da camada de solo	47
Figura 14 – Retirada de solo rochoso após desmonte	50
Figura 15 – Trator sobre esteiras com escarificador	52
Figura 16– Perfuratriz hidráulica	52
Figura 17– Solo arenoso	54
Figura 18– Solo siltooso.....	57
Figura 19– Solo argiloso	60
Figura 20– Escavadeira hidráulica sobre esteiras.....	61
Figura 21– Retaludamento de terreno íngreme	66
Figura 22– Fluxograma do desenvolvimento da pesquisa	67
Figura 23- Zona urbana do município de São Félix do Tocantins	69
Figura 24- Localização do município	70
Figura 25- Residência com tratamento por meio de fossa negra.....	71
Figura 26- Imagem satélite da sede do município.....	71
Figura 27- Erodibilidade potencial do solo	72
Figura 28- Precipitação média anual.....	73
Figura 29- Tipologia do solo.....	74
Figura 30- Temperatura média anual	75
Figura 31- Coleta da amostra de água*	76
Figura 32- Coleta das amostras	77

Figura 33- Amostras deformadas em secagem natural.....	78
Figura 34-Processo de filtração da amostra.....	80
Figura 35- Retirada da cubeta após o ensaio com a leitura do resultado.....	80
Figura 36- Leitura obtida através do ensaio	81
Figura 37- Resfriamento da cápsula no dessecador	82
Figura 38- Pesagem da amostra	82
Figura 39- Leitura no turbidímetro	83
Figura 40- Projeção da rede coletora na sub-bacia 2.....	85
Figura 41- Fundação em radier	88
Figura 42- Bomba ABS robusta Sulzer	91
Figura 43- Curva característica da bomba da EEE 1	91
Figura 44- Bomba IMBIL E 1-1/2.....	92
Figura 45- Curva característica da bomba da EEE 2	93
Figura 46- Amostra de solo	94
Figura 47- Amostra de solo peneirado	94
Figura 48- Análise tátil visual <i>in loco</i>	95
Figura 49- Fluxograma escolhido para o município.....	96
Figura 50- Impermeabilização com geomembrana PEAD 2 mm.....	97
Figura 51- Rio Soninho	98

LISTA DE QUADROS

Quadro 1– Descrição dos principais sistemas de tratamento de esgoto a nível secundário por lagoas de estabilização	39
Quadro 2- Processos para remoção de organismos patogênicos.....	42
Quadro 3– Vantagens e desvantagens dos sistemas de lagoas de estabilização	44
Quadro 4– Classificação dos materiais de acordo com sua escavabilidade	48
Quadro 5– Descrição dos escarificadores e seu uso	51
Quadro 6 – Tipos de obras de estabilização de taludes e encostas	65
Quadro 7- Classificação da pesquisa.....	68

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Percentual de remoção no esgoto sanitário para as	34
Tabela 2- Parâmetros de caracterização de solos arenosos.....	55
Tabela 3- Parâmetros de caracterização de solos siltosos	58
Tabela 4- Parâmetros de caracterização de solos argilosos	61
Tabela 5- Comparação da tensão trativa com diâmetro de 100 mm e 150 mm	87
Tabela 6- Comparação da velocidade critica com diâmetro.....	87
Tabela 7- Parâmetros hidráulicos da EEE 1.....	89
Tabela 8- Parâmetros hidráulicos da EEE 2.....	90
Tabela 9- Resultados do ensaio de cor verdadeira	99
Tabela 10- Resultados do ensaio de pH	100
Tabela 11 - Resultados do ensaio de sólidos totais em mg/L	100
Tabela 12- Resultados do ensaio de turbidez em NTU	100

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ART	Anotação de Responsabilidade Técnica
ATS	Agência Tocantinense de Saneamento
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CP	Caixa de Passagem
CRPM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
DN	Diâmetro Nominal
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IFTO	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
NTU	<i>Nephelometric Turbidity Unity</i>
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
PEAD	Polietileno de Alta Densidade
PV	Poço de Visita
SABESP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SEPLAN	Secretaria do Planejamento e Modernização da Gestão Pública
SES	Sistema de Esgotamento Sanitário
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
ST	Sólidos Totais
TB	Terminologia Brasileira
TDH	Tempo de Detenção Hidráulica
TIL	Terminal de Inspeção e Limpeza
TL	Terminal de Limpeza

LISTA DE SIMBOLOS

$\emptyset$	Ângulo de atrito do solo
γ	Peso específico do solo
σ	Tensão trativa
B	Número de Boussinesq
c	Coesão do solo
cm	Centímetro
Co	Cobalto
cotg	Cotangente
cv	Cavalo-vapor
H	Altura
H_{cr}	Altura crítica
HP	Horse-power
I	Declividade
I_{o máx}	Declividade máxima
I_{o min}	Declividade mínima
l/s	Litros por segundo
m³/s	Metros cúbicos por Segundo
mg	Miligramma
mm	Milímetro
N	Nitrogênio
O	Oeste
P	Fósforo
pH	Potencial hidrogeniônico
Pa	Pascal
Pt	Platina
Q_i	Vazão inicial
Q_f	Vazão final
Q_m	Vazão média
Q_{min}	Vazão mínima
R_H	Raio hidráulico
S	Sul

t	Tempo de intermitência
t_s	Tempo de enchimento do poço de sucção
t_d	Tempo de esvaziamento do poço de sucção
V_c	Velocidade crítica
V_d	Volume do poço de sucção
V_e	Volume efetivo do poço de sucção

Sumário

1. INTRODUÇÃO	16
2. PROBLEMA DE PESQUISA	17
3. JUSTIFICATIVA	18
4. OBJETIVOS	18
4.1. Objetivo Geral	18
4.2. Objetivos Específicos	18
5. REVISÃO DE LITERATURA	19
5.1. Sistema de Esgotamento Sanitário	19
5.2. Sistema Separador Absoluto	21
5.3. Rede coletora (Simples e Dupla)	22
5.3.1. Declividade	23
5.3.2. Tensão trativa	24
5.3.3. Velocidade crítica	27
5.4 Estação elevatória de esgoto	28
5.4.1 Tempo de detenção hidráulica	30
5.4.2 Produção de odor	31
5.5 Estação de Tratamento de Esgoto	32
5.5.1. Níveis de tratamento	34
5.5.2. Vantagens e desvantagens	43
5.6 Tipos de solo e suas limitações construtivas	46
5.6.1 Rocha	49
5.6.2 Arenoso	53
5.6.3 Siltoso	56
5.6.4 Argiloso	59
5.7. Relevo e escolha do processo de lançamento do efluente	63
6. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	67
6.1. Caracterização da pesquisa	67
6.2. Revisão de literatura	69
6.3. Caracterização da área estudo	69
6.4. Obtenção dos estudos junto à ATS	75
6.5. Análise do dimensionamento hidráulico	75
6.6. Amostragem	76

6.6.1. Amostra deformada de solo	77
6.6.2. Amostra da água do corpo receptor	78
6.7. Ensaio de caracterização das propriedades físico-químicas.....	79
6.7.1. Ensaio de cor verdadeira.....	79
6.7.2. Potencial hidrogeniônico	81
6.7.3. Sólidos totais	81
6.7.4. Turbidez	83
7. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DO PROJETO PROPOSTO PELA ATS	84
7.1. Dimensionamento hidráulico da rede	84
7.1.1. Tipo de rede	84
7.1.2. Declividade.....	85
7.1.3. Tensão trativa.....	86
7.1.4. Velocidade crítica	87
7.2. Dimensionamento da Estação Elevatória de Esgoto	88
7.2.1. Dimensionamento estrutural.....	88
7.2.2. Dimensionamento hidráulico	89
7.2.3. Dimensionamento mecânico	90
7.3. Caracterização geotécnica.....	93
7.4. Estação de Tratamento	95
7.4.1. Lagoa de estabilização.....	95
7.4.2. Aspectos construtivos e operacionais da lagoa.....	96
7.4.3. Impermeabilização	97
7.5. Lançamento do efluente.....	98
7.5.1. Caracterização do Corpo Receptor	98
7.5.2. Características do Corpo Receptor na cheia.....	99
8. CONCLUSÕES.....	102
REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO	105

1. INTRODUÇÃO

O município de São Félix do Tocantins, que está situado na região leste do estado, pertence ao polo turístico do Jalapão, fazendo parte da região administrativa XII do estado. O último censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) foi em 2010, e neste o município tinha 1437 habitantes.

De acordo com dados oficiais apurados pelo IBGE, o município surgiu como arraial, com a chegada de migrantes nordestinos vindos da Bahia, Piauí e Maranhão. A emancipação ocorreu de fato após a criação do estado do Tocantins, baseada na Lei Estadual 251, na data de 20 de fevereiro de 1991.

Na região, a economia tem como base principal o turismo, associado ao seu grande potencial ambiental composto por praias, fervedouros e cachoeiras. Além disso, o artesanato figura também na geração de renda local, associada ao capim dourado, produto de grande destaque a nível nacional, figurando como elemento de identificação do Estado do Tocantins (TOCANTINS, 2017).

O município tem o seu serviço de abastecimento de água gerido pela Agência Tocantinense de Saneamento (ATS), onde o sistema utilizado é por meio de manancial subterrâneo, composto por um poço e o armazenamento feito em reservatório elevado, sendo que 72,17% da população urbana são atendidas por rede pública de água, 17,68 % utiliza outros meios, seguido de 10,15% atendidos por sistemas individuais de poços ou nascentes (SEPLAN, 2017).

Com relação ao esgotamento sanitário pode-se perceber nos domicílios que 68,10 % fazem o uso de fossa séptica, com a inexistência de qualquer tipo acesso ao serviço em 28,40 %, e um indicador alarmante de 30,14% sem banheiro de uso exclusivo. Já no tocante dos resíduos sólidos gerados, apenas 60% das moradias contam com a coleta, seguido de 26,38 % que queimam na propriedade e 11,30 % que jogam em terreno baldio (SEPLAN, 2017).

Assim, como é determinado no inciso IX do Artigo 23 da Constituição Federal de 1988 sobre a necessidade de promoção de programas de construção de moradias e a melhoria de condições habitacionais e de saneamento básico é competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, e por saneamento básico têm-se: água potável, coleta, tratamento e disposição de

águas residuárias, limpeza pública através de resíduos sólidos e drenagem (BRASIL, 1988).

O Instituto Trata Brasil (2019) aponta que o acesso aos serviços de saneamento básico é um critério determinante ao classificar um país como desenvolvido. Os serviços de água tratada, coleta e tratamento de esgoto proporcionam melhoria na qualidade de vida das pessoas, sobretudo na redução da mortalidade infantil, valorização imobiliária, aumento na renda do trabalhador e na redução da poluição e destruição dos recursos hídricos.

A partir da importância do Município de São Félix do Tocantins, sua visibilidade no cenário do turismo nacional e do próprio Estado, este trabalho tem como finalidade avaliar o sistema de esgotamento sanitário proposto pela Agência Tocantinense de Saneamento (ATS) para o Município, fazendo a avaliação baseada em diversas normas que regem os projetos de esgotamento sanitário, e observando também as condições locais de solo e dificuldades construtivas.

2. PROBLEMA DE PESQUISA

A coleta e tratamento do esgoto doméstico é um serviço capaz de promover a melhoria na qualidade de vida, garantindo a redução de doenças de veiculação hídrica e ao mesmo tempo promovendo a preservação do meio ambiente ao realizar o lançamento adequado do efluente tratado.

Entretanto, os atuais investimentos no setor de saneamento em especial na área de esgoto são insuficientes para garantir a universalização do serviço no Brasil, segundo informações obtidas no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). Muitas vezes os estudos elaborados não apresentam informações suficientes e as soluções não atendem critérios de funcionalidade e desempenho adequados, diante desta conjuntura surge a seguinte problemática da pesquisa:

O sistema de esgotamento sanitário proposto pela ATS para o município de São Félix do Tocantins, na região do Jalapão, atende os critérios ambientais, econômicos e técnicos?

3. JUSTIFICATIVA

A relação entre saneamento e promoção de saúde pública remonta às mais antigas culturas, onde pesquisas de cunho arqueológico encontraram banheiros, esgotos e drenagem na construção das ruas, o que aponta a preocupação daquelas sociedades em afastar dejetos como forma de promover o combate às doenças de veiculação hídrica (FUNASA, 2004).

Ainda segundo a FUNASA (2004), o destino adequado do esgoto sanitário contribui para evitar a poluição do solo e dos mananciais de abastecimento de água, promover o conforto, atender ao senso estético, reduzir as despesas com tratamento de doenças evitáveis, controlar a poluição das praias em locais com o potencial turístico.

Como é observado, atualmente, a região do Parque Estadual do Jalapão desponta nacionalmente para a questão do turismo, o que torna urgente a implantação de infraestrutura de saneamento básico de forma que seja garantida a integridade da região, aliando o desenvolvimento econômico com sustentabilidade.

O município de São Félix do Tocantins carece de serviços de infraestrutura, inclusive de saneamento, pois a melhoria desses serviços tem relação direta para elevação do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), e também com a criação de uma estrutura capaz de comportar a atual e futura demanda turística, não sobrecarregando o meio ambiente local.

Para tanto o objetivo deste trabalho é avaliar o estudo de concepção elaborado pela Agência Tocantinense de Saneamento (ATS) para a sede do Município.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo Geral

Avaliar o sistema de esgotamento sanitário proposto para o município de São Félix do Tocantins- TO.

4.2. Objetivos Específicos

- Realizar uma revisão bibliográfica de estudos relacionados ao desenvolvimento de sistemas de esgotamento sanitário;

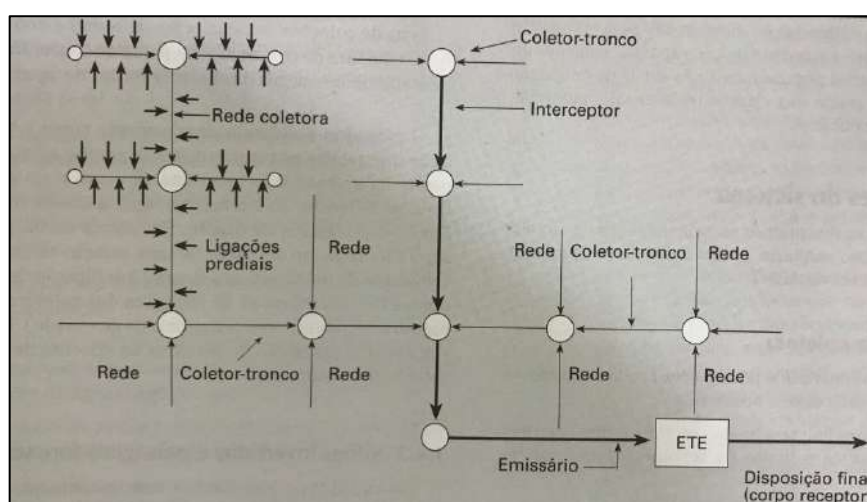
- Verificar o dimensionamento hidráulico proposto para o sistema de esgotamento sanitário da área urbana do município de São Félix do Tocantins;
- Averiguar possíveis inconsistências no estudo de concepção;
- Realizar uma avaliação preliminar da qualidade da água do Rio Soninho na região de lançamento futuro da ETE;
- Realizar uma avaliação preliminar do solo.

5. REVISÃO DE LITERATURA

5.1. Sistema de Esgotamento Sanitário

Os propósitos principais de um Sistema de Esgoto Sanitário (SES) são a garantia da qualidade de vida da população e a preservação do meio ambiente. Azevedo Netto *et al* (2015) descrevem que este tipo de empreendimento pode ser definido como um complexo de obras e equipamentos com o objetivo de coletar, afastar, tratar e fazer uma disposição adequada do efluente produzido por determinada comunidade em um processo continuado e com eficiência para garantir a promoção da saúde pública. A Figura 1 esquematiza os elementos que compõem um SES.

Figura 1–Esquematização do sistema de esgotamento sanitário



Fonte: Nuvolari *et al* (2011).

Segundo a NBR 9648 (ABNT, 1986), esgoto sanitário é o “despejo líquido constituído de esgotos doméstico e industrial, água de infiltração e a contribuição pluvial parasitária”. A referida norma define os critérios para que seja elaborado um estudo de concepção de sistemas esgotamento sanitário onde são detalhadas as informações da comunidade a ser beneficiada com o empreendimento

Também estabelece as opções a serem consideradas em um estudo comparativo, com o objetivo de definir a melhor opção da proposta sob a visão técnica, econômica, financeira e social, sempre pontuando qual irá garantir o desenvolvimento local com mais eficiência.

A Lei nº 11.445 de 2007 que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico define esgotamento sanitário como:

“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.”

Diante do conceito exposto pela lei, o sistema é composto por instrumentos que têm a função de garantir o escoamento do fluido, como também auxiliar em possíveis manutenções se assim fizer necessário, até chegar à unidade de tratamento. Logo Nuvolari *et al* (2011) conceituam com base nas normas vigentes da ABNT:

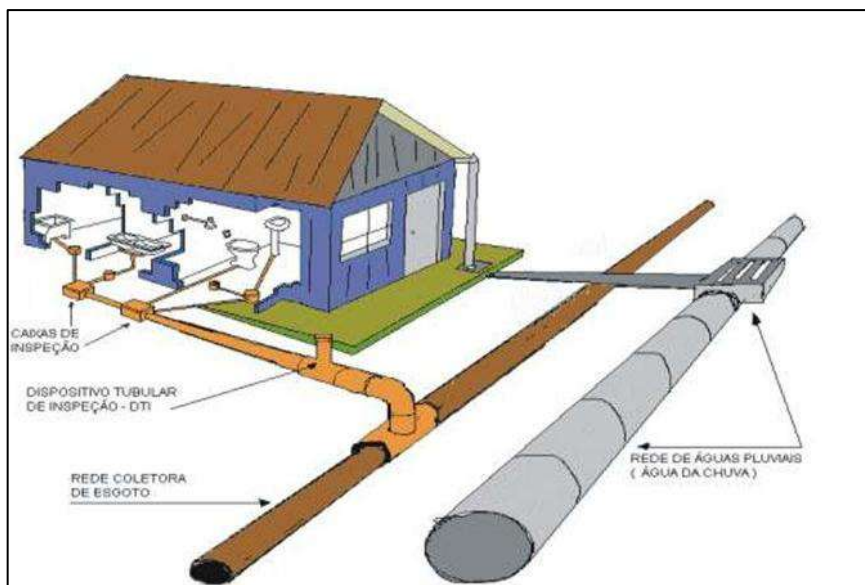
- a) **Coletor predial:** Último trecho da instalação predial responsável por receber os efluentes provenientes das instalações hidráulicas.
- b) **Ligação predial:** Parte do sistema que leva o esgoto do recebido da unidade consumidora ao coletor público.
- c) **Coletor de esgoto:** Unidade do sistema que recebe os esgotos prediais ao longo de toda sua extensão.
- d) **Coletor principal:** Caracterizado como o coletor de maior extensão dentro da bacia de esgotamento.
- e) **Coletor tronco:** Coletor que recebe exclusivamente esgoto proveniente de outros coletores, não tendo a contribuição de ligações prediais.

- f) **Órgãos acessórios:** Tem a função de auxiliar o bom desempenho do sistema, são ausentes de equipamentos mecânicos, tendo a função de inspecionar e realizar manutenções na rede quando necessário. São eles os poços de visita (PV), tubos de inspeção e limpeza (TIL), Terminal de Limpeza (TIL), e caixas de passagens (CP).
- g) **Interceptores:** São tubulações localizadas em altitudes baixas ao longo das bacias, geralmente nas margens de corpos hídricos, com o objetivo de conduzi-los a um ponto de concentração, evitando o descarte sem tratamento.
- h) **Sifões invertidos e passagens forçadas:** São instrumentos de conduzir o esgoto sob pressão, com o objetivo de transpor obstáculos, cursos d'água ou depressões do terreno, sendo definidos como rebaixados (sifões) ou sem rebaixamento (passagens forçadas).
- i) **Estações elevatórias de esgoto:** São instalações com o objetivo de transportar o esgoto da cota do poço de sucção a cota do nível de recalque.
- j) **Estação de tratamento de esgoto:** São a instalações necessárias ao tratamento do efluente, focada em diminuir as cargas poluidoras e fazer o tratamento e destinação adequada aos resíduos do processo de tratamento.

5.2. Sistema Separador Absoluto

O sistema separador absoluto é caracterizado por adotar duas redes de canalização, uma para conduzir as águas pluviais e a outra para conduzir o esgoto sanitário. Essa separação se faz necessária, pois a contaminação causada pelo esgoto é um problema de saúde pública, já a carga orgânica existente na água pluvial não é capaz de causar eutrofização, podendo ser lançada em rios, lagos e córregos (FUNASA, 2004). A Figura 2 ilustra este sistema, apontando onde cada instalação domiciliar deve descarregar seus respectivos efluentes.

Figura 2– Ilustração do sistema separador absoluto



Fonte: Aquafluxus (2019).

Segundo Tsutiya e Alem Sobrinho (2000), esse sistema apresenta mais vantagens em relação aos demais devido:

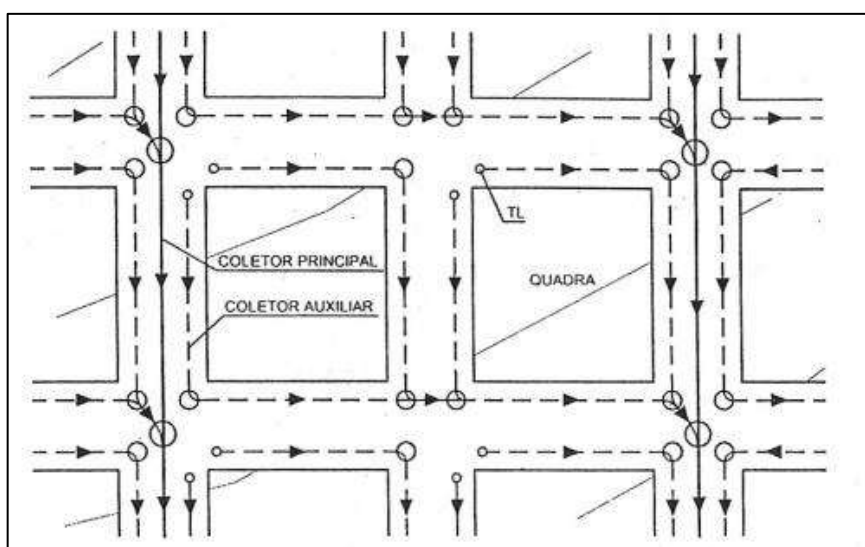
- a) Reduzir os custos de implantação por se adotar dimensões menores, seguidos do uso de um material empregado mais econômico;
- b) Permite um planejamento em longo prazo, de forma que seja executada a obra de maior importância para o sistema, seguida da ampliação para uma localidade menos crítica;
- c) Não torna a pavimentação das vias públicas um critério obrigatório para executar a rede;
- d) Não torna o esgoto demasiadamente diluído, reduzindo o tamanho das unidades de tratamento;
- e) Reduz consideravelmente à extensão de grandes diâmetros de tubulações, pelo fato de algumas ruas usarem o sistema de escoamento superficial por sarjetas.

5.3. Rede coletora (Simples e Dupla)

Tsutiya e Alem Sobrinho (2000) definem como rede coletora “o conjunto de canalizações destinadas a receber e conduzir os esgotos dos edifícios”. Eles

ainda apontam que a determinação do tipo de rede que irá prevalecer no sistema, simples ou dupla, depende de alguns critérios a serem atendidos. A Figura 3 esquematiza como é formada a rede coletora de esgoto do tipo dupla. A adoção de rede dupla é feita mediante avaliação das condições de tráfego da via, se existem interferências no leito carroçável a ponto de impedir o assentamento do coletor ou a execução das ligações prediais, além do tipo de solo que pode influenciar o custo devido à escavação das valas.

Figura 3– Esquematização da rede coletora de esgoto do tipo dupla



Fonte: Tsutiya e Alem Sobrinho (2000).

Segundo Tsutiya e Alem Sobrinho (2000), outro fator que também interfere na escolha o tipo de rede é o diâmetro, onde valores ≥ 400 mm necessitam de tubo de concreto, e estes não recebem a ligação predial direta e os coletores com profundidade acima de 4 m também estão sujeitos a esse critério.

A rede simples é adotada quando os critérios para adotar a rede dupla não existam, ou sejam praticamente nulos.

5.3.1. Declividade

A declividade influencia diretamente durante o dimensionamento hidráulico da rede. Existem critérios específicos a serem seguidos, dentre os quais a NBR 9649 estabelece que haja uma declividade máxima e mínima a ser adotada.

De acordo com Nuvolari *et al* (2011), a determinação da declividade tem relação direta com a autolimpeza e economicidade da obra. Onde a declividade mínima tem a função de garantir o escoamento dos sedimentos que compõem o esgoto, fazendo com que ocorra uma autolimpeza dos condutos e a declividade econômica tem a função de conter a profundidade exagerada para as valas.

Castro (2008) expõe que “A declividade mínima a ser adotada para cada trecho de coletor deverá ser tal que assegure uma tensão trativa, no trecho considerado de no mínimo 1 Pa”.

Para Tsutiya e Alem Sobrinho (2000), a declividade mínima calculada é utilizada para promover que em toda extensão da rede, ao menos uma vez durante o dia, haja uma tensão trativa de no mínimo 1,0 Pa, sendo obtida por meio da Equação 1:

$$I_{o \min} = 0,0055 \cdot Q_i^{-0,47} \quad \text{Equação 1}$$

Sendo:

- $I_{o \min}$ → Declividade mínima, em m/m;
- Q_i → Vazão de jusante do trecho no início do plano, em l/s.

Ainda sobre a declividade, Tsutiya e Alem Sobrinho (2000), também estipula que exista uma declividade máxima na qual se tenha uma velocidade final do trecho igual a 5,0 m/s, sendo obtida por meio da Equação 2:

$$I_{o \max} = 4,65 \cdot Q_f^{-0,67} \quad \text{Equação 2}$$

Sendo:

- $I_{o \max}$ → Declividade máxima, em m/m;
- Q_f → Vazão de jusante do trecho no final do plano, em l/s.

5.3.2. Tensão trativa

A tensão trativa é definida como “a tensão tangencial (ou cisalhante) exercida pelo fluido sobre as paredes da canalização” (RECESA, 2008). Para se obter o valor numérico relativo à essa grandeza é usada a seguinte Equação 3:

$$\sigma = \gamma \cdot R_H \cdot I$$

Equação 3

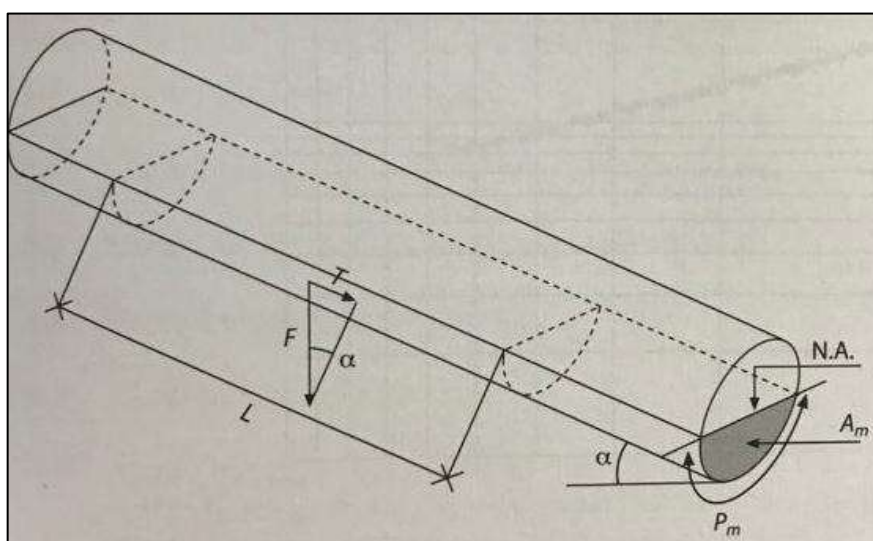
Sendo:

- $\gamma \rightarrow$ Peso específico do fluido correspondendo a 9810 N/m³, tratando-se de esgoto sanitário.
- $R_H \rightarrow$ Raio hidráulico da tubulação em metros
- $I \rightarrow$ Declividade da tubulação em m/m

De acordo com Tsutiya e Alem Sobrinho (2000), a fórmula que calcula a tensão trativa sintetiza apenas o valor médio da grandeza no trecho do perímetro molhado na seção analisada.

Tsutiya e Alem Sobrinho (2000) explicam que os materiais sólidos presentes no esgoto têm sua composição orgânica e inorgânica, e através do efeito da gravidade apresentam a tendência de se depositarem no fundo das tubulações no período de contribuição mínima. Sendo assim, a tensão trativa crítica, esquematizada, atua como uma componente, oferecendo uma tensão mínima com o objetivo de iniciar o deslocamento das partículas depositadas na tubulação.

Figura 4– Esquematização da tensão trativa



Fonte: Azevedo Netto *et al* (2015).

Em busca de quantificar os valores da tensão crítica Tsutiya e Alem Sobrinho (1985) *apud* MACHADO NETO E TSUTIYA, 2000 mostraram as recomendações de vários pesquisadores sobre o tema. Percebendo então que vários se aprimoraram na quantificação de valores, tendo em vista as variáveis envolvidas e baseando-se em vários resultados experimentais com o objetivo de definir o espaço o repouso e a locomoção das partículas. Os resultados obtidos concluíram que o intervalo de valores que contribuía para promoção da tensão trativa crítica variava de 1,0 e 2,0 Pa.

A NBR 9649 define que seja adotado um valor mínimo de 1 Pa (1 N/m²), como tensão trativa mínima para coletores, podendo ser determinada à declividade da tubulação, atendendo o valor mínimo da tensão trativa que é $\sigma \geq 1$ Pa.

O critério da tensão trativa passou a ser considerado nos projetos de rede coletora de esgoto em totalidade a partir da publicação da NBR 9649/1986 (Projetos de rede coletora de esgoto sanitário). Azevedo Netto *et al* (2015) descrevem o critério utilizado anteriormente para a autolimpeza dos condutos, baseado na adoção de uma velocidade mínima com o enchimento mínimo da tubulação através da relação (h/D), de forma que houvesse transporte de materiais sólidos nas horas de menor contribuição, sendo adotado nas normativas de vários órgãos brasileiros um $h/D = 0,20$ e $v_{\min} = 0,5$ m/s.

Ainda sobre o tema, Azevedo Netto *et al* (2015) continuam a detalhar o critério de tensão trativa, na qual a SABESP (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo) aprimorou-se com pesquisas e experiências em meados de 1980 e começou a utilizar esse critério para encontrar a declividade mínima, fixando o valor de 1 Pa para a tensão trativa. Consecutivamente foi apurado que a partir desse valor torna-se desfavorável a formação de sulfetos em canalizações com diâmetros superiores à DN 300. Essa substância em contato com o oxigênio do ar se transforma em ácido sulfúrico (H₂SO₄), responsável pela degradação dos materiais que compõem a canalização da rede e não são resistentes a este ácido, como por exemplo, as tubulações feitas de concreto armado, promovendo sequestro do calcário presente no concreto, deixando a armadura exposta sujeita à corrosão.

5.3.3. Velocidade crítica

A velocidade crítica foi determinada a partir de pesquisas que buscaram entender a concentração de ar (C) dentro da tubulação, de forma que a mesma interferisse na velocidade do efluente no trecho, e posteriormente alterasse o regime de escoamento do fluido.

Segundo Tsutiya e Alem Sobrinho (2000), um estudo dirigido por Volkart (1980) concluiu que a concentração de ar (C) é uma correlação do número de Froude (F), do número de Boussinesq (B), do número de Reynolds (R) e do número de Weber (W).

Para estudos realizados anteriormente Tsutiya e Alem Sobrinho (2000) constataram que a entrada de ar é um fenômeno retratado com mais propriedade pelo número de Boussinesq, onde as tubulações parcialmente cheias iniciam sua mistura água-ar quando o número de Boussinesq é maior que 6,0, onde:

$$B = \frac{V_c}{\sqrt{R_H \cdot g}}$$

Em que,

$$6,0 = \frac{V_c}{\sqrt{R_H \cdot g}}$$

Logo:

$$V_c = 6,0 \cdot \sqrt{R_H \cdot g}$$

A NBR 9648 (ABNT, 1986) através do item 5.1.5.1 especifica à seguinte condição para velocidade crítica:

“Quando a velocidade final V_f é superior à velocidade crítica V_c , a maior lâmina admissível deve ser 50 % do diâmetro do coletor, assegurando-se a ventilação do trecho; a velocidade crítica é definida por: $V_c = 6 (g R_H)^{1/2}$ onde g = aceleração da gravidade.”

Azevedo Netto *et al* (2015) explicam que o objetivo de reduzir a lâmina do esgoto ocorre pelo fato de escoamentos muito turbulentos favorecerem a entradas de bolhas de ar na superfície do líquido promovendo uma mistura de água com ar não dissolvido. Dessa forma há um aumento na lâmina do efluente, e o conduto altere suas condições de escoamento, passando de laminar para turbulento,

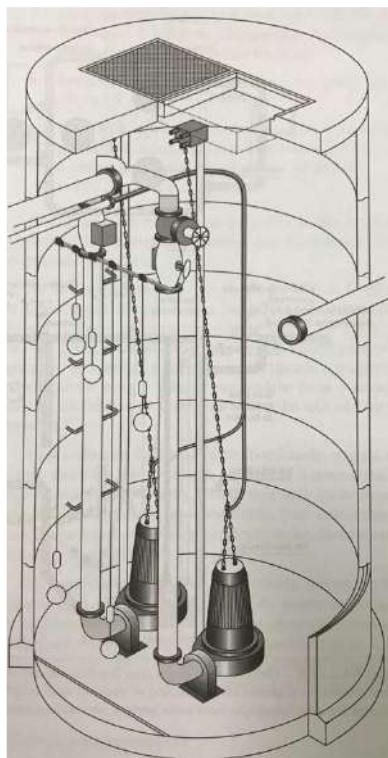
acarretando o aumento da pressão, fazendo com que a tubulação seja destruída pela ação da cavitação.

Conforme a descrição acima Nuvolari *et al* (2011) ainda acrescentam que o crescimento da seção molhada pode acarretar o comprometimento das hipóteses de dimensionamento, das juntas, do assentamento, uma vez que não atuam em conformidade com o escoamento sob pressão. Isso reafirma a prescrição da norma que estabelece a garantia de uma área livre maior na seção transversal possibilitando o aumento da lâmina e proporcionando espaço para a ventilação de forma que o escoamento livre seja mantido.

5.4 Estação elevatória de esgoto

Para Nuvolari *et al* (2011), as estações elevatórias de esgoto são unidades mecanizadas e consumidoras de energia elétrica, sendo assim o custo incide em aumento no orçamento de manutenção e exploração do sistema. A Figura 5 representa como o poço de sucção de uma elevatória deve estar montado para seu funcionamento.

Figura 5– Representação isométrica do poço de sucção de uma elevatória



Fonte: Azevedo Netto (2015)

Para se conceber um sistema viável é necessário que haja um traçado e posição dos condutos que proporcione o menor custo global. Para se aplicar a implantação de estações elevatórias de esgoto (EEE) são analisados os seguintes critérios:

- a) Existência de pavimentos abaixo do greide do coletor predial, ou terrenos que tenham caimento para o fundo, tratando-se da etapa de coleta;
- b) Aprofundamento excessivo dos coletores, em zonas onde a rede nova esteja com suas cotas abaixo da rede existente, tratando-se da etapa do transporte;
- c) Elevação do efluente à ETE, de forma que se tenha uma cota compatível com a implantação do sistema a ser usado para o tratamento;
- d) Oferecer condições adequadas para o lançamento no corpo receptor, levando-se em conta a variação de nível influenciada pelas marés ou cheia.

Nuvolari *et al* (2011) expõem que do ponto de vista técnico e econômico é necessário que seja avaliada a relevância do custo da área de implantação, analisar a logística do local em relação ao acesso e a alimentação de energia elétrica, além de planejar uma linha de recalque mais curta e com menor potência instalada.

Para complementar Tsutiya e Alem Sobrinho (2000), acrescentam que outros critérios para que adote a implantação de uma EEE, na qual se destaca:

- a) Terrenos com uma topografia excessivamente plana, na qual tornará os coletores muito profundos, acarretando custos com escavação e escoramento de valas;
- b) Transporte de esgoto de uma bacia para outra, principalmente se contar com um corpo hídrico entre as bacias;

Além disso, está em vigor a NBR 12208/1989, norma que rege exclusivamente o projeto de estações elevatórias de esgoto.

Diante disso temos os seguintes critérios a serem considerados na concepção e projeto de uma EEE:

5.4.1 Tempo de detenção hidráulica

O tempo de detenção hidráulica é um critério usado para o dimensionamento do poço de sucção juntamente com o tempo de ciclo do motor. Crespo (2001) explica que este cálculo determina o volume máximo permitido para o poço de sucção, evitando o prolongamento excessivo do efluente no poço. Quando há uma ultrapassagem no compartimento de sucção impreterivelmente irá ocorrer à deposição de sólidos e a exalação de maus odores.

Para determinação desta grandeza temos a Equação 4:

$$T_d = \frac{V_d}{Q_{\min}} \quad \text{Equação 4}$$

Sendo:

- $T \rightarrow$ Tempo de detenção do esgoto no poço de sucção, em min;
- $Q_{\min} \rightarrow$ Vazão mínima de esgoto afluente à elevatória, em m^3/min ;
- $V_d \rightarrow$ Volume do poço, considerando o nível médio até o fundo do poço, em m^3 .

O tempo de detenção admissível é de 20 minutos, porém existe uma tolerância máxima na ordem de 30 minutos.

Tsutiya e Alem Sobrinho (2000) descrevem que o tempo de detenção hidráulica é fundamental para que seja dada a sequência quanto à determinação do volume efetivo, de forma que não ultrapasse 30 minutos para a vazão média de início de plano. Assim possíveis folgas necessitam ser evitadas nas dimensões do poço de sucção. Na situação real, tem-se que o maior tempo de detenção ocorre para a vazão mínima afluente do início de operação da elevatória. A determinação desta grandeza é fundamental para o bom desempenho do sistema, uma vez que a permanência do esgoto bruto no poço promove a liberação de gases, vindo a comprometer a durabilidade da estrutura e dos equipamentos, além de causar riscos de saúde ao operador do sistema.

Em relação aos parâmetros de cálculo do tempo de detenção hidráulica, Tsutiya e Alem Sobrinho (2000), adotam para fins de cálculo a Equação 5:

$$T_d = \frac{V_e}{Q_m}$$

Equação 5

Sendo:

- $T_d \rightarrow$ Tempo de detenção no poço, em min;
- $Q_m \rightarrow$ Vazão média de projeto, afluenta à elevatória no início de operação, em m^3/min ;
- $V_e \rightarrow$ Volume efetivo do poço de sucção, em m^3 .

5.4.2 Produção de odor

A produção de odor em um SES gera vários tipos de gases e é uma das condicionantes que desencadeiam a preocupação com as consequências que estes podem gerar na durabilidade dos tubos e equipamentos, além de causar danos à saúde dos operadores do sistema.

Diante disso Tsutiya e Alem Sobrinho (2000) indicam que a origem desses odores ofensivos está relacionada à deterioração da matéria orgânica na ausência de oxigênio, contendo enxofre e nitrogênio, como também o processo de redução dos sulfatos e sulfetos, em processo anaeróbio. É exposto que o gás comumente encontrado no sistema é o sulfeto de hidrogênio (H_2S), relacionado à geração de odores fétidos, corrosão e toxidez. Trata-se de um odor semelhante a ovo podre, bastante tóxico e provocador de uma alta corrosão em metais, além de propiciar a origem do ácido sulfúrico (H_2SO_4), causador de graves danos aos materiais, como foi explicitado anteriormente.

Tsutiya e Alem Sobrinho (2000) continuam o raciocínio de forma delineada, explicando que a origem dos sulfetos:

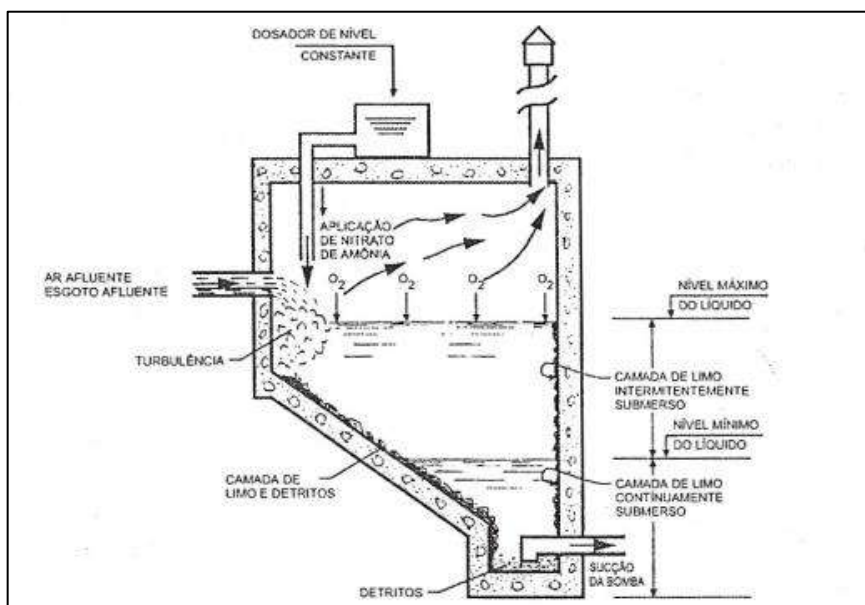
“Podem ser provenientes de despejos industriais, de águas de infiltração, da decomposição anaeróbia de matéria orgânica contendo enxofre (por exemplo, aminoácidos tais como cisteína, cistina e metionina), pela redução de tiosulfato, sulfito, enxofre livre e outros compostos inorgânicos presentes no esgoto.”

Tsutiya e Alem Sobrinho (2000) também explicam que a ocorrência de odores provenientes do SES se dá em cidades planas, onde se tem o escoamento do fluido de forma lenta e há uma grande quantidade de elevatórias, se tornando então favorável a geração de H_2S em poços de sucção das elevatórias, sendo estas

geralmente localizadas dentro do perímetro urbanizado. Além do incômodo estético, ainda se tem o risco de explosões causadas pela presença de gás metano (CH_4) que podem se juntar no meio atmosférico.

Uma alternativa apontada por Tsutiya e Alem Sobrinho (2000) para reduzir a produção de odores desagradáveis ao senso estético do espaço é o controle do lançamento de efluentes industriais na rede, ventilação para expulsão de gases e a inserção de oxigênio, peróxido de hidrogênio ou nitrato de amônia junto ao efluente com o objetivo de se ter o oxigênio recebendo o hidrogênio, evitando uma reação de cinchua anaeróbio, que torna favorável à geração de sulfetos. Com o objetivo de detalhar o processo a Figura 6 mostra como funciona a logística para aplicação do Nitrato de Amônia no poço de sucção.

Figura 6 – Aplicação de Nitrato de Amônia em poço de sucção



Fonte: Tsutiya e Alem Sobrinho (2000)

5.5 Estação de Tratamento de Esgoto

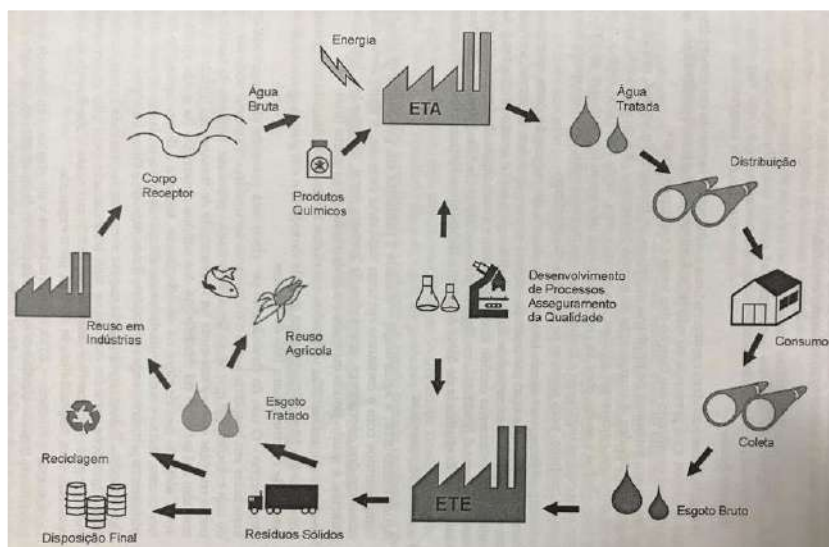
Arlindo Philippi Jr. (2005) usa a expressão Estação de Tratamento de Águas Residuárias ao se referir à Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), na qual engloba as instalações necessárias ao tratamento de águas residuais. O seu projeto está intimamente ligado à aplicação de uma tecnologia socialmente, tecnicamente e ambientalmente viável. No contexto urbano, a ETE pode atender à dinâmica descentralizada, tendo a contribuição de poucas ou apenas uma bacia ao longo do

espaço urbano, ou centralizada, que tem a contribuição de várias bacias ao longo do espaço urbano.

Continuando o raciocínio Arlindo Philippi Jr. (2005) sugere que para a escolha do melhor sistema a ser adotado na estação deve-se verificar o custo de investimento, operação e manutenção do sistema. Deve se atentar se a solução tecnológica atende aos requisitos estabelecidos pela legislação e se o seu lodo gerado será em excesso, cabendo à gestão do sistema dar uma destinação adequada de forma que não acarrete em aumento de custos.

De acordo com La Rovere *et al* (2002), uma associação que pode ser empregada a uma ETE é de um ambiente em escala industrial, na qual se tem o esgoto bruto como matéria prima e o efluente tratado como produto final, em parâmetros que atendam a legislação e possa ser lançado no meio ambiente sem causar grandes impactos. A Figura 7 demonstra como funciona o ciclo da água dentro de todas as fases do saneamento básico.

Figura 7 – Ciclo da água do âmbito do saneamento básico



Fonte: Alexandre d'Avingon *et al* (2002)

Para concluir à exposição La Rovere *et al* (2002) caracterizam que a ETE é uma infraestrutura dimensionada para que, os processos físicos, químicos e/ ou biológicos acelerem o processo de depuração que ocorre no ambiente, agilizando e possibilitando o lançamento do efluente em condições satisfatórias.

Do ponto de vista logístico, Dacach (1991) explica que as ETEs devem ter seu local escolhido mediante a avaliação dos aspectos topográficos. Especialmente

se for um núcleo populacional pequeno, onde o escoamento se dá por gravidade, em que a estação esteja localizada em uma cota inferior aos domicílios, de forma que seja evitada ou reduzida a quantidade de elevatórias.

Dacach (1991) continua a dizer que em períodos passados, a instalação de uma ETE era condicionada à distância das habitações, para evitar a possibilidade de incômodos com o mau odor produzido pelas unidades, entretanto, ainda em 2021 apesar de toda tecnologia, o custo de operação ainda é o fator limitante, pois para o controle de odor se faz o uso de produto químico que onera bastante a operação.

5.5.1. Níveis de tratamento

O CONAMA em suas resoluções estabelece premissas a serem alcançadas para as características finais do efluente, em conformidade com a legislação específica, que presume padrões de qualidade para o efluente e para o corpo receptor.

Dacach (1991) indica na Tabela 1 a eficiência de tratamento alcançada com de acordo com os níveis aplicados.

Tabela 1- Percentual de remoção no esgoto sanitário para as modalidades de tratamento

Modalidade de tratamento	Percentual de remoção (em %)		
	DBO	SS	Bactérias
Preliminar	5 a 10	5 a 20	10 a 20
Primário	25 a 85	40 a 90	25 a 80
Secundário	75 a 97	70 a 95	90 a 98
Terciário	Em torno de 100	Em torno de 100	Em torno de 100

Fonte: Adaptada de Dacach (1991)

Quando se trata da qualidade do efluente tratado, temos o detalhamento do que irá ocorrer em cada nível de tratamento, bem como os agentes e/ou substâncias deverão ser removidos.

5.5.1.1. Tratamento preliminar

O tratamento preliminar é um procedimento de cunho físico na qual se objetiva a retirada de sólidos grosseiros e a areia, além de conter um medidor de vazão, geralmente uma calha Parshall na chegada da estação. Inicialmente tem-se o gradeamento que pode ser do tipo manual ou mecanizado a depender da vazão de entrada na ETE. Essa remoção é necessária para proteção dos dispositivos de transporte (bombas e tubulações), além de garantir o bom funcionamento das unidades subsequentes. Os tipos de gradeamento são ilustrados na Figura 8, para melhor visualização do seu funcionamento no tratamento preliminar.

Figura 8 – Gradeamento em uma ETE



Fonte: Proencis (2019)

Ainda seguindo o fluxo do sistema tem-se a remoção de areia que tem como finalidade impedir a abrasão dos equipamentos, extinguir a possibilidade de que as tubulações, equipamentos e orifícios sejam obstruídos. A remoção é feita com o auxílio dos desarenadores, onde a areia se sedimenta e vai para o fundo do tanque pelo fato de ter maiores dimensões e densidade. Quanto à configuração os desarenadores podem ser retangulares, mais comuns, ou quadradas, com fundo semi-cônico, e as caixas de areia podem ser aeradas ou sem aeração. Na Figura 9 é detalhado um desarenador manual do tipo canal.

Figura 9 – Desarenador



Fonte: Catui engenharia (2019)

Dacach (1991) ainda complementa o uso de tanque-de-gordura como tratamento preliminar, para remoção de óleos e graxas, porém o mesmo é indicado quando o esgoto contiver quantidades altas de matéria graxa.

Imhoff (1996) descreve que as barras presentes no gradeamento manual devem ter uma inclinação igual ou inferior de 1:3 (vertical: horizontal) da parte mergulhada. Além disso, o canal que escoar o efluente deve ter um alargamento que garanta uma velocidade mínima de 0,60 m/s para prevenir a deposição de areia sobre a grade. Em estimativa realizada o autor constatou que é gradeada uma taxa de 2 a 5 litros de material por habitante por ano, onde o destino do material coletado deve ser enterrado em valas ou incinerado em temperatura superior à 800°C para coibir problemas de maus odores.

Já Nuvolari *et al* (2011) detalham o funcionamento e configuração do gradeamento na ETE. Indica-se que o espaçamento adequado é definido de acordo com o porte das instalações, quando se trata de gradeamento manual sendo classificados em:

- *Grosseiras*: Espaçamento entre barras no intervalo entre 4 e 10 cm (usualmente adota-se 7,5 cm);
- *Médias*: Espaçamento entre barras no intervalo entre 2 e 4 cm (usualmente adota-se 2,5 cm);
- *Pequenas*: Espaçamento entre barras no intervalo entre 1 e 2 cm (usualmente adota-se 1,4 ou 1,9 cm).

5.5.1.2. Tratamento primário

Jordão e Pessoa (1995) explicam que o tratamento primário tem o objetivo de remover os sólidos em suspensão sedimentáveis e os sólidos flutuantes. Após passar pelo tratamento preliminar o efluente ainda conta com sólidos em suspensão não grosseiros, que podem ser removidos em unidades de sedimentação. Essa etapa promove uma eficiência da remoção de sólidos em suspensão na ordem de 40 a 70%, e da DBO em torno de 25 a 40%, quando utilizado os sistemas de decantação.

O tratamento é feito com tanques de sedimentação, na qual Von Sperling (2005) explica que o esgoto flui devagar através do decantador proporcionando a sedimentação gradativa no fundo do decantador devido à densidade dos sólidos em suspensão serem maiores que do líquido. Esse material é retirado dos decantadores por meio de tubulação específica no fundo dos decantadores ou raspadores mecânicos quando se trata de tanques com dimensões maiores, para melhor visualização. A Figura 10 mostra como é a configuração do decantador primário.

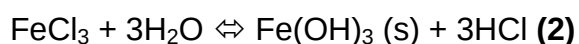
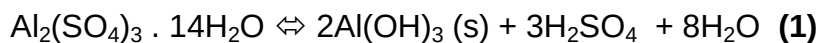
Figura 10 – Decantador primário



Fonte: Aquamec (2019)

O tratamento primário pode ser denominado de tratamento primário avançado. Cammarota (2011) descreve a adição de agentes coagulantes como o sulfato de alumínio e cloreto férrico (descritos nas reações 1 e 2) para sedimentar a

matéria orgânica não decantada naturalmente e contribuir também com a remoção de fósforo. Porém essa alternativa gera bastante lodo pela adição dos produtos químicos e aumenta custo do processo por conta dos insumos empregados.



Do ponto de vista econômico, uma alternativa fornecida pela FUNASA (2014) como tratamento primário é o tanque séptico, que é indicado para pequenas populações, onde o lodo produzido será digerido sob condições anaeróbias no fundo dos tanques.

5.5.1.3. Tratamento secundário

A função do tratamento secundário é agilizar o processo de degradação da matéria que ocorre no corpo receptor, de forma que a decomposição seja feita sob condições controladas e períodos de tempo menores do que o usual no ambiente natural. A Figura 11 ilustra o tratamento secundário através do sistema de lagoa facultativa.

Figura 11– Tratamento de esgoto com lagoa facultativa



Fonte: Empresa de Saneamento do Mato Grosso do Sul (2019)

Conforme Cammarota (2011) essa etapa de tratamento reúne todos os processos de natureza biológica, englobando aqueles de ordem aeróbia como de ordem anaeróbia, aspirando exclusivamente converter a matéria orgânica biodegradável em gases, sólidos inorgânicos e material biológico sedimentável. Logo, a matéria orgânica, coloidal e em suspensão são utilizadas como substrato para que as bactérias, fungos e protozoários as convertam em gases, água e novos micro-organismos. No caso do regime aeróbio, há a existência de um conjunto de micro-organismos que atuam de forma a degradar os poluentes orgânicos, gerando CO_2 , produtos do metabolismo e novas células microbianas. Já no processo anaeróbio o conjunto microbiano transforma os efluentes através dos meios eletrolíticos e fermentativos, gerando CO_2 , metano, acetato e formiato.

Para finalizar Von Sperling (2005) descreve que o tratamento secundário pode não conter unidades de tratamento primário, contando apenas com o preliminar. Para isso ele ainda detalha no Quadro 1 as principais formas de tratamento de esgoto a nível secundário:

Quadro 1– Descrição dos principais sistemas de tratamento de esgoto a nível secundário por lagoas de estabilização

(continua)

LAGOA DE ESTABILIZAÇÃO	
Lagoa facultativa	Os esgotos fluem continuamente em lagoas especialmente construídas para o tratamento de águas residuárias. O líquido permanece na lagoa por vários dias. A DBO solúvel e a DBO particulada são estabilizadas aerobiamente por bactérias dispersas no meio líquido, ao passo que a DBO suspensa tende a sedimentar, sendo convertida anaerobiamente por bactérias no fundo da lagoa. O oxigênio requerido pelas bactérias aeróbias é fornecido por algas, através de fotossíntese.
Lagoa anaeróbia-lagoa facultativa	A DBO é em torno de 50 a 65% removida(convertida em líquidos e gases) na lagoa anaeróbia (mais profunda e com menor volume), enquanto a DBO remanescente é removida na lagoa facultativa. O sistema ocupa uma área inferior ao de uma lagoa facultativa única.

Quadro 1– Descrição dos principais sistemas de tratamento de esgoto a nível secundário por lagoas de estabilização

(conclusão)

LAGOA DE ESTABILIZAÇÃO	
Lagoa aerada facultativa	Os mecanismos de remoção da DBO são similares aos de uma lagoa facultativa. No entanto, o oxigênio é fornecido por aeradores mecânicos, ao invés da fotossíntese. Como a lagoa também é facultativa, uma grande parte dos sólidos do esgoto e da biomassa sedimenta, sendo decomposta anaerobiamente no fundo.
Lagoa aerada de mistura completa-lagoa de decantação	A energia introduzida por unidade de volume da lagoa é elevada, o que faz com que os sólidos (principalmente biomassa) permaneçam dispersos no meio líquido, ou em mistura completa. A decorrente maior concentração de bactérias no meio líquido aumenta a eficiência do sistema de remoção de DBO, o que permite que a lagoa tenha um volume inferior ao de uma lagoa aerada facultativa. No entanto, o efluente contém elevados teores de sólidos (bactérias), que necessitam ser removidos antes do lançamento no corpo receptor. A lagoa de decantação a jusante proporciona condições para essa remoção. O lodo da lagoa de decantação deve ser removido em períodos de poucos anos.

Fonte: Adaptado de Von Sperling (2005)

5.5.1.4. Tratamento terciário

No âmbito do tratamento terciário Dacach (1991) descreve o mesmo como um tratamento de nível avançado, na qual é aplicado com o intuito de remover do efluente tratado a nível secundário as substâncias que o tornam inadequado para ser lançado em um manancial. Esse tratamento objetiva remover partículas diminutas, em suspensão e dissolvidas, minerais e orgânicas, presentes no tratamento secundário. Outro fim para aplicação do tratamento a este nível é a remoção do nitrogênio e do fósforo para dificultar a proliferação de algas, que podem causar odor e sabor na água do manancial que receberá o efluente, podendo ainda

usar plantas aquáticas que tem a capacidade de remover metais como potássio, cálcio, magnésio e sódio. A Figura 12 ilustra o tratamento de esgoto com essa tecnologia.

Figura 12– Tratamento de esgoto com plantas aquáticas



Fonte: Prefeitura Municipal de Arapora-MG (2019)

Se tratando da desinfecção, Dacach (1991) sugere o uso de cloro no efluente com o objetivo de eliminar agentes patogênicos, onde este permanece em contato com o efluente no tanque de cloração. Quando se promove a cloração no esgoto bruto, o intuito é controlar o odor ou melhorar a decantação.

Von Sperling (2005) explica que o tratamento terciário ocorre quando a etapa secundária não é capaz de remover o nitrogênio (N) e do fósforo (P), necessitando de uma etapa específica para essa finalidade. Essa remoção pode ocorrer por meio das seguintes etapas:

- a) **Através de Lagoas:** Ocorre através da volatilização, onde a baixa profundidade e aumento da atividade fotossintética garante um elevado pH, em que o desprendimento de bolhas oxigênio na fase líquida supersaturada pode acelerar o desprendimento de NH_3 . Já o fósforo é removido através da precipitação de fosfatos em elevado pH.
- b) **Sistemas de disposição controlada no solo:** Ocorre através da ação de plantas, que necessitam de nitrogênio e fósforo para o seu

desenvolvimento, no entanto deve se ter um controle da atividade por riscos de contaminação do lençol freático com o nitrogênio e a saúde dos colaboradores que podem se contaminar com agentes patogênicos presentes no efluente.

Outra descrição é dada por Cammarota (2011), que tipifica o tratamento terciário como avançado por abranger técnicas que tem o objetivo de aprimorar a qualidade do efluente vindo do tratamento primário e/ou secundário. Sendo assim, esse tratamento pode ser aplicado para remover micropoluentes, cor, sais minerais e nutrientes. Os processos de tratamento ligados a este nível não têm sido amplamente difundidos no tratamento de esgoto, porém a aplicação em uma escala maior tem sido prevista em virtude das exigências crescentes em torno da qualidade do efluente final, probabilidade de reciclagem e reuso, além das condições do corpo receptor.

Von Sperling (2005) descreve no Quadro 2 os processos de desinfecção do esgoto.

Quadro 2- Processos para remoção de organismos patogênicos
(continua)

Tipo	Processo	Comentário
Natural	Lagoa de maturação e polimento	• São lagoas de menores profundidades, onde a penetração da radiação solar ultravioleta e as condições ambientais desfavoráveis causam uma elevada mortalidade das bactérias e vírus. • Os cistos dos protozoários e ovos de helmintos tendem a sedimentar. • As lagoas de maturação ou polimento não necessitam de produtos químicos ou energia, mas requerem grandes áreas. • Devido à sua grande simplicidade e baixos custos, são sistemas recomendáveis, desde que haja área disponível.

**Quadro 2- Processos para remoção de organismos patogênicos
(conclusão)**

Natural	Infiltração no solo	• As condições ambientais desfavoráveis no solo favorecem a morte de patógeno. • Dependendo do tipo de aplicação dos esgotos, deve-se atentar para a possível contaminação de vegetais, os quais não devem ser ingeridos. • Não necessita de produtos químicos. • Requer grandes áreas.
Artificial	Cloração	• O cloro mata os organismos patogênicos • São necessárias elevadas dosagens, o que encarece o processo. • Há certa preocupação com relação à geração de produtos tóxicos aos seres humanos. • Em corpos d'água deve-se ter uma preocupação com a toxicidade para o cloro residual aos seres aquáticos.
	Ozonização	• É bastante eficaz na remoção de patógenos. • É uma solução usualmente cara, porém os custos estão se reduzindo e está se tornando uma alternativa competitiva.
	Radiação Ultravioleta	• Ocorre em uma radiação ultravioleta gerada por lâmpadas especiais, que impede a reprodução dos agentes patogênicos. • Não há geração de subprodutos tóxicos. • O ideal é que o efluente esteja clarificado para penetração da radiação na massa líquida.

Fonte: Adaptado de Von Sperling (2005)

5.5.2. Vantagens e desvantagens

Von Sperling (2005) explica que para se escolher um processo de tratamento devem ser analisados os critérios técnicos e econômicos, diante disso

ele expõe no Quadro 3, as vantagens e desvantagens do sistema de lagoa de estabilização.

Quadro 3– Vantagens e desvantagens dos sistemas de lagoas de estabilização
(continua)

SISTEMAS DE LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO		
Sistema	Vantagens	Desvantagens
Lagoa Facultativa	• Satisfatória eficiência na remoção de DBO • Razoável eficiência na remoção de patógenos • Construção, operação e manutenção simples • Reduzidos custos de implantação e operação • Ausência de equipamentos mecânicos • Requisitos energéticos praticamente nulos • Satisfatória resistência a variações de carga • Remoção de lodo necessária apenas após períodos superiores a 20 anos	• Elevados requisitos de área • Dificuldade em satisfazer padrões de lançamento restritivos • A simplicidade operacional pode trazer o descaso na manutenção (crescimento de vegetação) • Possível necessidade de remoção de algas do efluente para o cumprimento de padrões rigorosos • Performance variável com as condições climáticas (temperatura e insolação) • Possibilidade do crescimento de insetos

Quadro 3– Vantagens e desvantagens dos sistemas de lagoas de estabilização**(continua)**

SISTEMAS DE LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO		
Sistema de lagoa anaeróbia - lagoa facultativa	• Idem lagoas facultativas • Requisitos de áreas inferiores aos das lagoas facultativas únicas	• Idem lagoas facultativas • Possibilidade de maus odores na lagoa anaeróbia • Necessidade de um afastamento razoável às residências circunvizinhas • Necessidade de remoção periódica (intervalo de alguns anos) do lodo da lagoa anaeróbia.
Lagoa aerada facultativa	• Construção, operação e manutenção relativamente simples • Requisitos de áreas inferiores aos sistemas de lagoas facultativas e anaeróbio-facultativas • Eficiência na remoção da DBO ligeiramente superior à das lagoas facultativas • Satisfatória resistência a variações de cargas • Reduzidas possibilidades de maus odores	• Introdução de equipamentos • Ligeiro aumento no nível de sofisticação • Requisitos de área ainda elevados • Requisitos de energia relativamente elevados • Baixa eficiência na remoção de coliformes • Necessidade de remoção periódica (intervalo de alguns anos) do lodo da lagoa aerada

Quadro 3– Vantagens e desvantagens dos sistemas de lagoas de estabilização
(conclusão)

Sistema de lagoa aerada de mistura completa - lagoa de decantação	• Idem lagoas aeradas facultativas • Menores requisitos de área de todos os sistemas de lagoas	• Idem lagoas aeradas facultativas (exceção: requisitos de área) • Preenchimento rápido da lagoa de decantação com o lodo (2 a 5 anos) • Necessidade de remoção contínua ou periódica (intervalo de poucos anos) do lodo da lagoa de sedimentação
Lagoa - lagoa de maturação	• Idem sistema de lagoas de decantação • Elevada eficiência na remoção de patógenos • Razoável eficiência na remoção de nutrientes	• Idem sistema de lagoas de sedimentação • Requisitos de área bastante elevados
Lagoa - lagoa de alta taxa	• Idem sistema de lagoas de maturação • Boa eficiência na remoção de patógenos • Elevada eficiência na remoção de nutrientes	• Idem sistema de lagoas de maturação, havendo a necessidade de retirada periódica de lodo • Requisito de área elevado devido a pequena profundidade.

Fonte: Adaptado de Von Sperling (2005)

5.6 Tipos de solo e suas limitações construtivas

É de fundamental importância o conhecimento geológico do subsolo para que se tenha a garantia de um projeto bem elaborado. Esse detalhamento contribui para que se tenha uma noção prévia das dificuldades na escavação, tipos de

escoramento a serem empregados, profundidades máximas e mínimas recomendadas e possível existência de um lençol freático raso (CRESPO,1997).

Estabelece-se a investigação mais delineada, com um intervalo mais curto entre os furos, como procedimento a ser seguido para o reconhecimento do subsolo de localidades com solos rochosos, instáveis ou com águas subterrâneas. Os pontos em que a rede coletora irá passar necessitam da existência de furos de sondagem nos locais onde o projetista estime que haja possíveis modificações nas características do solo (CRESPO, 1997, p. 77).

Segundo Rebello (2011), os solos têm sua derivação advinda das rochas. Estas que no decorrer do seu ciclo sofrem interferências de ordem mecânica, física e química deteriorando-se até reduzir a grãos menores, que apresentam características intrínsecas de cada tipologia. Como o solo apresenta várias composições ao longo da sua camada a Figura 13 expõe breve exemplo.

Figura 13 – Composição da camada de solo



Fonte: Geoanalysis (2019)

Durante a execução de um sistema de esgotamento sanitário temos a etapa de escavação que, conforme exposição feita por Ricardo e Catalani (2007), trata-se do rompimento da compactidade do solo, com o emprego de máquinas e equipamentos cortantes, aprimorando-se a sua trabalhabilidade, por meio da sua desagregação e facilidade de manuseio.

Sob a ótica da escavação Ricardo e Catalani (2007) evidenciam que apesar de um material ser bem caracterizado geologicamente, o que irá interferir na

classificação dos materiais de superfície é o nível de dificuldade e resistência quanto ao desmonte, seja de forma manual ou mecanizada.

Para isso essa caracterização se é exposta no Quadro 4, de acordo com a classificação feita pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), (2009):

Quadro 4– Classificação dos materiais de acordo com sua escavabilidade

Categoria	Descrição
1ª Categoria	Engloba os solos em geral, com diâmetro de até 15 cm, em qualquer teor de umidade apresentado. Podendo ser utilizado “Dozers” ou “Scapers” no processo de extração.
2ª Categoria	Engloba os materiais cuja resistência ao desmonte esteja em um limite inferior à rocha sã, onde a extração necessite do uso de equipamentos escarificadores, podendo utilizar eventualmente explosivos de baixa potência. Nesse conjunto estão incluídos os blocos de rocha com volume inferior 2 m³, e pedras de diâmetro médio entre 15 cm e 1,00 m de diâmetro.
3ª Categoria	Engloba os materiais com resistência igual à rocha sã, com diâmetro superior à 1,00 m ou volume superior à 2 m³, cuja sua extração ou redução para fins de carregamento seja necessário o uso de explosivos.

Fonte: Adaptado do DNIT (2009)

Visando obter um planejamento integrado da execução do sistema é necessário que alguns parâmetros a serem seguidos para evitar possíveis transtornos. Yazigi (2013) descreve que para o início do movimento de terra nas valas é necessário que seja expedido pela municipalidade um alvará de escavação (quando a regulamentação se aplicar), além disso, ainda é previsto que seja criado um depósito (bota fora) para o material que não apresente qualidade de utilização no reaterro da vala, e esse necessariamente precisa de uma Licença de Operação expedida pelo órgão competente de meio ambiente.

Caputo (1987) aponta que uma escavação em solos tem sua estabilidade garantida sem o uso de escoramentos até atingir a profundidade crítica, que teve uma fórmula desenvolvida por Fröhlich, conforme demonstrado na Equação 6:

$$H_{cr} = \frac{\pi \cdot p_i}{\gamma \cdot [\cotg \phi - (\frac{\pi}{2})]} \quad \text{Equação 6}$$

Onde:

- $p_i \rightarrow c \cdot \cotg \phi$ (kg/cm²);
- $c \rightarrow$ coesão do solo (kg/cm²);
- $\gamma \rightarrow$ peso específico do solo (kg/cm³);
- $\phi \rightarrow$ ângulo de atrito do solo.

Diante disso, temos as seguintes tipologias de solos com seus respectivos empecilhos de execução, sendo os principais:

5.6.1 Rocha

Um solo com a presença excessiva de rochas são na forma de blocos é denominado maciço rochoso. Massad (2010) conceitua maciço rochoso como um agrupamento entre rochas e descontinuidades, sendo blocos de rochas separados por fraturas (juntas, falhas, etc.).

Fiori e Carmignani (2013) entendem maciço rochoso como massa de rocha descontinuada, formado por blocos reservados. Tais descontinuidades são pormenorizadas por juntas, falhas, contatos litológicos e foliações metamórficas. O

resultado dessa descontinuidade presente nos blocos é a variação nas formas geométricas e propriedades físicas distintas quando comparadas à massa intacta.

Dando continuidade Fiori e Carmignani (2013) especificam que a além da redução da resistência devido às alterações de ordem metamórfica, magmática ou intempérica, a existência de irregularidades é determinante no controle da resistência mecânica e deformabilidade do maciço rochoso. A Figura 14 ilustra um solo rochoso após o seu desmonte.

Figura 14 – Retirada de solo rochoso após desmonte



Fonte: Prefeitura Municipal de Jacarezinho-PR (2012)

De acordo Rebello (2011), o reconhecimento de um solo com a presença de rocha são é aquele cujo diâmetro está acima de 400 cm e que sofreu pouca ou nenhuma deterioração proveniente de ações químicas e físicas. Entretanto Caputo (2000) define um bloco de rocha aquele cujo diâmetro médio é superior à 1m.

Ricardo e Catalani (2007) explanam que por mais que haja uma caracterização geológica detalhada da rocha, a mesma pode manifestar variados graus de compacidade, considerando o presente estado de alteração, gerado por agentes naturais, de forma que diminua sua resistência mecânica inicial.

Por englobar os materiais de 2ª categoria e 3ª categoria, Yazigi (2013) ressalta que quando é empregado o desmonte de rocha por explosivos, o serviço deve ser executado por empresa especializada por oferecer risco ao operador, necessitando de mão-de-obra qualificada para este fim.

Se tratando de materiais de 2ª categoria, Ricardo e Catalani (2007) descrevem que o desmonte desse tipo de material seja feito com o uso de escarificadores ou “rippers”, que são instalados na traseira do trator, recomendando-se o uso de veículos com potência superior à 250HP, ou seja, tratores pesados. Com a variedade de solos e seus graus de compacidade, torna-se complicada a mensuração da produtividade desses equipamentos e o seu respectivo custo final.

Os tipos de escarificadores usados variam de acordo com as limitações do ambiente e tipo de material a ser rompido, diante disso, Ricardo e Catalani (2007) indicam os tipos de escarificadores usados e suas particularidades, sendo demonstrados no Quadro 5:

Quadro 5– Descrição dos escarificadores e seu uso

Tipos de escarificador	Particularidade de uso
Escarificador radial	Tem a posição do seu dente variando desde a cota do terreno até o nível de penetração máxima, sendo indicado em locais de espaço limitado: na proximidade de paredes, fundações, muro de arrimo e etc.
Escarificador com paralelogramo fixo	O dente tem seu ângulo contínuo em todas as cotas de escavação, sendo indicado em tratores de porte médio.
Escarificador com paralelogramo radial ajustável	O seu ângulo pode ser adaptado e ajustado para maior eficácia em todas as profundidades, sendo indicado para tratores pesados.

Fonte: Adaptado de Ricardo e Catalani (2007)

Diante de todo aparato citado e exposto quanto a estimativa de custo do processo, Ricardo e Catalani (2007) concluem explicando que este serviço é de cunho exigente quanto ao trabalho solicitado na máquina, por conta que ocorrem choques, desgaste resistente por conta da abrasão e uso da ampla potência do motor. O custo das máquinas sofre um acréscimo na ordem de 30 a 40%, em virtude dos gastos com manutenção. Para ilustrar a atividade de desmonte de uma rocha de

2ª categoria, a Figura 15 mostra a atividade de um escarificador, rompendo uma rocha.

Figura 15 – Trator sobre esteiras com escarificador



Fonte: Caterpillar (2019)

Os materiais de 3ª categoria são as rochas sãs propriamente ditas, ou seja, aquelas que sofreram pouca ou nenhuma alteração ao longo do tempo. Sobre esses materiais Chagas (2008) explana que são executadas as escavações pelo método de perfuração e detonação, sendo especificados em perfuratrizes de percussão, rotativas e rotopercussivas, para o método de perfuração. Diante disso a Figura 16 ilustra uma rocha de 3ª categoria sendo rompida com o auxílio de uma perfuratriz hidráulica.

Figura 16– Perfuratriz hidráulica



Fonte: Gill Rock Drill Company (2019)

Ricardo e Catalani (2007) complementam que a escavação de rocha a céu aberto com uso de explosivos é realizada após perfurações do maciço a distâncias predeterminadas, da incorporação de explosivos no interior dos furos, detonação do explosivo seguido pela remoção da rocha demolida, caracterizando-se um processo cíclico.

Para detalhar o processo específico à ser seguido tratando-se de solos rochosos, Nuvolari *et al* (2011) determinam que quando deparar com um solo rochoso, a escavação deverá ser executada com os seguintes processos e/ ou particularidades:

- a) **Desmonte a fogo:** Consiste na abertura da vala seguindo os mesmos critérios aplicados no desmonte de bancada, entretanto deve ter um aumento de 10 cm na profundidade para colocação de uma camada de solo fino para assentamento da tubulação.
- b) **Desmonte de rocha a frio utilizando cunhas hidráulicas:** Consiste na abertura prévia na rocha, em seguida é inserido um macaco hidráulico, com a haste bipartida na ponta, no momento que o equipamento é acionado a cunha que provoca o deslocamento lateral, causando uma pressão nas paredes do furo e posteriormente a fissuração da rocha. Esta técnica é bastante indicada ao escavar valas em áreas congestionadas, ou onde o uso de explosivos se torne proibido por questões de segurança (áreas urbanas adensadas).
- c) **Desmonte de rocha a frio utilizando rompedores pneumáticos:** Consiste na aplicação de impactos mecânicos em sequencia para promover a fragmentação da rocha. É uma técnica indicada para o rompimento de rochas desagregadas ou de baixa resistência, em rochas sãs ou de alta resistência a eficiência torna-se demasiadamente baixa.

5.6.2 Arenoso

Rebello (2011) expõe que um solo arenoso é caracterizado por possuir grãos de diâmetros grandes (a partir de 0,075 mm até 2,0 mm) e com a possibilidade de ser identificado visualmente. Geralmente originado a partir de quartzo, que está

presente na maioria das rochas, e é um material bastante resistente à decomposição.

Ainda de acordo com Rebello (2011), as areias não possuem ligações atômicas, e diante deste impasse o solo não é classificado como coesivo, mas sim como granular, neste caso é necessário que seja conhecido o grau de compactidade, verificando se trata de uma areia mais compacta ou menos compacta, como exposto na Figura 17.

Figura 17– Solo arenoso



Fonte: Geoanalysis (2019)

Yazigi (2013) indica que a areia pode ser classificada em relação à sua compactidade em fofa (pouco compacta), medianamente compacta e compacta. Ainda é apontado que não há um valor exato para dispensar o uso de escoramento em areias devido este solo apresentar valores variáveis quanto à coesão, no entanto, caso queira construir sem o uso de escoramento é sugerido que as valas sejam abertas com taludes de inclinação de no mínimo dois (vertical) e três (horizontal).

Caputo (1987) destaca o uso de escoramento para o caso de abertura de valas, onde deve ter um conhecimento prévio dos aspectos geotécnicos do solo a ser rompido ou também pode se permitir a execução de taludes por questões econômicas, desde que atenda aos parâmetros de estabilidade. Para isso a Tabela 2 expõe os parâmetros admissíveis do solo arenoso.

Tabela 2– Parâmetros de caracterização de solos arenosos

Solo	Peso específico γ em t/m ³	Ângulo de atrito interno ϕ	Coesão c em t/m ²	Profundidade H em m	Inclinação do talude- cotg i
Areia muito fina	1,8	22,5	1,0	0-3,0	1:1,5
				3,0-6,0	1:1,75
				6,0-9,0	1: 1,9
				9,0-12,0	1:2,2
				12,0-15,0	1:2,5
Areia fina	-	-	-	-	1: 2,0
Areia grossa	-	-	-	-	1:1,7

Fonte: Adaptado de Caputo *apud* Cf. Harald Wagner (1987)

Caputo (1987) explica ainda com base na fórmula de Fröhlich, que o fato da areia ser um solo não coesivo ($p_f=0$), consequentemente a $H_{cr}=0$, isso implicará no escoamento do material para o interior da vala.

Diante do impasse da instabilidade da areia é necessário o escoramento das valas abertas em solos arenosos, para isso Nuvolari *et al* (2011) estabelece os tipos de escoramentos a serem aplicados nesse tipo de solo são:

- a) **Escoramento de vala tipo especial:** Tem a contenção do solo lateral feita com pranchas de peroba nas dimensões de 5 cm x 16 cm, do tipo macho-fêmea. Travada longitudinalmente com longarinas de peroba 8 cm x 18 cm em toda extensão, e transversalmente com estroncas de eucalipto de diâmetro igual 20 cm e espaçadas a cada 1,35. As estroncas não devem coincidir com as extremidades das longarinas sendo espaçadas em torno de 40 cm. É uma solução indicada para quaisquer tipos de solo, especialmente os arenosos com a presença de água no lençol freático.
- b) **Escoramento de vala do tipo misto metálico-madeira:** Tem a contenção de solo lateral feita com vigas de peroba nas dimensões de 6 cm x 16 c, encaixados em perfis metálicos “duplo T”, com dimensões no intervalo de 25 à 30 cm, são cravados no terreno e espaçado em

intervalos de 2,00 m entre si. As longarinas e estroncas são do tipo metálico “duplo T” de 30 cm, com espaçamento na ordem de 3,00 m entre elas. Caso a cota de escavação esteja entre 6,00 m e 7,50 m, é necessário que haja mais um reforço com estroncas-longarinas, e se for superior a esse intervalo, o escoramento deverá ser recalculado.

- c) **Escoramento de vala do tipo atirantado:** Indicado para valas de grande largura e que será utilizado todo espaço entre as paredes da vala para execução dos serviços. Tem seu escoramento do tipo metálico-madeira, porém as estroncas de madeira são substituídas pelos tirantes. Essa estrutura necessita de cuidados em relação à fundação de edifícios, para que não haja interferência nas estruturas.

Continuando a descrição do processo executivo, Nuvolari *et al* (2011) descrevem os tipos de base para assentamentos de tubulação, que para solos de composição arenosa podem ser:

- a) **Assentamento “simples”:** O assentamento é viabilizado a partir de terrenos secos e com boa consistência (exceto rochas), procedendo-se com a instalação do coletor no solo regularizado.
- b) **Assentamento “com lastro de brita”:** Indicado para terrenos firmes e com a presença de água, onde se coloca um lastro de brita no fundo da vala, e esta atua como meio drenante da água e serve de apoio para a tubulação.

Com a função de concluir a instalação da rede coletora é iniciado o processo de reaterro e compactação da vala. Que tem conforme a sequência delineada por Nuvolari *et al* (2011), uma compactação feita por meio de vibração, sendo necessário o uso de placa vibratória ou vibrador de imersão, podendo utilizar água para umedecer o solo e facilitar o seu adensamento.

5.6.3 Siltoso

Para Rebello (2011) o silte é classificado como um solo com diâmetro entre 0,002 mm e 0,075 mm. Uma característica desse solo é que o mesmo pode

ser confundido com a argila, porém este ao ser moldado e submetido à queima em forno sofrerá trincas e fraturamento, ao contrário da argila. É um solo originado do quartzo, assim como a areia.

Baseado na definição da Terminologia de Rochas (TB-3) da ABNT, Ricardo e Catalani (2007, p.26) conceituam o silte como “Um solo que apresenta apenas coesão para formar, quando seco, torrões facilmente desagregáveis pela pressão dos dedos.”. A Figura 18 expõe um solo tipicamente siltoso.

Figura 18– Solo siltoso



Fonte: Geoanalysis (2019)

Para fins de determinação da profundidade máxima de escavação quando utilizada a execução de taludes, Caputo (1987) expõe através da Tabela 3:

Tabela 3– Parâmetros de caracterização de solos siltosos

Solo	Peso específico γ em t/m ³	Ângulo de atrito interno ϕ	Coesão c em t/m ²	Profundidade H em m	Inclinação do talude- cotg i
Silte com areia muito fina	1,9	27,5	1,0	0-3,0	1: 1,5
				3,0-6,0	1: 1,5
				6,0-9,0	1: 1,5
				9,0-12,0	1: 1,8
				12,0-15,0	1: 2,0
Silte	2,0	20,0	1,5	0-3,0	1: 1,5
				3,0-6,0	1: 1,5
				6,0-9,0	1: 1,8
				9,0-12,0	1: 2,15
				12,0-15,0	1: 2,5

Fonte: Adaptado de Caputo *apud* Cf. Harald Wagner (1987)

Por se tratar de um solo que não apresenta muita estabilidade quando está sem umidade, são necessários alguns cuidados. Para isso durante a escavação das valas Nuvolari *et al* (2011) recomenda além dos usuais para solos arenosos, como especificado no item anterior, o uso de:

- a) **Escoramento de vala do tipo contínuo:** Indicado para qualquer tipo de solo, exceto os arenosos com a presença de água do lençol freático, em valas com profundidade de até 4,00m. A contenção lateral do solo é realizada com pranchas de peroba de 2,7 cm x 16 cm, encostadas entre si. O travamento longitudinal é feito com auxílio de longarinas de peroba nas dimensões de 6 cm x 16 cm na totalidade da vala. Transversalmente conta-se com o travamento em estroncas de eucalipto com diâmetro de 20 cm, e espaçadas a cada 1,35m entre si, não podendo coincidir com o final da longarina, espaçando-se 40 cm das extremidades.

Para etapa de assentamento da tubulação os tipos são aplicáveis os mesmos especificados para solos arenosos.

No reaterro Nuvolari *et al* (2011) orientam que para solos dessa natureza devem ser compactados por ação de impacto (uso de “sapos” mecânicos), pressão estática (uso de rolos compressores) ou amassamento (uso de soquetes manuais ou rolos pé-de-carneiro).

5.6.4 Argiloso

Rebello (2011) define a argila como o solo com menor diâmetro de grão, sendo este inferior a 0,002 mm, podendo atingir grãos relativamente minúsculos, da ordem de 10 angstron (0,000001mm). Além disso, trata-se de um material plástico tendo extrema facilidade de ser moldado e não sofrer desagregação. É originado dos feldspatos, apresentando diversas formas de composição química, o que irá conferir comportamentos diferentes, como por exemplo, a capacidade de absorver mais ou menos água.

Rebello (2011) prossegue explicando que a argila apresenta uma complexidade em sua constituição e com essa particularidade não se tem um parâmetro que determine sua interferência de atuação no solo. Tendo suas ligações, se dando por hidrogênio ou oxigênio, sendo que na primeira tem-se uma ligação forte, na qual distingue a propensão de absorção de água das argilas. Em virtude disso intitula-se a argila como um solo coesivo e para fazer a classificação tem como base seu teor de umidade.

Com isso a Figura 19 mostra um solo classificado como argiloso, através de suas características visuais.

Figura 19– Solo argiloso



Fonte: Geoanalysis (2019)

Com base na Terminologia Brasileira TB-3, Ricardo e Catalani (2007) explicam a argila como:

“Solo que apresenta características marcantes de plasticidade; quando suficientemente úmido, molda-se facilmente em diferentes formas; quando seco apresenta coesão bastante para construir torrões dificilmente desagregáveis por pressão dos dedos.”

A escavação consiste na retirada do solo até a profundidade necessária para atender as especificações contidas no projeto. Yazigi (2013) especifica que em solo argiloso a cota permitida para escavação sem o uso de escoramentos, e a possibilidade da ruptura ser nula se dá nas cotas de até 1,0 m para argilas moles, de 1,0 m a 2,0m para argilas médias e de 2,0 m a 3,5 m para argila rija.

A escavação pode ser realizada de forma manual ou mecânica, diante disso é exposto na Figura 20 o processo de escavação mecanizada com auxílio de equipamento específico.

Figura 20– Escavadeira hidráulica sobre esteiras

Fonte: Caterpillar (2019)

Para quando houver a possibilidade de usar valas com taludes, Caputo (1987) expõe a Tabela 4 detalhando os parâmetros a serem adotados quando se tratar de solo argiloso.

Tabela 4– Parâmetros de caracterização de solos argilosos

Solo	Peso específico γ em t/m ³	Ângulo de atrito interno ϕ	Coesão c em t/m ²	Profundidade H em m	Inclinação do talude-cotg i
Argila mole	1,9	15,0	2,5	0-3,0	1: 1,5
				3,0-6,0	1: 1,5
				6,0-9,0	1: 1,5
				9,0-12,0	1: 1,8
				12,0-15,0	1: 2,4
Argila rija	2,0	10,0	3,5	0-3,0	1:1,5
				3,0-6,0	1:1,5
				6,0-9,0	1: 1,5
				9,0-12,0	1: 1,8
				12,0-15,0	1: 2,6

Fonte: Adaptado de Caputo *apud* Cf. Harald Wagner (1987)

As argilas são solos com coesão adequada, logo apresentam uma boa ligação entre as partículas. Para execução da escavação de valas, além de utilizar os escoramentos especificados para os solos de granulometria maior, Nuvolari *et al* (2011) ainda acrescentam os seguintes tipos:

- a) **Escoramento de vala tipo pontaleamento:** Indicado para solos argilosos de boa qualidade, com cotas de até 2,00 m de profundidade, e tem a contenção lateral feita com pranchas de peroba com 2,7 cm x 16 cm de espessura, espaçadas em intervalos de 1,35 m e estroncadas com eucalipto de 20 cm de diâmetro.
- b) **Escoramento de vala tipo descontínuo:** Indicado para terrenos firmes e sem a presença de água do lençol freático, e com cotas de até 3,00 m de profundidade, tendo contenção lateral feita por pranchas de peroba de 2,7 x 16 cm, espaçadas em intervalos de 16 cm, no eixo longitudinal são colocadas longarinas de peroba de 6 cm x 16 cm, em toda extensão da vala, e no eixo transversal são colocados estroncas de eucalipto com diâmetro de 20 cm espaçadas a cada 1,35 m. Assim como os outros escoramentos em que se utiliza longarina, as estroncas não devem coincidir com o final das longarinas e devem ter um afastamento em torno de 40 cm das extremidades.

Para o assentamento da tubulação, usam-se os mesmos procedimentos dos solos anteriores, porém Nuvolari *et al* (2011) acrescenta-se o uso de:

- a) **Assentamento com “lastro, laje e berço”:** Viabilizado quando se depara com um solo de argila mole e inconsistente que tenha a presença de água, neste caso se assenta um lastro de pedra britada nº 4 com 15 cm de espessura, seguido de um lastro de concreto magro de 5 cm, onde se apoia em uma laje de concreto armado com 15 cm, e por fim um berço de concreto onde irá receber o tubo.
- b) **Assentamento sobre “estacas”:** Indicado ao se deparar com um terreno inconsistente espesso apoiado sobre solo firme, onde a remoção se torna complicada e inviável, procedendo-se com a cravação de estacas até atingir o solo firme, sendo usual estaca de

eucalipto com diâmetro mínimo de 20 cm. Essas estacas se encontram apoiadas sob um lastro de pedra britada nº 4, seguido de um lastro de concreto magro, uma laje de concreto armado e por fim o berço de concreto que irá receber o tubo.

Para reaterro da vala Nuvolari *et al* (2011) expõem que o processo deverá ser o mesmo adotado para o solo descrito no item anterior.

5.7.Relevo e escolha do processo de lançamento do efluente

Para escolher o método mais adequado para fazer o lançamento do efluente tratado é necessário compreender a tipologia do relevo e sua influência no processo. Com isso Junior e Filho (1998) expõem que o relevo tem ligação direta nos processos erosivos e de sedimentação do solo.

Junior e Filho (1998 *apud* SALOMÃO E IWASA, 1995) conceituam erosão como:

“Define-se por erosão o processo de desagregação e remoção de partículas do solo ou fragmentos e partículas de rochas, pela ação combinada da gravidade com água, vento, gelo e organismos (plantas e animais)”.

Para Junior e Filho (1998) a erosão do solo é iniciada pela ação das chuvas, na qual ocorre o processo de erosão linear caracterizado pela concentração do escoamento em um único ponto do terreno, vindo a evoluir da forma de sulcos para ravinas. As ações condicionantes para o agravamento desse processo de dinâmica superficial no ambiente urbano estão relacionadas à concentração do escoamento das águas pluviais convergindo para um único ponto, a declividade e comprimento da rampa, onde terrenos com maior declividade e comprimento da rampa favorecem maior velocidade no escoamento. O tipo de solo também influi na erodibilidade, onde o solo arenoso por mais que seja poroso, não apresenta coesão entre as suas partículas, favorecendo seu carreamento durante chuvas, mesmo que de pequena intensidade.

Iwasa e Fendrich (1998) explicam que um terreno erodível e situado próximo de um corpo hídrico contribui para o assoreamento, na qual as partículas transportadas com o auxílio das chuvas, vento e ação da gravidade se depositam no fundo dos cursos d'água, promovendo a perda da capacidade de armazenamento

dos reservatórios, causando problemas no âmbito do abastecimento de água e geração de energia elétrica.

Com o objetivo de garantir a estabilidade de terrenos íngremes, é indicado por Filho e Virgili (1998) que algumas etapas sejam seguidas para elaboração de uma boa intervenção, dentre a qual se destaca:

- a) **Levantamento de dados pré-existent:** Trata-se do levantamento preliminar da área a ser estudada, com informações obtidas de mapas geomorfológicos, geológicos e topográficos, como forma entender os possíveis problemas a ocorrerem na área.
- b) **Investigações de superfície:** Trata-se de uma vistoria *in loco*, para verificação da formação geológica, perfil de alteração, instabilizações existentes, geometria do talude, tipo de cobertura vegetal, interferências antrópicas, levantamentos topográficos e levantamentos fotogramétricos.
- c) **Instrumentação:** Trata-se da instalação de equipamentos instalados no talude com o objetivo de obter dados quantitativos referentes à geometria da superfície de ruptura, deslocamentos horizontais e recalques em áreas instáveis, possíveis deslocamentos, comportamento hidrogeotécnico do maciço e o estado de tensões do talude.
- d) **Ensaio de laboratório e *in situ*:** São necessários para determinação das propriedades do maciço. Compreendem os ensaios usuais (índices físicos, análise granulométrica, índice de plasticidade, coesão e ângulo de atrito), além deste é usual e indispensável para obter um bom projeto de estabilização os ensaios de cisalhamento direto e de compressão triaxial.
- e) **Análise de estabilidade:** Trata-se do uso de métodos que baseiam na teoria do equilíbrio-limite, nos modelos matemáticos da tensão e deformação, no emprego de modelos físicos de diferentes escalas e no uso de experiências acumuladas de experiências anteriores, cada uma com uma particularidade, mas com o objetivo de encontrar a possível eminência de ruptura de um talude.

Se tratando de uma escavação para assentamento de tubulação, é indicado que seja adotada uma intervenção que promova atuação direta nos agentes causadores de instabilização, e tenha uma viabilidade econômica. Para isso Carvalho (1991) expõe no Quadro 6 com os tipos de obras a serem aplicados em taludes e encostas.

Quadro 6 – Tipos de obras de estabilização de taludes e encostas

GRUPOS	TIPOS
Obras sem estrutura de contenção	Retaludamentos (corte e aterro) Drenagem (superficial, subterrânea, de obras) Proteção superficial (naturais e artificiais)
Obras de proteção	Barreiras vegetais Muros de espera

Fonte: Adaptado de Carvalho (1991)

Do ponto de vista de garantia do controle da erosão Iwasa e Fendrich (1998), é sugestivo o uso de retaludamento da superfície íngreme e erodível, podendo adotar pequenas obras de terraplanagem (corte e aterro), seguido da construção de dispositivos de drenagem superficial e por fim a revegetação, para isso não basta que seja apenas construído, são necessários inspeções periódicas e acompanhamento das condições das estruturas hidráulicas e comportamento geotécnico do solo. Para isso a Figura 21 representa como deve-se proceder com o retaludamento de áreas com declividade acentuada.

Figura 21– Retaludamento de terreno íngreme



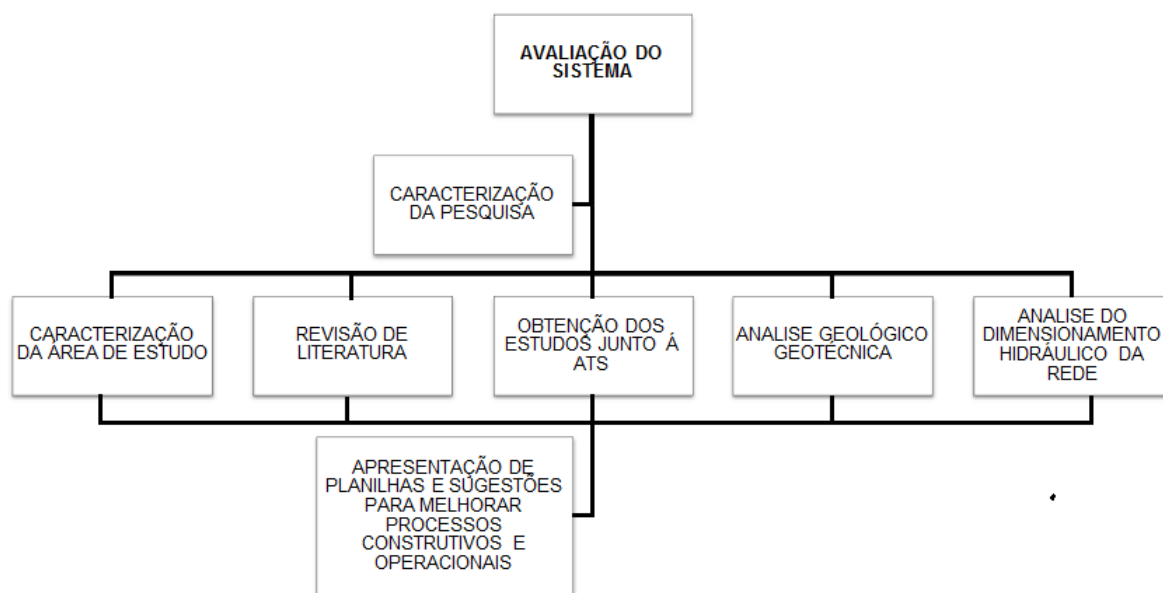
Fonte: Engconsultoria (2019)

1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste capítulo estão especificados os procedimentos metodológicos para subsidiar a avaliação do sistema de esgotamento sanitário proposto para a área de estudo.

Para melhor planejar o estudo e buscar um resultado objetivo sobre o tema pesquisado, foi elaborado um fluxograma especificando as etapas do estudo, juntamente com o objetivo esperado no desenvolvimento desta pesquisa, na qual é ilustrado na Figura 22.

Figura 22– Fluxograma do desenvolvimento da pesquisa



Fonte: Elaborada pelo autor (2019)

6.1. Caracterização da pesquisa

O presente trabalho foi caracterizado com base nas definições fornecidas por literaturas que definem a modalidade de pesquisa com base no objeto a ser estudado, conforme classificado no Quadro 7.

Quadro 7- Classificação da pesquisa

Parâmetro	Modalidade
Abordagem	Quantitativa
Natureza	Aplicada
Objetivo	Explicativo
Procedimento	Bibliográfico
	Experimental

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

No âmbito da abordagem, tivemos a mesma de cunho quantitativo, na qual Fonseca (2002) explicita que a mesma se detém na objetividade, com a apresentação de dados mensuráveis, recorrendo-se a linguagem matemática para interpretar os dados obtidos.

A natureza se deu em um tom aplicado, em que Gerhart e Silveira (2009 *apud* CÓRDOVA, 2009) descrevem que os conhecimentos terão um enfoque prático, direcionado à solução de uma problemática singular, envolvendo interesses locais.

O objetivo da presente pesquisa foi explicativo, uma vez que Gil (2002) descreve que o mesmo irá expor os resultados fornecidos para descrever os fenômenos estudados.

Para finalizar, os procedimentos foram baseados em duas vertentes já que o trabalho realizou um estudo baseado na comparação entre a literatura e a localidade estudada. A mesma será bibliográfica e experimental, onde Gil (2002) expõe que:

“A pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos. Embora em quase todos os estudos seja exigido algum tipo de trabalho dessa natureza, há pesquisas desenvolvidas exclusivamente a partir de fontes bibliográficas. Boa parte dos estudos exploratórios pode ser definida como pesquisas bibliográficas.”

Continuando com a caracterização dos procedimentos da pesquisa Gil (2002) continua descrevendo que:

“A pesquisa experimental constitui o delineamento mais prestigiado nos meios científicos. Consiste essencialmente em determinar um objeto de estudo, selecionar as variáveis capazes de influenciá-lo e definir as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto. Trata-se, portanto, de uma pesquisa em que o pesquisador é um agente ativo, e não um observador passivo.”

6.2. Revisão de literatura

A pesquisa teve início com a revisão de literatura abordando conceitos relacionados aos sistemas de esgotamento sanitário, fundamentando a teoria do dimensionamento hidráulico, dos aspectos construtivos e operacionais, aplicado junto à realidade do local estudado, de forma que houvesse uma contribuição no planejamento do trabalho, visando uma otimização na produtividade para nortear o objetivo específico a ser seguido.

6.3. Caracterização da área estudo

O estudo teve como cenário o município de São Félix do Tocantins, situado na Região Leste do estado do Tocantins, pertencente ao polo turístico do Jalapão, um dos destinos recém-desbravados pela indústria do turismo. A Figura 23, retrata a zona urbana do município.

Figura 23- Zona urbana do município de São Félix do Tocantins

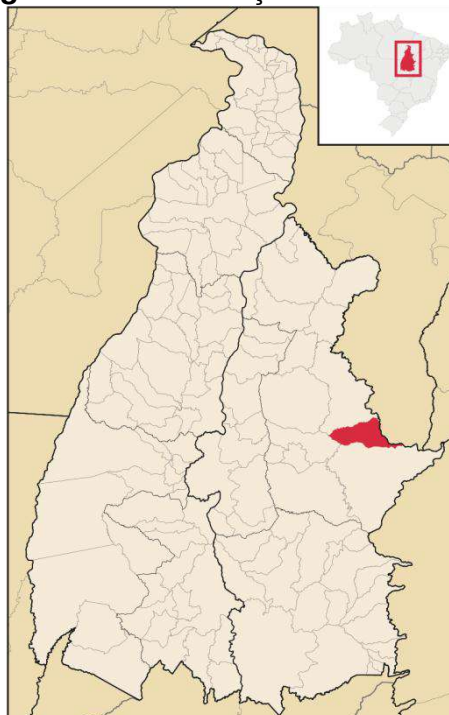


Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

Esse ambiente merece uma atenção especial por se tratar de um ecossistema frágil, que apresenta grandes responsabilidades com a manutenção e conservação dos recursos hídricos, já que nele está localizado o Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba, sendo este um rio que é de suma importância para as populações dos estados do Maranhão e do Piauí.

Através de informações levantadas junto ao Atlas do Tocantins (2012), elaborado pela Secretaria de Planejamento e Modernização da Gestão Pública (SEPLAN), foi possível ter uma visão macro a respeito da erodibilidade potencial do solo, precipitação média anual, temperatura média do ar e tipo de solo, fatores estes que interferem diretamente no processo de construção do sistema e no tratamento dos efluentes. Na Figura 24 têm-se a localização geográfica do município em relação ao Estado do Tocantins.

Figura 24- Localização do município



Fonte: Wikipédia (2020)

No que tange a disposição final do esgoto doméstico pode ser verificado através levantamento de campo, que é utilizado o sistema de fossa negra para destinação de excrementos humanos, e a água cinza proveniente das instalações das cozinhas e lavanderias eram dispostas a céu aberto. Na Figura 25, é ilustrado uma residência do município que faz o uso de fossa negra.

Figura 25- Residência com tratamento por meio de fossa negra



Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

Para se ter uma noção prévia das dimensões da sede do município foi inserida uma imagem satélite obtida via consulta no Google Earth Pro, demonstrada na Figura 26, e por meio do mesmo *software* foi calculada a área da sede do município com uma área de 0,37 Km².

Figura 26- Imagem satélite da sede do município



Fonte: Google Earth (2020)

Na Figura 27 mostra a erodibilidade potencial do solo na qual a sede do município apresenta uma ligeira tendência ao fenômeno, que é caracterizado como uma maior aptidão à erosão superficial, com o desprendimento das partículas de solo causado pelo gradiente hidráulico superficial e concentrado.

Figura 27- Erodibilidade potencial do solo



MUITO FRACA A FRACA: Compreende áreas formadas por solos, normalmente, de grande significado agrícola. São solos muito profundos, porosos, bem permeáveis - mesmo quando muito argilosos -, friáveis, situados em relevo plano, com declividades que raramente ultrapassam 3%. A ecodinâmica da paisagem é estável (pedogênese > morfogênese) e os processos de escoamento superficial são difusos e lentos. (74.839,5 km² - 26,9%)

LIGEIRA: Compreende áreas formadas por solos variando entre bem a fortemente drenados. São solos profundos e ocorrem em relevo suave ondulado (predomínio de declives entre 3 a 8%). A ecodinâmica da paisagem varia de estável a de transição (pedogênese ≥ morfogênese). Os processos de escoamento superficial são difusos e lentos, com eventuais escoamentos concentrados. (110.477,8 km² - 39,7%)

MODERADA: Compreende áreas formadas por solos variando entre profundos a pouco profundos, com perfis permeáveis e pequenas diferenciações entre horizontes. Ocorrem normalmente em relevos ondulados (8 a 20% de declive). A ecodinâmica da paisagem é de transição (pedogênese ≈ morfogênese). Os processos de escoamento superficial são difusos e lentos e com ocorrência dos de tipo concentrado. (25.083,8 km² - 9,0%)

FORTE: A maioria dos solos dessa classe são pouco profundos, com drenagem moderada, possuem poucos agentes agregadores e uma estrutura maciça, sem coesão no horizonte superficial (A). A matéria orgânica é inexpressiva e restrita a esse horizonte. Eles ocorrem geralmente em relevo forte ondulado (declives com predomínio de 20 a 45%) e têm permeabilidade um tanto restrita, o que os torna muito erodíveis. A ecodinâmica da paisagem é instável (pedogênese < morfogênese). Os processos de escoamento superficial são difusos e rápidos, concentrados, podendo ocorrer até mesmo movimentos de massa, do tipo rastejamento e solifluxão. (19.648,1 km² - 7,0%)

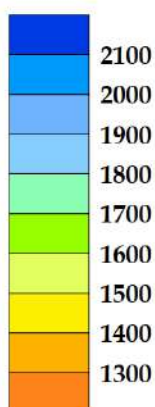
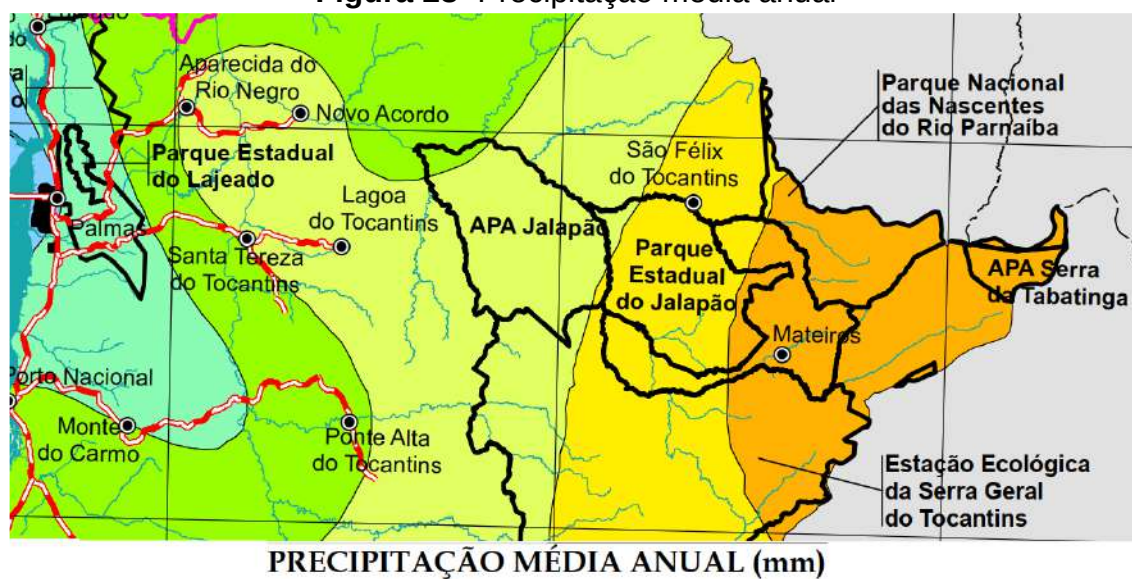
MUITO FORTE: Compreende áreas formadas por solos rasos e muito rasos, com presença de afloramentos de rochas. O relevo predominante vai do montanhoso até o escarpado, com declives maiores ou iguais a 45%. A ecodinâmica da paisagem é muito instável (pedogênese << morfogênese). Os processos de escoamento superficial são concentrados. Os movimentos de massa são do tipo deslizamento, desmoronamento, rastejamento e solifluxão, com eventuais quedas de blocos. (34.750,2 km² - 12,5%)

ESPECIAL: A condição da maioria dos solos referidos a essa classe vai de imperfeitamente drenados a muito mal drenados, com o nível do lençol freático normalmente elevado. A ecodinâmica da paisagem é instável e de transição (pedogênese < ou ≈ morfogênese). Os processos envolvidos são de escoamento concentrado ao longo da drenagem, remobilização e deposição de sedimentos finos, bem como escoamento difuso e lento nas planícies, terraços fluviais e margens de lagos, além de eventuais inundações. (13.621,3 km² - 4,9%)

Fonte: Atlas do Tocantins (2012)

Em relação à precipitação média anual, afirmamos que se trata de uma variável de grande importância, pois tem ligação direta na vazão do corpo receptor durante o período de cheia, o que influencia diretamente na diluição do efluente tratado. Além disso, esse gradiente ainda influencia nos processos erosivos, e merecem ser qualificados nesse estudo. Segundo o Atlas do Tocantins (2012) o município apresenta em torno de 1500 mm de precipitação média conforme mostrado na Figura 28.

Figura 28- Precipitação média anual

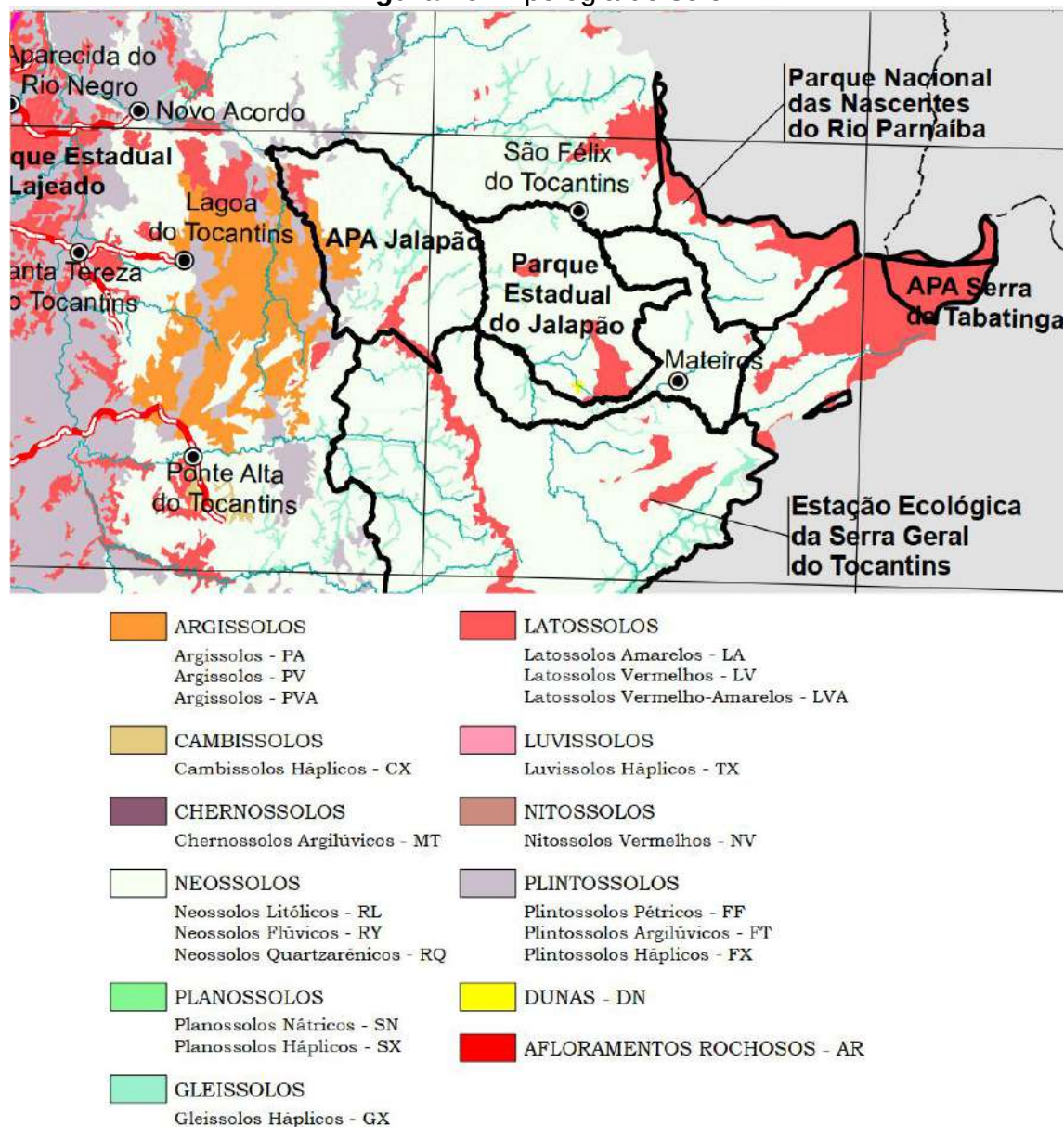


Fonte: Atlas do Tocantins (2012)

No que tange ao tipo de solo, pode se verificar a presença de um Neossolo Quartzarênico, que apresenta em sua composição areia grossa e fina com quartzo em sua totalidade, merecendo uma atenção especial na sua caracterização por se tratar de um aspecto importante durante o planejamento da obra, visto ser

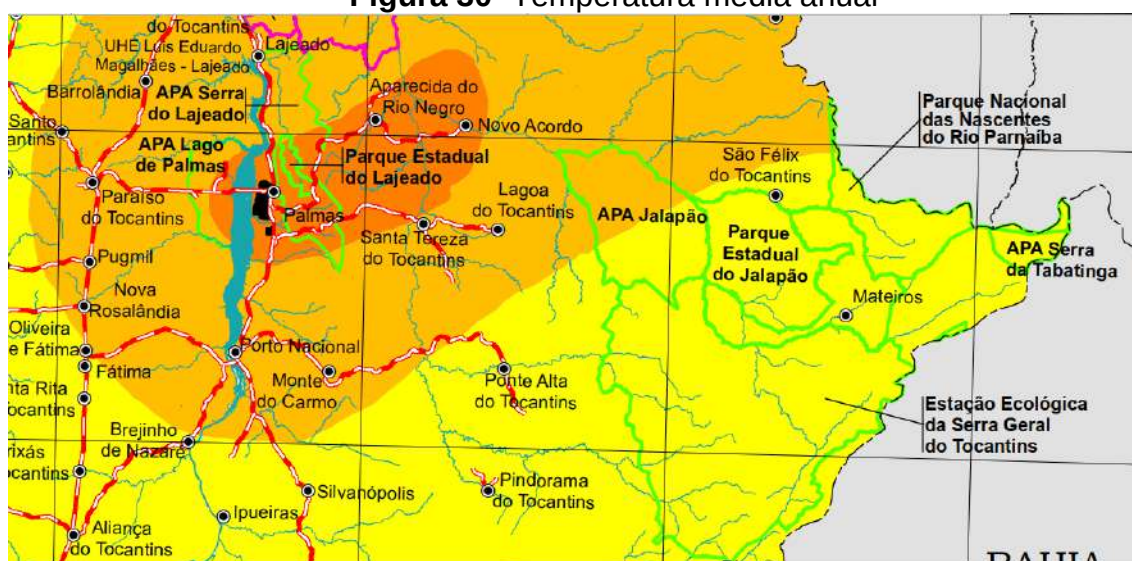
uma etapa que custos de execução elevados. A Figura 29 ilustra a tipologia do solo na região.

Figura 29- Tipologia do solo

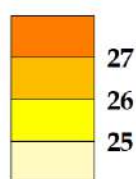


Fonte: Atlas do Tocantins (2012)

Finalizando, um fator chave para a garantia do sucesso no tratamento do esgoto gerado, quando utilizamos os sistemas de lagoas de estabilização, estudamos a temperatura local, conforme ilustrado na Figura 30, diretamente ligada à incidência de luz solar, pois esta tem papel fundamental na eficiência do sistema.

Figura 30- Temperatura média anual

TEMPERATURA MÉDIA ANUAL DO AR (°C)



Fonte: Atlas do Tocantins (2012)

6.4. Obtenção dos estudos junto à ATS

Por meio de um contato com o órgão que gerencia os serviços de saneamento junto ao município, foi descrita a importância do estudo para analisar e apontar possíveis inconsistências, de forma que este trabalho possa ser utilizado como instrumento durante o planejamento da obra e levantamento de serviços a serem executados, garantindo dessa forma um projeto executivo bem elaborado, analisando-se as condicionantes que possam interferir diretamente no custo, bem como medidas mitigadoras que causem menos impactos ambientais e não causem sobrecarga no ecossistema local.

6.5. Análise do dimensionamento hidráulico

Com base em toda documentação obtida junto à ATS, foi analisado criteriosamente as planilhas de dimensionamento hidráulico da rede, comparando-se

com os critérios estabelecidos pelas normas vigentes, bem como a literatura, observando se a declividade, tensão trativa e velocidade crítica estavam nos limites do intervalo inferior ou superior.

Além disso, também houve análise dos critérios para dimensionamento dos equipamentos auxiliares, como por exemplo, as estações elevatórias, observando como eles definiram a geometria do poço de sucção em função da vazão do efluente, assim como a análise do tempo de detenção.

Finalizando o exposto, a análise, estudo e comparação observaram as informações contidas no Projeto Ambiental que descreviam todas as decisões tomadas quando a concepção do sistema, uma vez que se buscou a maneira mais viável de alinhar custo *versus* eficiência.

6.6. Amostragem

O corpo receptor necessita de caracterização de suas propriedades físicas e químicas. Para se ter uma noção prévia se o mesmo é apto a realizar a autodepuração ao se lançar o efluente tratado foi realizada uma coleta da água do rio durante o inverno local.

A coleta da amostra de água está ilustrada na Figura 31.

Figura 31- Coleta da amostra de água*



Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

***OBS:** Não foi usado EPI para realização da coleta.

Já em relação as características do solo, foram feitas coletas de amostras deformadas, tornando possível sua caracterização e determinação de suas propriedades geotécnicas através de ensaios de laboratório.

Para subsidiar a coleta de amostras foram utilizadas as diretrizes da ABNT NBR 9604 (2016).

A abertura dos poços para coleta das amostras está ilustrada na Figura 32.

Figura 32- Coleta das amostras



Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

6.6.1. Amostra deformada de solo

As coletas foram realizadas com auxílio de pá, picareta e enxada, obtendo-se uma quantidade de aproximadamente 10 Kg de amostras, de cada área prevista para as sub-bacias I, II e III, EEE, ETE e emissário, sendo extraídas e armazenadas em sacos plásticos e etiquetadas para a identificação.

Durante a escavação a camada de aproximadamente 1 metro da superfície foi descartada para eliminar a presença de matéria orgânica, a Figura 33 descreve as amostras em expostas a umidade natural para secagem.

Figura 33- Amostras deformadas em secagem natural



Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

6.6.2. Amostra da água do corpo receptor

A coleta foi realizada no período da manhã do dia 25/02/2020 nas coordenadas (10° 9'53.85"S e 46°40'42.55"O), na qual foi precedido com a retirada da água mineral da garrafa de 2 litros e enxague do recipiente com a água do corpo receptor, de forma que fosse garantida a melhor qualidade possível para a amostra, sem que houvesse fatores que viessem a interferir nos resultados dos ensaios.

A amostra foi acomodada em uma caixa isopor com gelo para a preservação das características originais da mesma.

6.7. Ensaio de caracterização das propriedades físico-químicas

Foi realizada a caracterização da água proveniente do corpo receptor definido em projeto para receber o efluente tratado, a fim de identificar alguns parâmetros atrelados a essas águas. Para isso foi utilizado como referência para os procedimentos metodológicos, o Manual de Análises Físico-Químicas de Águas de Abastecimento e Residuárias, o Manual Prático de Análise de Águas e os manuais do fabricante dos equipamentos.

Para tanto foram adotadas as seguintes técnicas e metodologias expostas no Quadro 8.

Quadro 8- Descrição dos métodos para ensaios de água

PARÂMETRO	TÉCNICA	EQUIPAMENTO	MÉTODO
Cor Verdadeira	Colorimetria	Espectofotômetro DR 6000- HACH	SMWW 2120 C
pH	Eletrometria	Potenciômetro	SMWW 4500 – H ⁺ B
Sólidos Totais	Gravimetria	Balança analítica de precisão- ACCULAB	SMWW 2540 D
Turbidez	Nefelometria	Turbidímetro	SMWW 2130 B

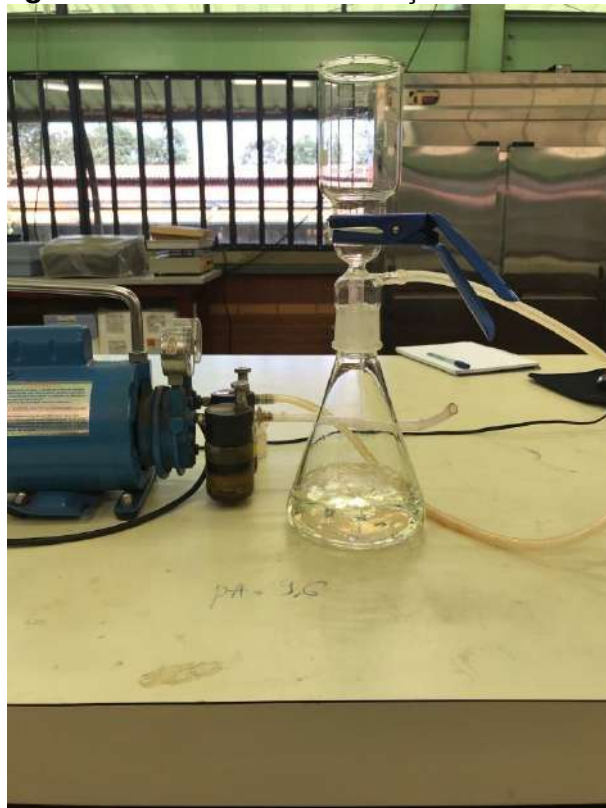
Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

6.7.1. Ensaio de cor verdadeira

A cor da água é um traço de fator estético, estando ligada à potabilidade, embora não relacionada diretamente a contaminação, onde a presença de cor provoca aversão por parte de quem consome por associar essa característica a presença de agentes contaminantes.

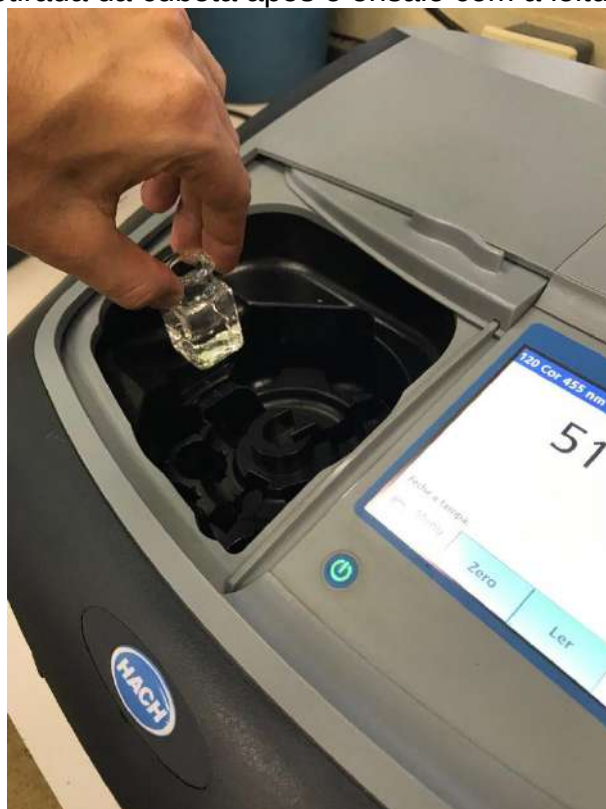
A Figura 34 ilustra a filtração da amostra e a Figura 35 ilustra a retirada da amostra preparada do compartimento de leitura, com o resultado ao lado.

Figura 34–Processo de filtração da amostra



Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

Figura 35– Retirada da cubeta após o ensaio com a leitura do resultado



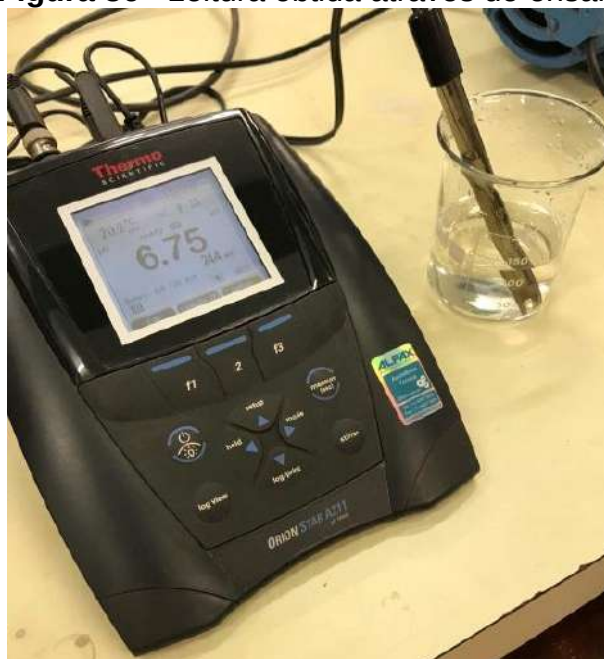
Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

6.7.2. Potencial hidrogeniônico

O potencial hidrogeniônico (pH) da água é estudado para se ter o conhecimento da concentração de íons de hidrogênio presente na solução, neste caso se ter uma noção da água do Rio Soninho e verificar se a mesma não ficaria sobrecarregada ao lançar os efluentes tratados.

A Figura 36 ilustra a realização do ensaio com a respectiva leitura apurada.

Figura 36– Leitura obtida através do ensaio



Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

6.7.3. Sólidos totais

A análise dos sólidos totais é um parâmetro que influencia diretamente na turbidez da água, e consequentemente diminui a penetração da luz solar reduzindo taxa de fotossíntese dos organismos fotossintetizadores, necessitando de um conhecimento preliminar antes de planejar o lançamento de um efluente tratado proveniente de esgoto doméstico.

A Figura 37 ilustra a realização do ensaio com a secagem no dessecador e a leitura apurada na balança de precisão.

Figura 37– Resfriamento da cápsula no dessecador



Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

Figura 38– Pesagem da amostra



Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

6.7.4. Turbidez

A turbidez nada mais é do que a grandeza que mede a dispersão luz causada pela presença de partículas coloidais ou suspensas. O ensaio pode vir a indicar a presença de argila, silte, substâncias orgânicas e inorgânicas, plânctons e algas, sendo medido em Unidade Nefelométrica de Turbidez (NTU- *Nephelometric Turbidity Unity*).

A Figura 39 ilustra a realização do ensaio com a respectiva leitura apurada no turbidímetro.

Figura 39– Leitura no turbidímetro



Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

7. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DO PROJETO PROPOSTO PELA ATS

Para se obter uma informação mais delineada acerca do SES proposto, serão apresentadas as análises das grandezas físicas ligadas à engenharia hidráulica que foram avaliadas de acordo com as planilhas de dimensionamento fornecidas.

Serão apresentadas as análises granulométricas dos solos das sub-bacias, estações elevatórias e estação de tratamento buscando-se fazer uma caracterização de sua composição e informar as possíveis influências que pode se gerar na execução do sistema caso não haja um planejamento adequado, informando as especificações técnicas necessárias.

Além disso, também serão pontuadas as questões de dimensionamento estrutural nas estações elevatórias e por último a análise do corpo hídrico receptor com seus parâmetros de qualidade.

7.1. Dimensionamento hidráulico da rede

Com base no estudo de concepção apresentado pela ATS, foi feita uma análise dos valores obtidos através dos cálculos realizados e expostos na planilha de cálculo, onde foi feita uma comparação com a literatura vigente para verificação se os valores se encontram nos limites mínimos e máximos preconizados pela NBR 9648/1986 e NBR 9649/1986.

Cabe ressaltar ainda que em um novo dimensionamento da rede usando o software Microsoft Excel ofereceu valores superiores ao fornecido na planilha fornecida pela ATS, em que houve um aumento na ordem de 13,30% para a vazão final de plano no ultimo trecho do coletor antes da estação de tratamento, sendo esse valor utilizado pra checar os componentes calculados no estudo de concepção.

7.1.1. Tipo de rede

Conforme especificado no estudo de concepção, a delimitação da área de estudo se deu na sede do município de São Félix do Tocantins- TO, município com uma baixa densidade populacional, inclusive na sede, as ruas são em quase sua totalidade em pista de mão dupla, na qual só há a existência de avenidas de pista dupla na área denominada “cidade alta”.

Comparado com os critérios estabelecidos pela legislação vigente, conforme explicitado na revisão de literatura, a determinação do tipo de rede é um critério a ser observado pelo projetista durante o planejamento, observada as condições de tráfego, tipo de solo a ser escavado e o diâmetro do coletor (que está diretamente ligado à densidade populacional).

Com base nos critérios citados acima, observado o lançamento da rede, se verificou que em quase toda a sua totalidade o sistema conta com redes do tipo simples, enquanto se adotou redes duplas apenas nas avenidas localizadas na sub-bacia 2, visto ser uma largura considerável e com a quantidade de ligações, que tornaria oneroso uma rede simples com o transporte do coletor ao outro lado da via para efetuar a ligação predial, a Figura 40 expõe a projeção da rede.

Figura 40- Projeção da rede coletora na sub-bacia 2



Fonte: ATS (2012)

7.1.2. Declividade

Observada a declividade, o estudo de concepção em seu critério de projeto considerou o coeficiente de Manning (n) igual a 0,013, de forma que fosse usada à Equação 1, descrita anteriormente em 5.3.1, na qual era adotada quando as condições do trecho não eram favoráveis a usar a declividade do terreno. O mesmo critério foi adotado para o redimensionamento proposto, onde ocorreu a redução do diâmetro da tubulação.

No estudo de concepção em que o DN utilizado foi 150 mm, considerou-se a declividade do terreno e em alguns casos a declividade mínima, de forma que

fosse garantida a tensão trativa de 1,0 Pa conforme especificado pela norma. No entanto a mesma obteve valores significativos, onde se utilizou a declividade do terreno, na qual a declividade mínima atenderia a situação normatizada.

Já em relação ao dimensionamento em que se usou o DN de 100 mm, foi adotada a declividade mínima em toda a rede coletora, pois em alguns casos era inviável usar a declividade do terreno pelo fato da mesma ser negativa ou zerada, e a declividade pontuada no item 5.3.1 já conseguia atender a tensão trativa mínima, e evitar um aprofundamento das tubulações, onerando o custo de implantação do sistema.

7.1.3. Tensão trativa

Por meio da análise da planilha de dimensionamento da rede coletora de esgoto e do memorial de cálculo, foi verificado que a maioria os trechos não apresentava a vazão mínima de 1,5 l/s, por se ter uma zona urbana pouco adensada e ao mesmo tempo a cidade estar situada em 2 núcleos, o que acentua ainda mais os vazios urbanos e aumenta significativamente a extensão da rede com poucas contribuições em marcha, tendo vazões muito baixas.

A sub-bacia 1 compreende toda a zona da “cidade baixa”, onde a mesma só apresenta a vazão mínima usual nos trechos finais que antecedem à Estação Elevatória 1, quando já recebeu a contribuição de maior parte da sub-bacia.

Assim como ocorrido anteriormente, a sub-bacia 2 também só atende a vazão mínima para a garantia da tensão trativa mínima nos trechos que desembocam na estação elevatória, ou seja, o final do trecho.

Em razão de se tratar de uma área de esgotamento mínima, com baixa densidade de unidades consumidoras, verificou-se na planilha de dimensionamento que a vazão final atinge uma vazão de 0,77 l/s na sub-bacia 3 (segundo planilha da ATS).

Para buscar aumentar a lâmina líquida na seção, procedeu-se com a redução do diâmetro nominal, uma vez que as companhias adotam como usual o DN de 150 mm, como o mínimo, porém a norma fixa o DN de 100 mm, e nesse caso o município de São Félix do Tocantins apresenta um crescimento populacional baixo segundo as projeções.

Redimensionando a rede coletora para uso do DN de 100 mm foi obtido o resultado ilustrado na Tabela 5.

Tabela 5- Comparação da tensão trativa com diâmetro de 100 mm e 150 mm (em Pa)

Sub-bacia	Tensão trativa média DN 100 mm	Tensão trativa máxima DN 100 mm	Tensão trativa média DN 150 mm	Tensão trativa máxima DN 150 mm
I	1,08	1,23	1,35	7,78
II	1,08	1,23	2,27	6,04
III	1,08	1,08	1,00	3,53

Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

7.1.4. Velocidade crítica

Para compreender a velocidade crítica na rede coletora, foi calculado a média em cada sub-bacia, comparando com o DN de 100 mm e 150 mm, descrevendo os picos alcançados, conforme descrito na Tabela 6.

Tabela 6- Comparação da velocidade crítica com diâmetro de 100 mm e 150 mm (em m/s)

Sub-bacia	Velocidade crítica média DN 100 mm	Velocidade crítica máxima DN 100 mm	Velocidade crítica média DN 150 mm	Velocidade crítica máxima DN 150 mm
I	2,89	3,09	2,53	2,64
II	2,89	3,22	2,35	2,64
III	2,89	2,89	2,64	2,64

Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

Para finalizar, o coletor que encaminha o efluente à ETE não teve seu diâmetro alterado, em virtude de acumular as vazões de todas as sub-bacias.

7.2. Dimensionamento da Estação Elevatória de Esgoto

As Estações Elevatórias dimensionadas para atender o município, foram utilizadas com o objetivo de transpor o esgoto de uma bacia para outra, visto se tratar de uma área urbana dividida com um corpo hídrico entre elas, o Ribeirão São Félix.

A verificação levou em conta o período de retenção do efluente dentro da estação, o nível de detalhamento estrutural e o tipo de aparelho mecânico a ser usado para automação do sistema.

7.2.1. Dimensionamento estrutural

Analisando o projeto fornecido pela ATS, verificou-se que a fundação escolhida foi radier armado por se tratar de uma estrutura de pequeno porte, que irá exercer uma baixa tensão no solo, que é pouco resistente, conforme laudo de sondagem usado na investigação do subsolo, sendo essa uma solução adequada para evitar o uso de fundações profundas que iriam onerar o sistema, a Figura 41 mostra uma fundação do tipo radier.

Figura 41- Fundação em radier



Fonte: Escola de Engenharia (2020)

Finalizando o exposto na análise, constatou-se que não havia inclinação do poço no sentido das bombas de sucção, a fim de evitar o acúmulo de materiais

sólidos e facilitar a limpeza, como também notou-se a ausência de projeto para a casa de bombas já que seria previsto bomba de eixo horizontal na elevatória 2.

7.2.2. Dimensionamento hidráulico

As diretrizes adotadas para o cálculo dos componentes hidráulicos da elevatória foram obtidas através da NBR 12.208/1989- Projeto das Estações Elevatórias de Esgoto Sanitário e consulta da literatura de Tsutiya e Alem Sobrinho (2000).

Observando o memorial fornecido pela ATS, foi observado que foram consideradas 3 vazões (mínima, média e máxima), ou seja, variáveis que influenciam diretamente no volume do poço de sucção, tempo de intermitência e tempo de detenção hidráulica.

Foi elaborada uma tabela para cada EEE contemplando a análise dos cálculos realizados na planilha recalculada verificando se atende os parâmetros adotados pela agência, usando também uma interpolação para saber a vazão máxima da bomba com base na altura manométrica. Os resultados estão expostos nas Tabelas 7 e 8.

Tabela 7- Parâmetros hidráulicos da EEE 1

Parâmetro	Q mínima	Q média	Q máxima
Volume do Poço de Sucção (m³)	0,78	0,78	0,78
Tempo de enchimento do poço de sucção (t _s) (em min)	11,14	9,40	6,14
Tempo de esvaziamento do poço de sucção (t _d) (em min)	3,25	3,43	4,26
Tempo de intermitência (t) (em min)	14,39	12,83	10,40
Tempo de detenção hidráulica (TDH) (em min)	21,57	18,19	11,89

Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

Tabela 8- Parâmetros hidráulicos da EEE 2

Parâmetro	Q mínima	Q média	Q máxima
Volume do poço de sucção	0,93	0,93	0,93
Tempo de enchimento do poço de sucção (t_s) (em min)	6,69	4,95	3,25
Tempo de esvaziamento do poço de sucção (t_d) (em min)	4,03	5,11	11,07
Tempo de intermitência (t) (em min)	10,72	10,06	14,32
Tempo de detenção hidráulica (TDH) (em min)	11,44	8,46	5,60

Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

A análise do dimensionamento hidráulico constatou-se que todos parâmetros atendem o valor mínimo recomendado para o bom funcionamento do sistema, sem causar inconvenientes e prejudicar a operação.

7.2.3. Dimensionamento mecânico

Tratando-se de 2 Estações Elevatórias foram dimensionados 2 tipos de bombas distintos, onde cada uma apresenta uma particularidade que será exposto como se chegou ao critério de dimensionamento do tipo de bomba a ser empregado.

A EEE 1 apresenta uma vazão afluenta baixa recebendo apenas o esgoto proveniente da sub-bacia 1, em que a mesma apresenta a bomba com potência de 1,00 cv (grandeza obtida a partir de observação do gráfico da curva do sistema), contando ainda com o conjunto motor-bomba do tipo submersível, e proteção com cesto retentor de sólidos. A Figura 42 ilustra a bomba escolhida para a situação.

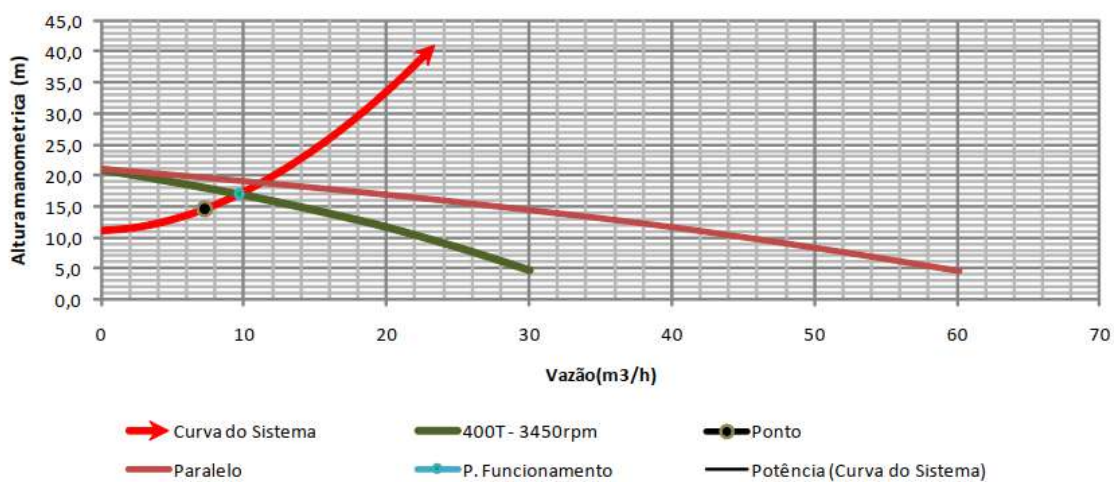
Figura 42- Bomba ABS robusta Sulzer



Fonte: Mérito Comercial (2020)

A Figura 43 ilustra a curva característica do sistema, que determinou o ponto de trabalho da bomba com base nas variáveis que influenciam diretamente no tipo de bomba a ser escolhido.

Figura 43- Curva característica da bomba da EEE 1
Análise do Sistema



Fonte: Agência Tocantinense de Saneamento (2012)

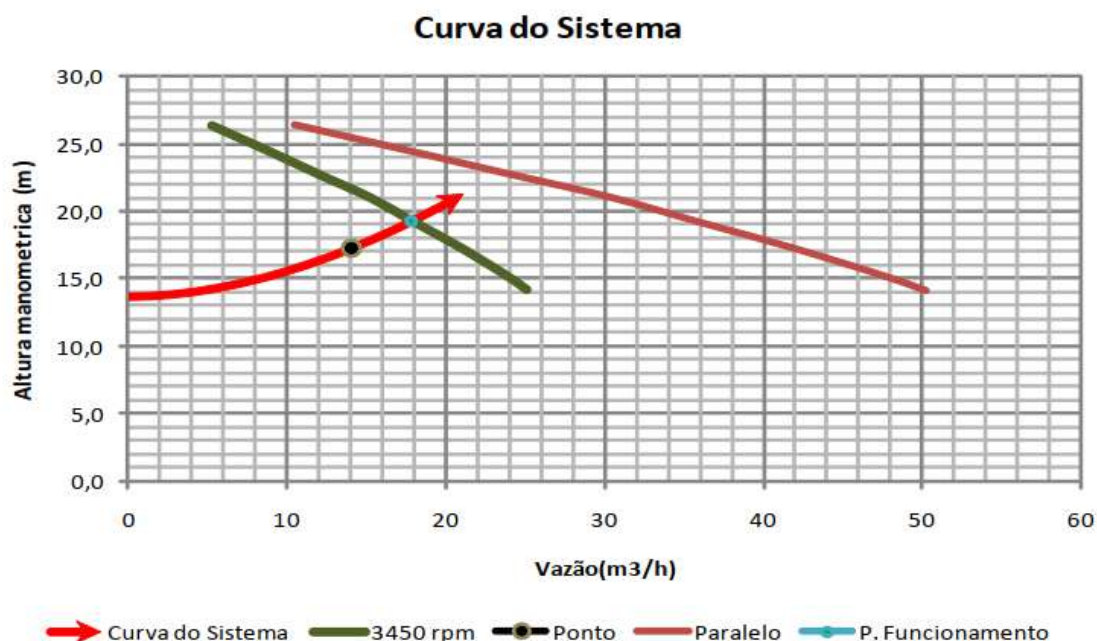
A EEE 2 foi projetada para receber todo esgoto proveniente da sub-bacia 1 e 2, com conjunto motor-bomba do tipo re-autoescorvante da marca IMBIL e modelo E 1-1/2, em que apresentará uma potência consumida de 2,62 cv e será instalado uma bomba com capacidade para 3,00 cv, além de ser uma bomba instalada em poço seco, contando também com um cesto retentor de sólidos, a Figura 44 ilustra a bomba escolhida.

Figura 44- Bomba IMBIL E 1-1/2



Fonte: IMBIL (2020)

A Figura 45 ilustra a curva característica do sistema, com a determinação do ponto de trabalho, levando em consideração as grandezas físicas que nortearam no tipo de bomba a ser adotado no sistema.

Figura 45- Curva característica da bomba da EEE 2

Fonte: Agência Tocantinense de Saneamento (2012)

No replanilhamento da rede, a checagem da vazão chegou a um novo cálculo de potência da bomba. E como é recomendado por diversas literaturas que haja uma folga entre a potência calculada e potência instalada, chegou-se aos seguintes valores para elevatória 1 $P = 1,52$ cv (com folga de 50% para potência menor que 2 cv) e para elevatória 2 $P = 2,98$ cv (com folga de 30% para bombas entre 2 e 5 cv).

Finalizando a análise, constatou-se que por ser um sistema pequeno e de uma localidade de difícil acesso, o estudo deveria ter atentado a escolha das bombas da mesma marca e de preferência horizontais a serem instaladas em poço seco, facilitando a logística de manutenção com as rotinas operacionais similares e simplificadas.

7.3. Caracterização geotécnica

Quando se trata dos aspectos geológicos, encontramos uma região com a presença de um grande percentual de areia na composição do solo, característica aferida de forma visual através de levantamento realizado *in loco*, que foram identificados pelo método tátil visual, conforme conferência no local de coleta das

amostras e verificação preliminar das condições de manuseio em laboratório. A Figura 46 e 47 ilustra a realização do ensaio.

Figura 46– Amostra de solo



Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

Figura 47– Amostra de solo peneirado



Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

A Figura 48 ilustra a característica do solo no local da coleta, apontando claramente que o mesmo é arenoso e ausente de propriedades plásticas.

Figura 48– Análise tátil visual *in loco*



Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

7.4. Estação de Tratamento

Com base na verificação do Projeto Ambiental do SES (que pode ser caracterizado como um estudo de concepção), pôde-se ver quais critérios foram utilizados para a escolha do tipo de tratamento a ser empregado e quais condicionantes nortearam as escolhas.

7.4.1. Lagoa de estabilização

Observamos o projeto da estação e verificamos que foi adotada a lagoa de estabilização na variante facultativa, em que a justificativa descrita foi a disponibilidade de área presente no município, seguida da condição climática favorável relacionada à temperatura média do ar (no mês mais frio).

Segundo Arceirvala (1981 *apud* Von Sperling, 2005) o que torna a escolha da lagoa facultativa atrativa para se implantar em pequenos núcleos

populacionais é a simplicidade e confiabilidade operacional, os terrenos geralmente apresentam preços baixos, o clima no Brasil é adequado e o tratamento não requer automatização e/ou capacitação de equipes de operação, a Figura 49 expõe o esquema desse tipo de variante.



Fonte: Lógica ambiental (2020)

7.4.2. Aspectos construtivos e operacionais da lagoa

A construção da lagoa requer atendimento de algumas condicionantes visando à economicidade na execução e funcionalidade durante a operação, levando em consideração os aspectos da área para que seja definido o tipo de lagoa a ser adotado, seguido da melhor logística para o transporte do esgoto, além da análise topográfica para analisar os movimentos de terra.

A lagoa apresenta o projeto de cortes e aterros a serem empregados em busca de deixar quantificados os volumes a serem executados, onde foi otimizada a melhor solução técnico-econômica.

Segundo apurado junto à literatura, pode-se verificar que em terrenos arenosos o talude requer atendimento de inclinações diferentes para bordas internas e externas, em que o projeto não levou em conta a composição geológica da localidade e não adotou valores adequados aos solos arenosos, na qual se usou uma inclinação de 1:2 no talude interno, sendo o usual 1:3 a 1:6 e uma inclinação de 1:1,5 no talude externo, sendo o indicado 1:5 a 1:8, necessitando de um estudo detalhado e correção no projeto apresentado, já que as areias não apresentam coesão entre as partículas.

Analisando furos de sondagem que foram feitos em junho/2012, no período de estiagem e mesmo assim o nível d'água na área da estação está entre 1,39 à 1,76 m de profundidade, logo será necessário refazer a o ensaio no mês de

fevereiro ou de março, pois é o período de chuvas intensas na região, para verificar o nível no período.

Em função da informação do nível d'água, no inverno a água tenderá a aflorar, ou o fenômeno poderá vir a ser causado em uma possível escavação, por conta do alívio de tensões no solo, em que a água tenderá a subir por capilaridade, tudo isso poderá comprometer o processo de tratamento.

A área selecionada não é adequada para o processo de lagoa de estabilização com a escavação do solo, entretanto, precisa apurar os quantitativos e o custo de construção ao implantar a lagoa com material proveniente de jazida, fazendo a mesma acima do solo exclusivamente via processo de aterro.

Operacionalmente a lagoa terá um impacto de gestão de pessoal muito baixo por causa da população, porte da lagoa e pouca mão de obra qualificada no processo, entretanto independente do processo de tratamento adotado, a ETE deve ter o acompanhamento do responsável técnico, que irá apresentar ART (Anotação de Responsabilidade Técnica) ao órgão ambiental.

7.4.3. Impermeabilização

Para realizar a impermeabilização da lagoa foi adotada a geomembrana em PEAD de 2 mm, motivado pelo fato da região apresentar um solo arenoso, conforme apontado na literatura e nos laudos de sondagem fornecidos, a Figura 50 ilustra o sistema projetado para a situação.

Figura 50- Impermeabilização com geomembrana PEAD 2 mm



Fonte: Portal Saneamento Básico (2020)

7.5. Lançamento do efluente

Para fins de garantia na eficiência do tratamento sem que haja comprometimento do meio ambiente, serão estabelecidos critérios de avaliação do efluente, apurando as características quando o mesmo chega à estação e quando sai da lagoa, além de realizar o monitoramento do corpo receptor na jusante e montante do ponto de lançamento de forma a monitorar o acompanhamento do manancial ao receber o efluente tratado.

7.5.1. Caracterização do Corpo Receptor

Para lançamento do efluente tratado, a escolha do projeto foi o lançamento via emissário no Rio Soninho, sendo este um rio de grande importância para o turismo regional e conservação do bioma dentro do Parque Estadual, na Figura 51 está exposto o rio nas condições de cheia.

Figura 51- Rio Soninho



Fonte: Autoria Própria (2020)

Cabe salientar que o rio pertence à bacia do Tocantins-Araguaia, em que apresenta uma estação fluviométrica localizada na Chácara Alecrim, no próprio município de São Félix do Tocantins, sob responsabilidade da Companhia de

Pesquisa de Recursos Minerais-CRPM, na latitude -10.1819 e longitude -46.6675 , a uma altitude de 360m, com área de drenagem de 2079 Km² e vazão de 17,72 m³/s.

Em análise preliminar e pesquisa junto à Secretaria de Meio Ambiente do Estado do Tocantins, não houve uma classificação do rio de acordo com a resolução nº 357/2005 do CONAMA, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água, em que o mesmo estabelece no Artigo 42 que enquanto não há enquadramento, o corpo receptor deve ser considerado como Classe 2.

7.5.2. Características do Corpo Receptor na cheia

De acordo com a Resolução CONAMA 357/2005 que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e enquadramento, foi feita uma análise de parâmetros do corpo receptor previsto, confrontando com a classificação especificada no estudo de concepção, e analisando se as variáveis poderiam sofrer impactos significativos com o lançamento do efluente tratado.

Para isso foram repetidos 3 vezes os ensaios para se fazer uma comparação com os dados obtidos e ver se teriam divergências entre si, além de descrever que tais dados foram baseados na água de cheia por estar na estação chuvosa.

Para a cor verdadeira foi obtida uma média de 50,33 mg Pt-Co/L, o que significa que ela está dentro do aceito para a classe do rio, já que este recomenda que seja de até 75 mg Pt-Co/L, correspondendo à 67,1% do limite superior estabelecido, conforme dados demonstrados na Tabela 9.

Tabela 9- Resultados do ensaio de cor verdadeira

AMOSTRA	VALOR
AMOSTRA 1	49
AMOSTRA 2	51
AMOSTRA 3	51
MÉDIA	50,33

Fonte: Autoria Própria (2020)

Com relação ao pH da água foram obtidos dados variando de 6,75 a 6,81 o que indica que a grandeza se encontra no limite estabelecido, podendo-se dizer que a água tem um comportamento neutro por estar próximo à 7,0 e

apresentar um percentual de 75 % do limite superior estabelecido, em relação ao menor pH obtido, conforme dados demonstrados na Tabela 10.

Tabela 10- Resultados do ensaio de pH

AMOSTRA	VALOR
AMOSTRA 1	6,81
AMOSTRA 2	6,75
AMOSTRA 3	6,81

Fonte: Autoria Própria (2020)

O ensaio de sólidos totais conseguiu constatar uma média de 41,33 mg/L estando esse bem abaixo do limite da resolução, correspondendo à 8,27% do valor máximo atribuído que é de 500 mg/L, conforme dados demonstrados na Tabela 11.

Tabela 11 - Resultados do ensaio de sólidos totais em mg/L

AMOSTRA	VALOR
AMOSTRA 1	42
AMOSTRA 2	41
AMOSTRA 3	41
MÉDIA	41,33

Fonte: Autoria Própria (2020)

O ensaio de turbidez, que conseguiu apurar uma média de 2,75 NTU, ou seja outro valor bem abaixo do limite da resolução, sendo este de apenas 2,75% do valor máximo, conforme dados demonstrados na Tabela 12.

Tabela 12- Resultados do ensaio de turbidez em NTU

AMOSTRA	VALOR
AMOSTRA 1	2,85
AMOSTRA 2	2,46
AMOSTRA 3	2,95
MÉDIA	2,75

Fonte: Autoria Própria (2020)

Entretanto os ensaios só foram realizados com parâmetros da água da estação chuvosa, necessitando dos dados da estiagem para compreender melhor as propriedades do corpo receptor, uma vez que tal estação seria a fase mais crítica do rio e sua caracterização forneceria uma modelagem mais delineada do manancial.

8. CONCLUSÕES

Com o estudo realizado a cerca do sistema de esgotamento sanitário proposto para São Félix do Tocantins, ficou constatado que o mesmo precisa avançar em vários pontos para de ter um projeto básico apto a ser licitado, seguindo-se o fluxo adotado pela administração pública e dessa forma ter o sistema implantado de fato na municipalidade, sem que esteja mal projetado e cause danos ao erário público, logo se conclui que:

1. Há a necessidade de georreferenciamento para saber a posição dos lotes e do arruamento, determinando a rede coletora com mais precisão, além de entender melhor o Plano Diretor Municipal;
2. O diâmetro nominal de 100 mm atende as exigências da norma quando ao nível da lâmina líquida e velocidade crítica, além do critério de tensão trativa.
3. O projeto da EEE necessita de ser detalhado, contemplando a posição das tubulações, por ser adotada fundação do tipo radier;
4. O poço úmido necessita ser detalhado com informações relativas à especificação técnica do concreto (classe de resistência, tempo mínimo de cura e prazo de desforma), além de descrever o recobrimento e bitola das armaduras;
5. Dada à agressividade dos efluentes, o projeto necessita de um detalhamento quanto à impermeabilização;
6. Na checagem realizada com base na representação gráfica fornecida e nas fórmulas contidas no memorial de cálculo foram observados os critérios utilizados, bem como se os resultados atendiam e propiciavam o bom funcionamento do sistema.
7. O estudo deveria contemplar bombas do tipo horizontal instaladas em poço seco para facilitar a manutenção e operação, além de ser adotado o mesmo fornecedor para ambas elevatórias;
8. As elevatórias precisam de um projeto urbanístico para facilitar a logística de acesso e operação tanto de operadores como de veículos;

9. Há ausência de um ponto de água fria dentro da estação para fins de higienização dos operadores;
10. A escolha do processo do tratamento do esgoto apresentada ficou confusa, pois não ficou claro quanto ao Projeto Ambiental do sistema, que descreve na etapa de tratamento que o efluente passe pelo tratamento preliminar, seguindo para uma lagoa anaeróbia e logo após esse tratamento primário é direcionado para a lagoa facultativa, tendo a mesma como tratamento secundário, mas a representação gráfica mostra apenas uma lagoa facultativa única.
11. A partir dos dados de nível de água na área da ETE, fica evidente que a lagoa precisa ser instalada sem escavação, ou seja, a lagoa a ser implantada deve ter seus taludes elevados a partir da cota do terreno atual, de maneira a se prevenir o efeito da capilaridade, visto que o lençol freático pode aflorar, comprometendo a implantação da ETE, mesmo adotando a impermeabilização com manta.
12. Sendo assim a solução adotada atende ao projetado, contribui para o controle tecnológico do tratamento de forma efetiva, porém para deixar detalhado e claro durante a execução é necessário que seja feito um projeto de impermeabilização da lagoa, já que ficou especificada apenas a espessura da geomembrana, sem maiores detalhes de sarjetas de concreto, por exemplo.
13. Precisa sanar as inconsistências entre o texto e a representação gráfica.

9. RECOMENDAÇÕES DE TRABALHOS FUTUROS

- Trabalho de classificação do corpo receptor de acordo com o CONAMA 357/2005 e CONAMA 430/2011;
- Caracterizar o rio durante a estiagem para verificar as características físico-químicas;
- Fazer a caracterização geotécnica do solo em busca de ter o conhecimento do mesmo e sirva de base para o planejamento da escavação;
- Realizar um dimensionamento padrão para elevatórias de pequeno porte;

REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

APHA, 2012. Standard Methods For The Examination Of Water And Wastewater, 22nd Ed.: American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. Washington, DC.

ARCEIRVALA, S.J (1981). Wastewater treatment and disposal. Engineering and ecology in pollution control. New York, Marcel Dekker. 892p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 9648: Estudo de Concepção de sistemas de esgoto sanitário: Procedimento. Rio de Janeiro, ABNT, 1986.

AZEVEDO NETTO, José Martiniano de, **Manual de hidráulica** / José Martiniano de Azevedo Netto; coordenação Roberto de Araújo; coautores Miguel Fernandes y Fernandez, Acácio Eiji Ito. 9ª edição- São Paulo: Blucher, 2015.

BRASIL. **Constituição** (1988). **Constituição** da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: **Senado Federal**: Centro Gráfico, 1988. 292 p.

CAMMAROTA, Magali Crhist. **Notas de Aula: Tratamento de Efluentes Líquidos**. UFRJ. Disponível em: <http://www.eq.ufrj.br/docentes/magalicammarota/2013/eqb485.pdf>>. Acesso em: 01 Mar. 2021.

CAPUTO, Homero Pinto. **Mecânica dos solos e suas aplicações**. 6ª Edição. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos S.A

CARVALHO, Pedro Alexandre Sawaya de. **Manual de geotecnia: Taludes de rodovias: Orientação para diagnóstico e solução de seus problemas**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1991.

CHAGAS, Luiz Roberto Batista, **Engenharia da construção: obras de grande porte**/ Luiz Roberto Batista Chagas. – São Paulo: Pini, 2008.

CRAIG, **mecânica dos solos**/ R. F. Craig; tradução Amir Kurban. – Rio de janeiro: LTC, 2007

CRESPO, Patrício Gallegos, **Elevatórias nos sistemas de esgotos/** Patrício Gallegos Crespo. – Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2001. 290p.

CRESPO, Patrício Gallegos, **Sistemas de Esgotos/** Patrício Gallegos Crespo.- Belo Horizonte: Ed. UFMG; Departamento de Engenharia sanitária e Ambiental da Escola de Engenharia da UFMG, 1997. 131p.

DACACH. Nelson Gandur, 1925- **Tratamento primário de esgoto/** Nelson Gandur Dacach. – Rio de Janeiro: EDC – Ed. Didática e Científica, 1991.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Terraplenagem- Cortes. Especificação de serviços.** Disponível em: < http://www1.dnit.gov.br/normas/download/Terraplenagem_cortes.pdf > Acesso em: 18 nov. 2019.

FILHO, Oswaldo Augusto. VIRGILI, José Augusto. Estabilidade de Taludes. Associação Brasileira Geologia de Engenharia. **Geologia de Engenharia.** São Paulo: Oficina de Textos, 1998. Capítulo 15.

FIORI, Alberto Pio, 1950- **Fundamentos de mecânica dos solos e das rochas: aplicações na estabilidade de taludes/** Alberto Pio Fiori, Luigi Carmignani. – 2. Ed. ver. e ampl.- Curitiba: Ed. UFPR, 2009

FONSECA, José Saraiva da. **Metodologia da pesquisa científica./** José Saraiva da Fonseca. Fortaleza: UECE, 2002. Apostila.

FUNASA. **Manual de saneamento.** 3ª ed. rev. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006. 408 p.

FUNASA. **Operação e manutenção de tanques sépticos- lodo: Manual de boas práticas e disposição do lodo acumulado em filtros plantados com macrófitas e desinfecção por processo térmico.** 1ª ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2014. 32 p.

GEOANALISYS, **Conheça os principais tipos de solos e suas fundações mais aconselháveis.** Disponível em: <<https://www.geoanalysys.com/noticias-sobre->

geofisica/conhec%CC%A7a-os-principais-tipos-de-solo-e-suas-fundac%CC%A7o%CC%83es-mais-aconselháveis/ > Acesso em: 19 nov. 2019.

GERHARDT, Tatiana Engel. SILVEIRA, Denise Tolfo Silveira. Métodos de pesquisa./ [organizado por] Tatiana Engel Gerhardt e Denise Tolfo Silveira; coordenado pela Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFGRS e pelo Curso de Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFGRS. – Porto Alegre: Editora da UFGRS, 2009. 120p.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.**/ Antônio Carlos Gil. –4. Ed. –São Paulo: Atlas,2002.

IMBIL. **Imbil**, 2019. Linha E/ EP Re-autoeskorvante. Disponível em: <http://www.imbil.com.br/Imbil/Ingles/Upload/Catalogos/E_EP.pdf>Acesso em: 21 nov. 2020.

IMHOFF, Karl R. **Manual de tratamento de águas residuárias**/ Karl R. Imhoff; tradutor Max Lothar Hess– São Paulo: Edgard Blücher, 1996.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), **Histórico do município de São Félix do Tocantins**, 2019 <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/to/sao-felix-do-tocantins/historico>>. Acesso em 23 de março de 2019

INSTITUTO TRATA BRASIL (ITB). **O que é Saneamento?** 2019. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/saneamento/o-que-e-saneamento>> Acesso em: 19 ago. 2019.

IWASA, Oswaldo Yujiro. FENDRICH, Roberto. Controle de Erosão Urbana. Associação Brasileira Geologia de Engenharia. **Geologia de Engenharia**. São Paulo: Oficina de Textos, 1998. Capítulo 16.

JORDÃO, Eduardo Pacheco. PESSÔA, Constatino Arruda. **Tratamento de esgotos domésticos**./ Eduardo Pacheco Jordão, Constatino Arruda Pessoa. –3. Ed. – Rio de Janeiro: ABES, 1995. 720p.

JÚNIOR, Arlindo Philippi. **Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. 1ª Edição. Barueri: Manole, 2004.

JUNIOR, Nelson Infanti. FILHO, Nilton Fornasari. Processos de Dinâmica Superficial. Associação Brasileira Geologia de Engenharia. **Geologia de Engenharia**. São Paulo: Oficina de Textos, 1998. Capítulo 9.

LA ROVERE, Emílio Lebre. et. al. **Manual de auditoria ambiental para estações de tratamento de esgotos domésticos**. 3ª Edição. Rio de Janeiro, 2002.

_____. Lei Federal nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. **Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm>. Acesso em: 18 set. 2019 a.

MASSAD, Faíçal. **Obras de terra: curso básico de geotecnia/** Faíçal Massad. – 2. Ed – São Paulo: Oficina de textos, 2010.

MÉRITO COMERCIAL. **Mérito comercial**, 2019. Bomba Submersível Abs Sulzer Robusta 400T 1,0 Cv Trifásica 220V. Disponível em: <<https://www.meritocomercial.com.br/bomba-submersivel-abs-sulzer-robusta-400t-10-cv-trifasica-220v-20020104025-p1017059>>. Acesso em: 03 dez. 2020.

Nova ETE: lagoa de aeração recebe manta de revestimento de solo em Araras/SP. Portal Saneamento Básico, 2019. Disponível em: <<https://www.saneamentobasico.com.br/lagoa-de-aeracao-recebe-manta-revestimento/>>. Acesso em: 21 nov. 2020.

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

O que é radier?. **Escola de engenharia**, 2019. Disponível em: <<https://www.escolaengenharia.com.br/radier/>> Acesso em: 05 fev. 2021.

REBELLO, Yopanan Conrado Pereira, 1949- **Fundações: guia prático de projeto, execução e dimensionamento/** Yopanan C.P. Rebello.- São Paulo: Zigurate Editora, 2008.

RECESA. **Esgotamento sanitário: Projetos e construção de sistemas de esgotamento sanitário: guia do profissional em treinamento.** 2ª Edição. Salvador: Rede Nacional de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental, 2008. 183 p.

RICARDO, Hélio de Souza. **Manual prático de escavação: terraplanagem e escavação de rocha/** Hélio de Souza Ricardo, Guilherme Catalani. – 3. Ed. ver. e ampl. –São Paulo: Pini, 2007.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS), **Diagnóstico anual de água e esgoto.** Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos>> Acesso em: 19 nov. 2019.

TOCANTINS, Governo do Estado. **Encantos do Jalapão** <<https://turismo.to.gov.br/regioes-turisticas/encantos-do-jalapao/>>. Acesso em 23 de março de 2019.

TSUTIYA, Milton Tomoyuki. **Coleta e transporte de esgoto sanitário/** Milton Tomoyuki Tsutiya, Pedro Alem Sobrinho- 1ªed.- São Paulo: Departamento de Engenharia hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1999. 548p.

VASCONCELOS, Elizeu. **LógicAmbiental**, 2016. Lagoa Facultativa. Disponível em: <<https://www.logicambiental.com.br/lagoa-facultativa/>> Acesso em: 29 jan. 2021.

WIKIPÉDIA. **São Félix do Tocantins.** [S.l.] [2020?] Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/S%C3%A3o_F%C3%A9lix_do_Tocantins> Acesso em: 29 jan. 2021.

YAZIGI, Walid. **A técnica de edificar.** 10ª Edição. São Paulo: Pini, 2009VON SPERLING, M. **Introdução a Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos.**

Livro. Belo Horizonte. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – DESA. Universidade Federal de Minas Gerais. 2005.

ANEXO A- Croqui de Locação dos Furos

Croquis de locação

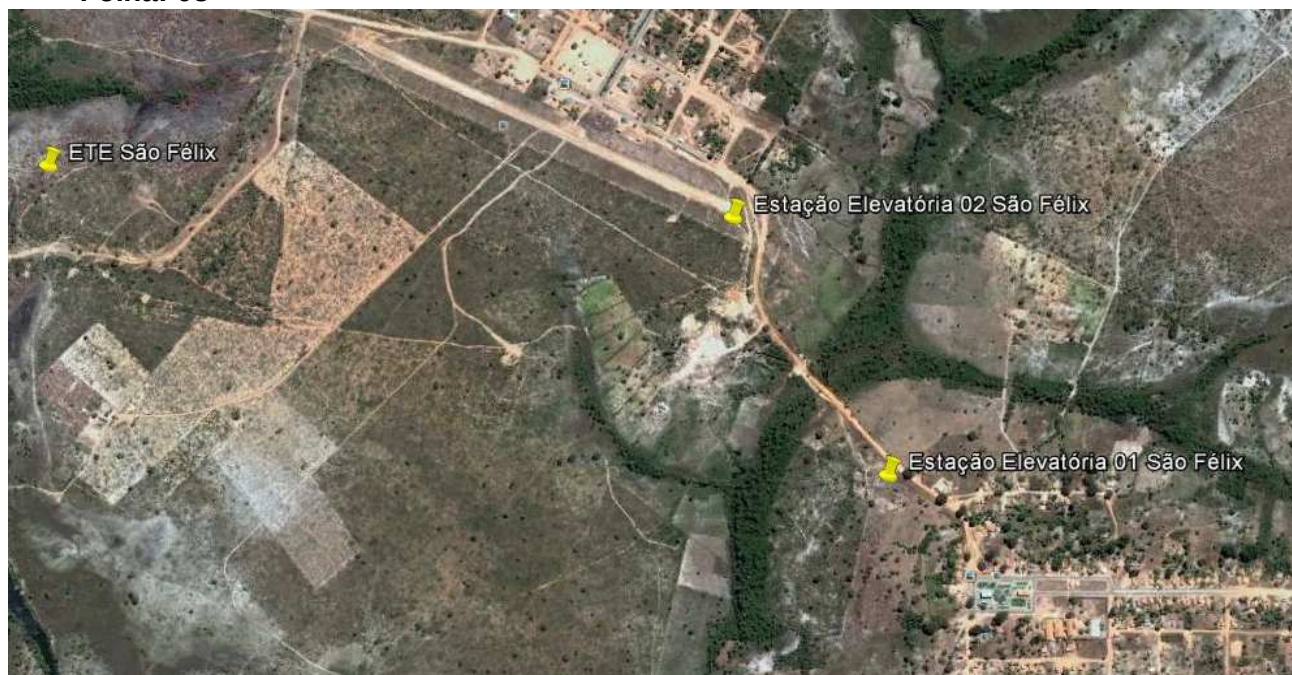
Sem escala

Companhia de Saneamento do Tocantins

Estação de tratamento de esgoto

São Félix do Tocantins - TO

Folha: 03



Referências Normativas

NBR 6484/2001 Solo - Sondagens de simples reconhecimento com SPT - Método de ensaio

NBR 6502/1995 Rochas e solos - Terminologia

NBR 7181/1984 Solo - Análise granulométrica - Método de ensaio

NBR 8036/1983 Programação de sondagens de simples reconhecimento dos solos para fundações de edifícios - Procedimentos

NBR 13441/1995 Rochas e solos - Simbologia

NBR 13895 Construção de Poços de monitoramento e amostragem

ou

Engº Paulo Henrique Cordeiro

Engº Edvaldo José Cordeiro

ANEXO B- Laudo de sondagem EEE 1

LAUDO DE SONDAGEM

site: www.tecnica.eng.br/
email: tecniceng@gmail.com

Interessado:	Companhia de Saneamento do Tocantins	Furo:	SP 02 A
Obra:	Estação Elevatória 01	Folha:	08
Local obra:	São Félix do Tocantins - TO	Data do Laudo:	18/06/12

Descrições do amostrador: Diâmetro externo = 2 1/2" Peso batente= 65 Kg Diâmetro do Revestimento = 2 1/2"
Diâmetro interno = 1 3/8" Altura da queda = 75 cm Diâmetro da Haste = 1"

Profundidade	Nº da Amostra	N.A. 24 h	1º+2º	2º+3º	1º e 2º penetração					2º e 3º penetração					*Consistência / **Compacidade	Descrição do Solo
					10	20	30	40	50	10	20	30	40	50		
-1,00	01															Silte arenoso amarelo.
-2,00	02		16	20											dura*	Silte argiloso variegado.
-2,45	03		33	34											dura*	
																Deslocado 2,0m do furo SP02

Nível d'água :	Não foi alcançado	Cota do Furo:	Elevação 376	m
Data do N.A.:	06/06/12	Prof. da sondagem:	2,45	m
Coordenadas:				
Engº Resp.: Paulo Henrique Cordeiro - Crea TO 180511/D			Equip: GPS12 Garmin	

LAUDO DE SONDAGEM

site: www.tecnica.eng.br/
email: tecniceng@gmail.com

Interessado:	Companhia de Saneamento do Tocantins	Furo:	SP 02 B
Obra:	Estação Elevatória 01	Folha:	09
Local obra:	São Félix do Tocantins - TO	Data do Laudo:	18/06/12

Descrições do amostrador: Diâmetro externo = 2 1/2" Peso batente= 65 Kg Diâmetro do Revestimento = 2 1/2"
Diâmetro interno = 1 3/8" Altura da queda = 75 cm Diâmetro da Haste = 1"

Profundidade	Nº da Amostra	N.A. 24 h	1º+2º	2º+3º	1º e 2º penetração					2º e 3º penetração					*Consistência / **Compacidade	Descrição do Solo
					10	20	30	40	50	10	20	30	40	50		
-1,00	01															Silte arenoso amarelo.
-2,00	02		15	20											compacta**	Silte argiloso variegado.
-3,00	03		33	36											compacta**	
																Deslocado 2,0m do furo SP02

Nível d'água :	Não foi alcançado	Cota do Furo:	Elevação 376	m
Data do N.A.:	06/05/12	Prof. da sondagem:	2,45	m
Coordenadas:				
Engº Resp.: Paulo Henrique Cordeiro - Crea TO 180511/D			Equip: GPS12 Garmin	

ANEXO C- Laudo de sondagem EEE 2

ANEXO D- Laudo de sondagem ETE

LAUDO DE SONDAGEM

site: www.tecnica.eng.br/
email: tecniceng@gmail.com

Interessado:	Compnhia de Saneamento do Tocantins	Furo:	SP 01 B
Obra:	Estação de Tratamento de Esgoto	Folha:	06
Local obra:	São Félix - TO	Data do Laudo:	18/06/12

Descrições do amostrador:

Diâmetro externo = 2 1/2"

Peso batente= 65 Kg

Diâmetro do Revestimento = 2 1/2"

Diâmetro interno = 1 3/8"

Altura da queda = 75 cm

Diâmetro da Haste = 1"

Profundidade	Nº da Amostra	N.A. 24 h	1º+2º	2º+3º	1º e 2º penetração					2º e 3º penetração					*Consistência / **Compacidade	Descrição do Solo
					10	20	30	40	50	10	20	30	40	50		
-1,00	01															Areia fina cinza com presença de material orgânico.
-2,00	02		4	4											fofa**	Areia silto-argilosa variegado.
-3,00	03		17	19											compacta**	Silte areno-argiloso variegado.
-3,45	04		28	32											compacta**	
																Deslocado 2,0m do furo SP01

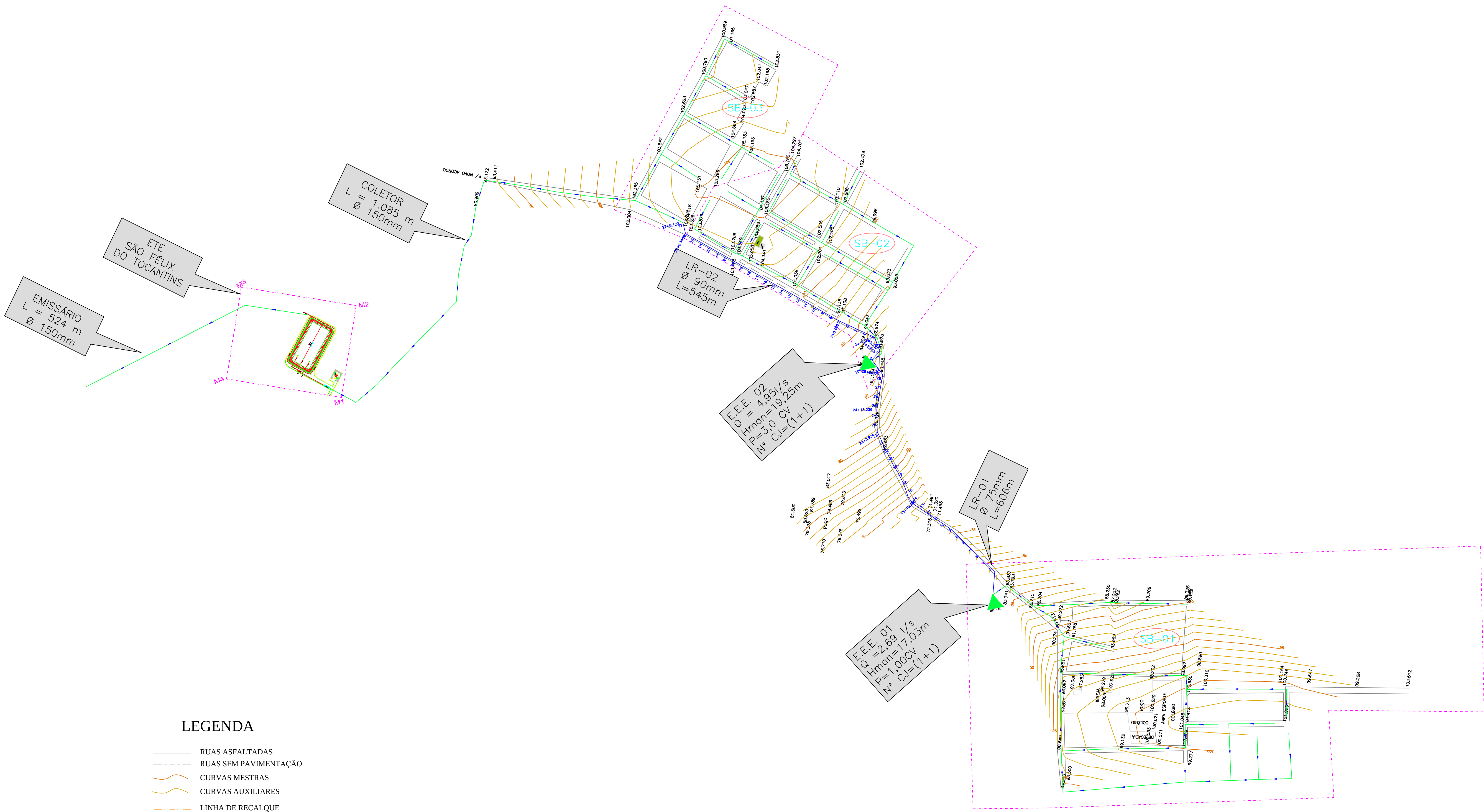
Nível d'água :	2,15 m	Cota do Furo:	Elevação 372 m
Data do N.A.:	05/06/12	Prof. da sondagem:	3,45 m
Engº Resp.: Paulo Henrique Cordeiro - Crea TO 180511/D		Equip: GPS12 Garmin	

ANEXO E- Planta Georreferenciada



REV.	DATA	ALTERAÇÕES	EXECUTADO POR	ARTICULAÇÃO	NOTAS	EXECUTADO POR	AGOSTO/2012	AGÊNCIA TOCANTINENSE DE SANEAMENTO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	LOCALIDADE: SÃO FELIX DO TOCANTINS –TO		Nº 1.0 FL. 01/01 ESCALA 1:4500
						DES.:	AGOSTO/2012				
						PROJ.:					
						ASS.:	AGOSTO/2012				
						PROJ.:					
						ASS.:					

ANEXO F– Concepção da rede



- LEGENDA**
- RUAS ASFALTADAS
 - - - - - RUAS SEM PAVIMENTAÇÃO
 - ~ CURVAS MESTRAS
 - ~ CURVAS AUXILIARES
 - - - - - LINHA DE RECALQUE
 - - - - - LIMITE DA ÁREA DO PROJETO (CERCA)
 - SB-0 DENOMINAÇÃO DAS SUB-BACIAS
 - △ ELEVATÓRIA
 - ▶ REDE COLETORA

REV.	DATA	ALTERAÇÕES	EXECUTADO POR	ARTICULAÇÃO	NOTAS	EXECUTADO POR
						DES.: AGOSTO/2012
						PROJ.: AGOSTO/2012
						ASS.: CREA:
						ASS.: CREA:

AGÊNCIA TOCANTINENSE DE SANEAMENTO
SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

CONCEPÇÃO

LOCALIDADE: SÃO FELIX DO TOCANTINS –TO

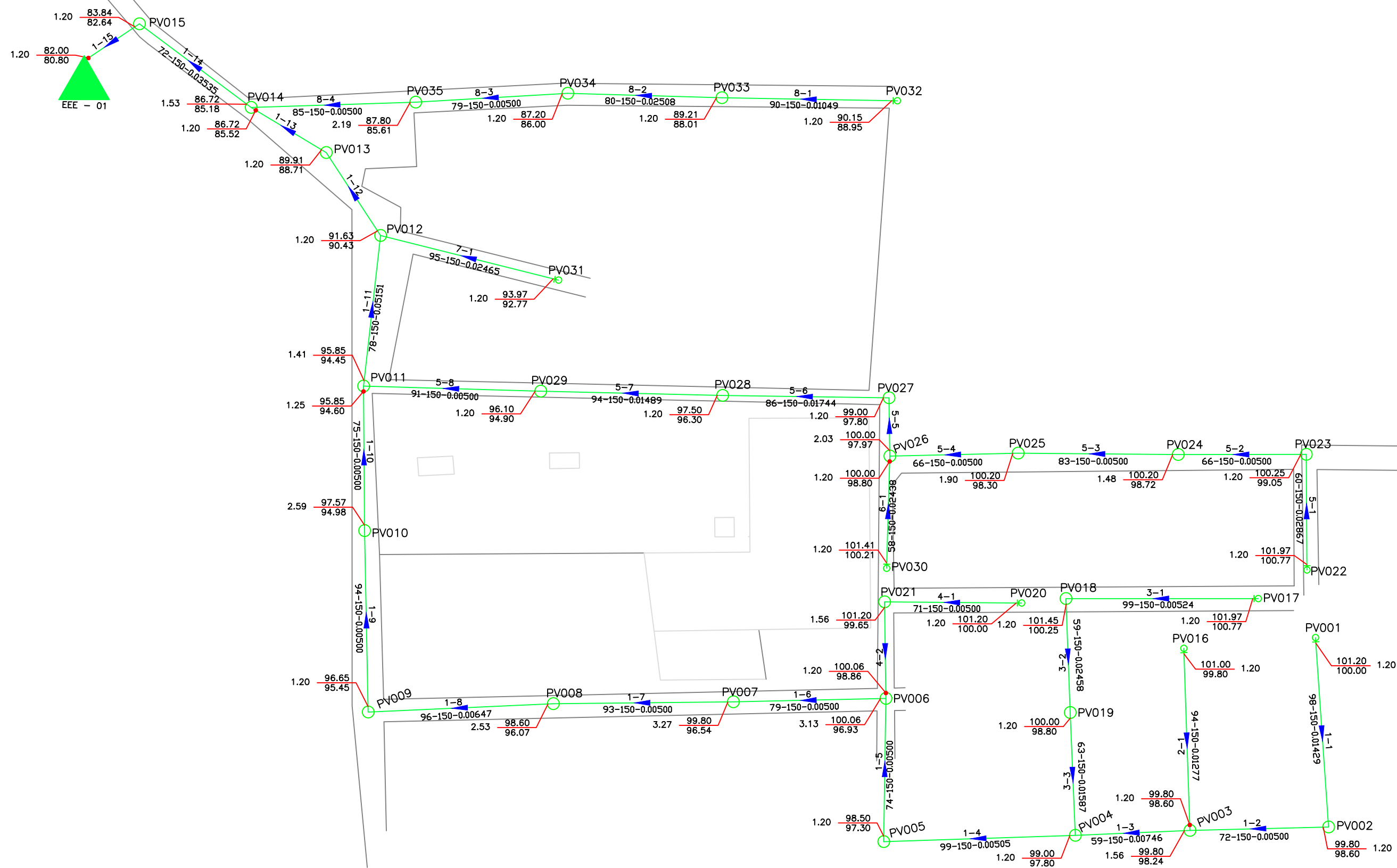
2.0

02

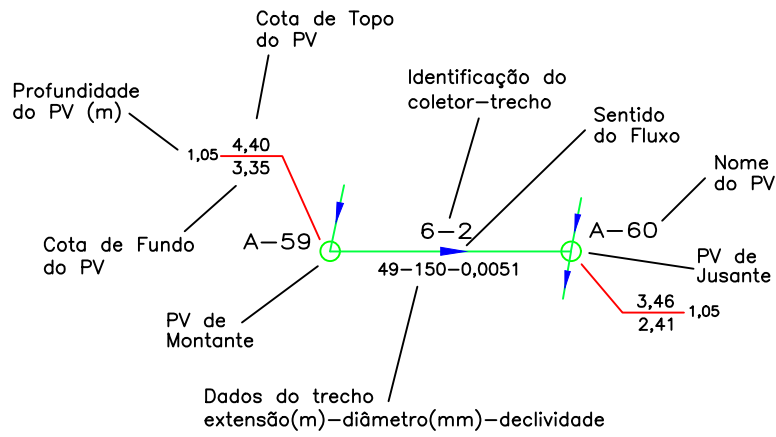
01/01

ESCALA
1:4500

ANEXO G– Rede de esgotamento proposta (Sub-bacia 1)



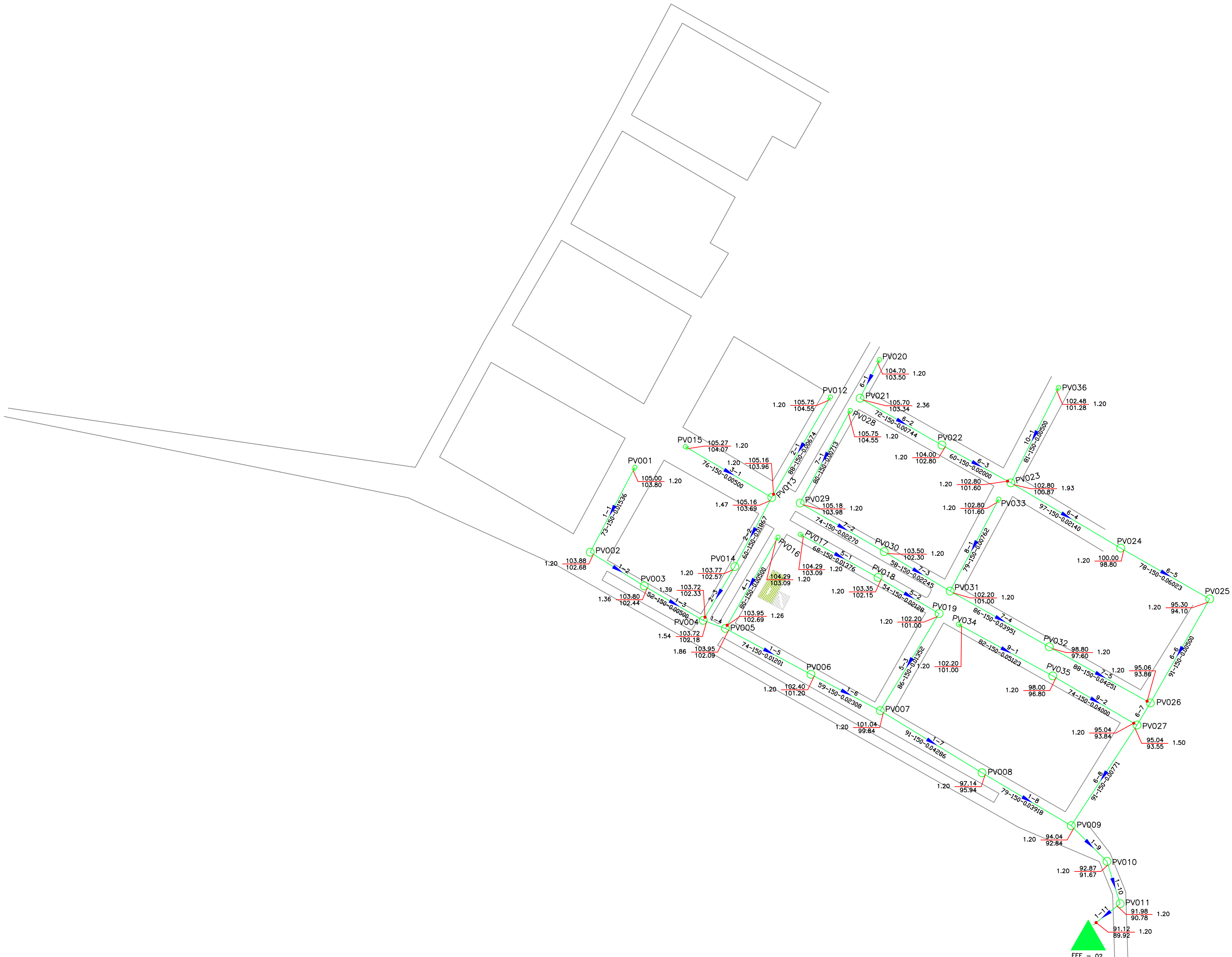
LEGENDA



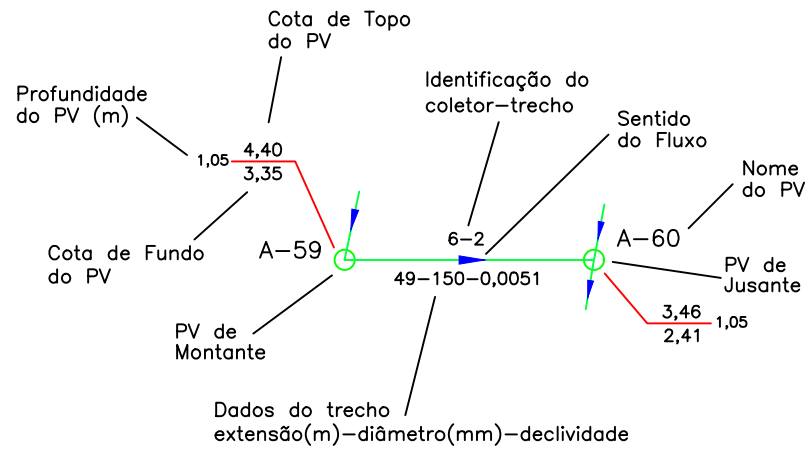
OS DADOS NÃO COTADOS ESTÃO APRESENTADOS NA PLANILHA DE TRECHOS DA REDE COLETORA A EXECUTAR

REV.	DATA	ALTERAÇÕES	EXECUTADO POR	ARTICULAÇÃO	NOTAS	EXECUTADO POR		AGÊNCIA TOCANTINENSE DE SANEAMENTO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO		Nº	3.1
						DES.:	AGOSTO/2012			Nº	FL.
						PROJ.:				03	01/01
						ASS.	CREA:			ESCALA	
						PROJ.:	AGOSTO/2012			1:2000	
						ASS.	CREA:				
REDE COLETORA - SB01								LOCALIDADE: SÃO FELIX DO TOCANTINS -TO			

ANEXO H- Rede de esgotamento proposta (Sub-bacia 2)



LEGENDA



OS DADOS NÃO COTADOS ESTÃO APRESENTADOS NA PLANILHA DE TRECHOS DA REDE COLETORA A EXECUTAR

REV.	DATA	ALTERAÇÕES	EXECUTADO POR	ARTICULAÇÃO	NOTAS	EXECUTADO POR

DES.:	AGOSTO/2012
PROJ.:	
ASS.:	
PROJ.:	AGOSTO/2012
ASS.:	

AGÊNCIA TOCANTINENSE DE SANEAMENTO
SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

REDE COLETORA – SB02

LOCALIDADE: SÃO FELIX DO TOCANTINS –TO



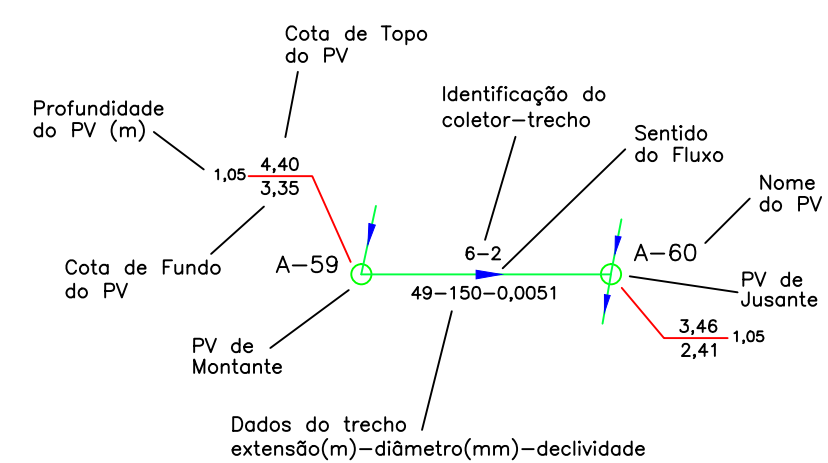
Nº	3.2	
Nº	04	FL.
ESCALA	01/01	
1:2000		

ANEXO I– Rede de esgotamento proposta (Sub-bacia 3)

ANEXO J– Rede de esgotamento proposta (Coletor)

PRF#	CCJ	CTN	PVM
PRF J	CCJ	CTJ	DBS
1200	102.560	103.760	PV001
1200	102.000	103.300	PV002
1200	101.170	102.370	TD 2500
4700	976.070	102.370	PV003
2740	97.260	100.000	
2740	97.260	100.000	PV004
1200	96.300	97.500	
1200	96.300	97.500	PV005
1200	94.300	95.500	
1200	94.300	95.500	PV006
1200	94.600	93.000	
1200	94.600	93.000	PV007
1200	87.600	89.000	
1200	87.600	89.000	PV008
1200	86.300	87.500	
1200	86.300	87.500	PV009
1200	85.600	87.000	
1200	85.600	87.000	PV010
1810	85.490	87.300	
1810	85.490	87.300	PV011
3610	83.100	89.000	
3610	83.100	89.000	PV012
4040	84.770	88.800	
4040	84.770	88.800	PV013
3620	84.280	86.100	
3620	84.280	86.100	PV014
3640	83.960	87.200	
3640	83.960	87.200	PV015
2240	83.660	86.000	
2240	83.660	86.000	PV016
0180	83.320	83.500	FM

LEGENDA



OS DADOS NÃO COTADOS ESTÃO APRESENTADOS NA PLANILHA
DE TRECHOS DA REDE COLETORA A EXECUTAR

REV.	DATA	ALTERAÇÕES	EXECUTADO POR	ARTICULAÇÃO	NOTAS	EXECUTADO POR
						DES.: _____ AGOSTO/2012
						PROJ.: _____
						ASS. _____ CREA:
						PROJ.: _____ AGOSTO/2012
						ASS. _____ CREA:

AGÊNCIA TOCANTINENSE DE SANEAMENTO
SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

COLETOR

LOCALIDADE: SÃO FELIX DO TOCANTINS -TO



N°	3.4
----	-----

N°G	FL.
06	01/0

ESCALA
1:2000

ANEXO K- Planilha de dimensionamento hidráulico (Sub-bacia 1)

SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO																					
DIMENSIONAMENTO DA REDE COLETORA DE ESGOTOS																					
SÃO FELIX DO TOCANTINS - TO - SB01																					

Coletor	PV Mont	PV Jus	Comp	CT Mont	CT Jus	CC Mont	CC Jus	PR Mont	PR Jus	D	Decl	Qconc in	Qconc fim	Qi	Qf	V in	V fim	Vel Cri	Ten Tra	Lam in	Lam fim	OBS
			(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/m)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(m/s)	(m/s)	(m/s)	(Pa)	(%)	(%)	
008-001	PV032	PV033	90	90,152	89,208	88,952	88,008	1,20	1,20	150	0,0105	0	0	0,0449	0,0694	0,67	0,67	2,44	1,761	0,18	0,18	
008-002	PV033	PV034	80	89,208	87,202	88,008	86,002	1,20	1,20	150	0,0251	0	0	0,0848	0,1311	0,91	0,91	2,21	3,469	0,15	0,15	
008-003	PV034	PV035	79	87,202	87,800	86,002	85,607	1,20	2,19	150	0,0050	0	0	0,1242	0,1921	0,52	0,52	2,64	1,000	0,22	0,22	
008-004	PV035	PV014	85	87,800	86,715	85,607	85,182	2,19	1,53	150	0,0050	0	0	0,1666	0,2577	0,52	0,52	2,64	1,000	0,22	0,22	
007-001	PV031	PV012	95	93,969	91,627	92,769	90,427	1,20	1,20	150	0,0247	0	0	0,0474	0,0733	0,91	0,91	2,21	3,423	0,15	0,15	
006-001	PV030	PV026	58	101,414	100,000	100,214	98,800	1,20	1,20	150	0,0244	0	0	0,0290	0,0448	0,90	0,90	2,22	3,394	0,15	0,15	TQ 0.826
005-001	PV022	PV023	60	101,969	100,249	100,769	99,049	1,20	1,20	150	0,0287	0	0	0,0300	0,0463	0,96	0,96	2,18	3,849	0,14	0,14	
005-002	PV023	PV024	66	100,249	100,200	99,049	98,719	1,20	1,48	150	0,0050	0	0	0,0630	0,0972	0,52	0,52	2,64	1,000	0,22	0,22	
005-003	PV024	PV025	83	100,200	100,200	98,719	98,304	1,48	1,90	150	0,0050	0	0	0,1044	0,1612	0,52	0,52	2,64	1,000	0,22	0,22	
005-004	PV025	PV026	66	100,200	100,000	98,304	97,974	1,90	2,03	150	0,0050	0	0	0,1374	0,2121	0,52	0,52	2,64	1,000	0,22	0,22	
005-005	PV026	PV027	30	100,000	99,000	97,974	97,800	2,03	1,20	150	0,0058	0	0	0,1814	0,2800	0,54	0,54	2,60	1,110	0,21	0,21	
005-006	PV027	PV028	86	99,000	97,500	97,800	96,300	1,20	1,20	150	0,0174	0	0	0,2243	0,3464	0,80	0,80	2,30	2,616	0,16	0,16	
005-007	PV028	PV029	94	97,500	96,100	96,300	94,900	1,20	1,20	150	0,0149	0	0	0,2712	0,4189	0,76	0,76	2,34	2,313	0,17	0,17	
005-008	PV029	PV011	91	96,100	95,851	94,900	94,445	1,20	1,41	150	0,0050	0	0	0,3166	0,4891	0,52	0,52	2,64	1,000	0,22	0,22	
004-001	PV020	PV021	71	101,200	101,200	100,000	99,645	1,20	1,56	150	0,0050	0	0	0,0355	0,0548	0,52	0,52	2,64	1,000	0,22	0,22	
004-002	PV021	PV006	50	101,200	100,059	99,645	98,859	1,56	1,20	150	0,0157	0	0	0,0605	0,0934	0,77	0,77	2,33	2,413	0,17	0,17	TQ 1.929
003-001	PV017	PV018	99	101,969	101,450	100,769	100,250	1,20	1,20	150	0,0052	0	0	0,0494	0,0764	0,53	0,53	2,63	1,025	0,22	0,22	
003-002	PV018	PV019	59	101,450	100,000	100,250	98,800	1,20	1,20	150	0,0246	0	0	0,0789	0,1219	0,91	0,91	2,22	3,415	0,15	0,15	
003-003	PV019	PV004	63	100,000	99,000	98,800	97,800	1,20	1,20	150	0,0159	0	0	0,1104	0,1705	0,78	0,78	2,33	2,431	0,17	0,17	
002-001	PV016	PV003	94	101,000	99,800	99,800	98,600	1,20	1,20	150	0,0128	0	0	0,0469	0,0725	0,72	0,72	2,38	2,053	0,18	0,18	DG 0.360
001-001	PV001	PV002	98	101,200	99,800	100,000	98,600	1,20	1,20	150	0,0143	0	0	0,0489	0,0756	0,75	0,75	2,35	2,241	0,17	0,17	
001-002	PV002	PV003	72	99,800	99,800	98,600	98,240	1,20	1,56	150	0,0050	0	0	0,0849	0,1312	0,52	0,52	2,64	1,000	0,22	0,22	
001-003	PV003	PV004	59	99,800	99,000	98,240	97,800	1,56	1,20	150	0,0075	0	0	0,1613	0,2492	0,60	0,60	2,53	1,350	0,20	0,20	
001-004	PV004	PV005	99	99,000	98,500	97,800	97,300	1,20	1,20	150	0,0051	0	0	0,3211	0,4961	0,52	0,52	2,64	1,000	0,22	0,22	
001-005	PV005	PV006	74	98,500	100,059	97,300	96,930	1,20	3,13	150	0,0050	0	0	0,3581	0,5532	0,52	0,52	2,64	1,000	0,22	0,22	
001-006	PV006	PV007	79	100,059	99,800	96,930	96,535	3,13	3,27	150	0,0050	0	0	0,4580	0,7076	0,52	0,52	2,64	1,000	0,22	0,22	
001-007	PV007	PV008	93	99,800	98,600	96,535	96,070	3,27	2,53	150	0,0050	0	0	0,5044	0,7794	0,52	0,52	2,64	1,000	0,22	0,22	
001-008	PV008	PV009	96	98,600	96,649	96,070	95,449	2,53	1,20	150	0,0065	0	0	0,5523	0,8535	0,57	0,57	2,57	1,208	0,21	0,21	
001-009	PV009	PV010	94	96,649	97,571	95,449	94,979	1,20	2,59	150	0,0050	0	0	0,5992	0,9260	0,52	0,52	2,64	1,000	0,22	0,22	
001-010	PV010	PV011	75	97,571	95,851	94,979	94,604	2,59	1,25	150	0,0050	0	0	0,6367	0,9839	0,52	0,52	2,64	1,000	0,22	0,22	DG 0.159
001-011	PV011	PV012	78	95,851	91,627	94,445	90,427	1,41	1,20	150	0,0515	0	0	0,9922	1,5332	1,17	1,18	2,05	6,064	0,13	0,13	
001-012	PV012	PV013	51	91,627	89,913	90,427	88,713	1,20	1,20	150	0,0336	0	0	1,0651	1,6459	1,01	1,04	2,18	4,355	0,14	0,15	
001-013	PV013	PV014	45	89,913	86,715	88,713	85,515	1,20	1,20	150	0,0711	0	0	1,0876	1,6806	1,31	1,36	2,02	7,783	0,12	0,12	DG 0.333
001-014	PV014	PV015	72	86,715	83,837	85,182	82,637	1,53	1,20	150	0,0354	0	0	1,2902	1,9939	1,03	1,12	2,27	4,529	0,14	0,16	
001-015	PV015	FIM	34	83,837	82,000	82,637	80,800	1,20	1,20	150	0,0540	0	0	1,3072	2,0201	1,19	1,31	2,17	6,293	0,12	0,14	FIM

ANEXO L– Planilha de dimensionamento hidráulico (Sub-bacia 2)

SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO																					
DIMENSIONAMENTO DA REDE COLETORA DE ESGOTOS																					
SÃO FELIX DO TOCANTINS - TO - SB02																					

Coletor	PV Mont	PV Jus	Comp (m)	CT Mont (m)	CT Jus (m)	CC Mont (m)	CC Jus (m)	PR Mont (m)	PR Jus (m)	D (m/m)	Decl (m/m)	Qconc in (l/s)	Qconc fim (l/s)	Qi (l/s)	Qf (l/s)	V in (m/s)	V fim (m/s)	Vel Cri (m/s)	Ten Tra (Pa)	Lam in (%)	Lam fim (%)	OBS
010-001	PV036	PV023	81	102,479	102,800	101,279	100,874	1,20	1,93	150	0,0050	0	0	0,0405	0,0626	0,52	0,52	2,64	1,000	0,22	0,22	
009-001	PV034	PV035	82	102,201	98,000	101,001	96,800	1,20	1,20	150	0,0512	0	0	0,0410	0,0634	1,17	1,17	2,04	6,039	0,13	0,13	
009-002	PV035	PV027	74	98,000	95,040	96,800	93,840	1,20	1,20	150	0,0400	0	0	0,0780	0,1206	1,07	1,07	2,10	4,984	0,13	0,13	DG 0.295
008-001	PV033	PV031	79	102,800	102,198	101,600	100,998	1,20	1,20	150	0,0076	0	0	0,0395	0,0611	0,60	0,60	2,52	1,373	0,20	0,20	
007-001	PV028	PV029	80	105,750	105,180	104,550	103,980	1,20	1,20	150	0,0071	0	0	0,0400	0,0619	0,59	0,59	2,54	1,304	0,20	0,20	
007-002	PV029	PV030	74	105,180	103,500	103,980	102,300	1,20	1,20	150	0,0227	0	0	0,0770	0,1191	0,88	0,88	2,24	3,211	0,15	0,15	
007-003	PV030	PV031	58	103,500	102,198	102,300	100,998	1,20	1,20	150	0,0225	0	0	0,1060	0,1639	0,88	0,88	2,24	3,183	0,15	0,15	
007-004	PV031	PV032	86	102,198	98,800	100,998	97,600	1,20	1,20	150	0,0395	0	0	0,1885	0,2915	1,07	1,07	2,10	4,937	0,13	0,13	
007-005	PV032	PV026	88	98,800	95,059	97,600	93,859	1,20	1,20	150	0,0425	0	0	0,2325	0,3595	1,10	1,10	2,08	5,225	0,13	0,13	DG 0.214
006-001	PV020	PV021	33	104,701	105,700	103,501	103,336	1,20	2,36	150	0,0050	0	0	0,0165	0,0255	0,52	0,52	2,64	1,000	0,22	0,22	
006-002	PV021	PV022	72	105,700	104,000	103,336	102,800	2,36	1,20	150	0,0074	0	0	0,0525	0,0812	0,59	0,59	2,53	1,348	0,20	0,20	
006-003	PV022	PV023	60	104,000	102,800	102,800	101,600	1,20	1,20	150	0,0200	0	0	0,0825	0,1276	0,84	0,84	2,27	2,910	0,16	0,16	TQ 0.726
006-004	PV023	PV024	97	102,800	99,998	100,874	98,798	1,93	1,20	150	0,0214	0	0	0,1715	0,2652	0,86	0,86	2,25	3,067	0,15	0,15	
006-005	PV024	PV025	78	99,998	95,300	98,798	94,100	1,20	1,20	150	0,0602	0	0	0,2105	0,3255	1,24	1,24	2,00	6,846	0,12	0,12	
006-006	PV025	PV026	91	95,300	95,059	94,100	93,645	1,20	1,41	150	0,0050	0	0	0,2560	0,3959	0,52	0,52	2,64	1,000	0,22	0,22	
006-007	PV026	PV027	20	95,059	95,040	93,645	93,545	1,41	1,50	150	0,0050	0	0	0,4985	0,7709	0,52	0,52	2,64	1,000	0,22	0,22	
006-008	PV027	PV009	91	95,040	94,043	93,545	92,843	1,50	1,20	150	0,0077	0	0	0,6220	0,9619	0,60	0,60	2,52	1,386	0,20	0,20	
005-001	PV017	PV018	68	104,286	103,350	103,086	102,150	1,20	1,20	150	0,0138	0	0	0,0340	0,0526	0,74	0,74	2,36	2,176	0,17	0,17	
005-002	PV018	PV019	54	103,350	102,201	102,150	101,001	1,20	1,20	150	0,0213	0	0	0,0610	0,0944	0,86	0,86	2,25	3,054	0,15	0,15	
005-003	PV019	PV007	86	102,201	101,038	101,001	99,838	1,20	1,20	150	0,0135	0	0	0,1040	0,1609	0,73	0,73	2,37	2,146	0,17	0,17	
004-001	PV016	PV005	80	104,286	103,950	103,086	102,686	1,20	1,26	150	0,0050	0	0	0,0400	0,0619	0,52	0,52	2,64	1,000	0,22	0,22	DG 0.597
003-001	PV015	PV013	76	105,266	105,157	104,066	103,686	1,20	1,47	150	0,0050	0	0	0,0380	0,0588	0,52	0,52	2,64	1,000	0,22	0,22	
002-001	PV012	PV013	88	105,750	105,157	104,550	103,957	1,20	1,20	150	0,0067	0	0	0,0440	0,0680	0,57	0,57	2,56	1,248	0,21	0,21	DG 0.271
002-002	PV013	PV014	60	105,157	103,766	103,686	102,566	1,47	1,20	150	0,0187	0	0	0,1120	0,1732	0,82	0,82	2,28	2,758	0,16	0,16	
002-003	PV014	PV004	47	103,766	103,719	102,566	102,331	1,20	1,39	150	0,0050	0	0	0,1355	0,2095	0,52	0,52	2,64	1,000	0,22	0,22	DG 0.152
001-001	PV001	PV002	73	105,000	103,879	103,800	102,679	1,20	1,20	150	0,0154	0	0	0,0365	0,0564	0,77	0,77	2,33	2,370	0,17	0,17	
001-002	PV002	PV003	48	103,879	103,800	102,679	102,439	1,20	1,36	150	0,0050	0	0	0,0605	0,0935	0,52	0,52	2,64	1,000	0,22	0,22	
001-003	PV003	PV004	52	103,800	103,719	102,439	102,179	1,36	1,54	150	0,0050	0	0	0,0865	0,1337	0,52	0,52	2,64	1,000	0,22	0,22	
001-004	PV004	PV005	18	103,719	103,950	102,179	102,089	1,54	1,86	150	0,0050	0	0	0,2310	0,3571	0,52	0,52	2,64	1,000	0,22	0,22	
001-005	PV005	PV006	74	103,950	102,400	102,089	101,200	1,86	1,20	150	0,0120	0	0	0,3080	0,4762	0,70	0,70	2,40	1,957	0,18	0,18	
001-006	PV006	PV007	59	102,400	101,038	101,200	99,838	1,20	1,20	150	0,0231	0	0	0,3375	0,5218	0,89	0,89	2,23	3,252	0,15	0,15	
001-007	PV007	PV008	91	101,038	97,138	99,838	95,938	1,20	1,20	150	0,0429	0	0	0,4870	0,7531	1,10	1,10	2,08	5,259	0,13	0,13	
001-008	PV008	PV009	79	97,138	94,043	95,938	92,843	1,20	1,20	150	0,0392	0	0	0,5265	0,8142	1,07	1,07	2,10	4,905	0,13	0,13	
001-009	PV009	PV010	38	94,043	92,874	92,843	91,674	1,20	1,20	150	0,0308	0	0	1,1675	1,8055	0,98	1,04	2,25	4,065	0,14	0,15	
001-010	PV010	PV011	34	92,874	91,976	91,674	90,776	1,20	1,20	150	0,0264	0	0	1,1845	1,8318	0,93	0,99	2,30	3,611	0,15	0,16	
001-011	PV011	FIM	26	91,976	91,124	90,776	89,924	1,20	1,20	150	0,0328	0	0	1,1975	1,8519	1,00	1,07	2,25	4,270	0,14	0,15	FIM

ANEXO M- Planilha de dimensionamento hidráulico (Sub-bacia 3)

SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO																					
DIMENSIONAMENTO DA REDE COLETORA DE ESGOTOS																					
SÃO FELIX DO TOCANTINS - TO - SB03																					

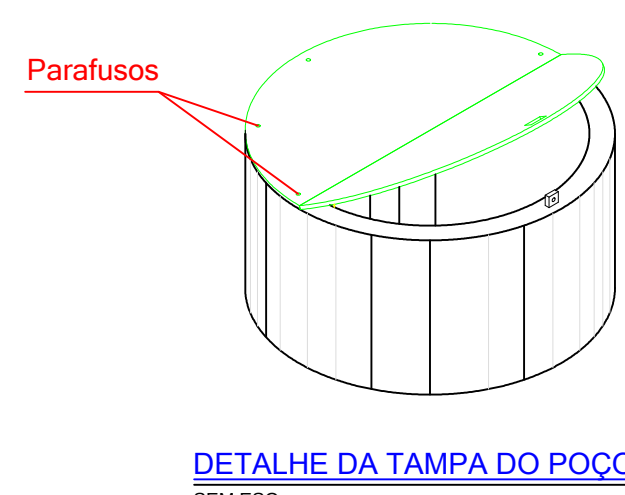
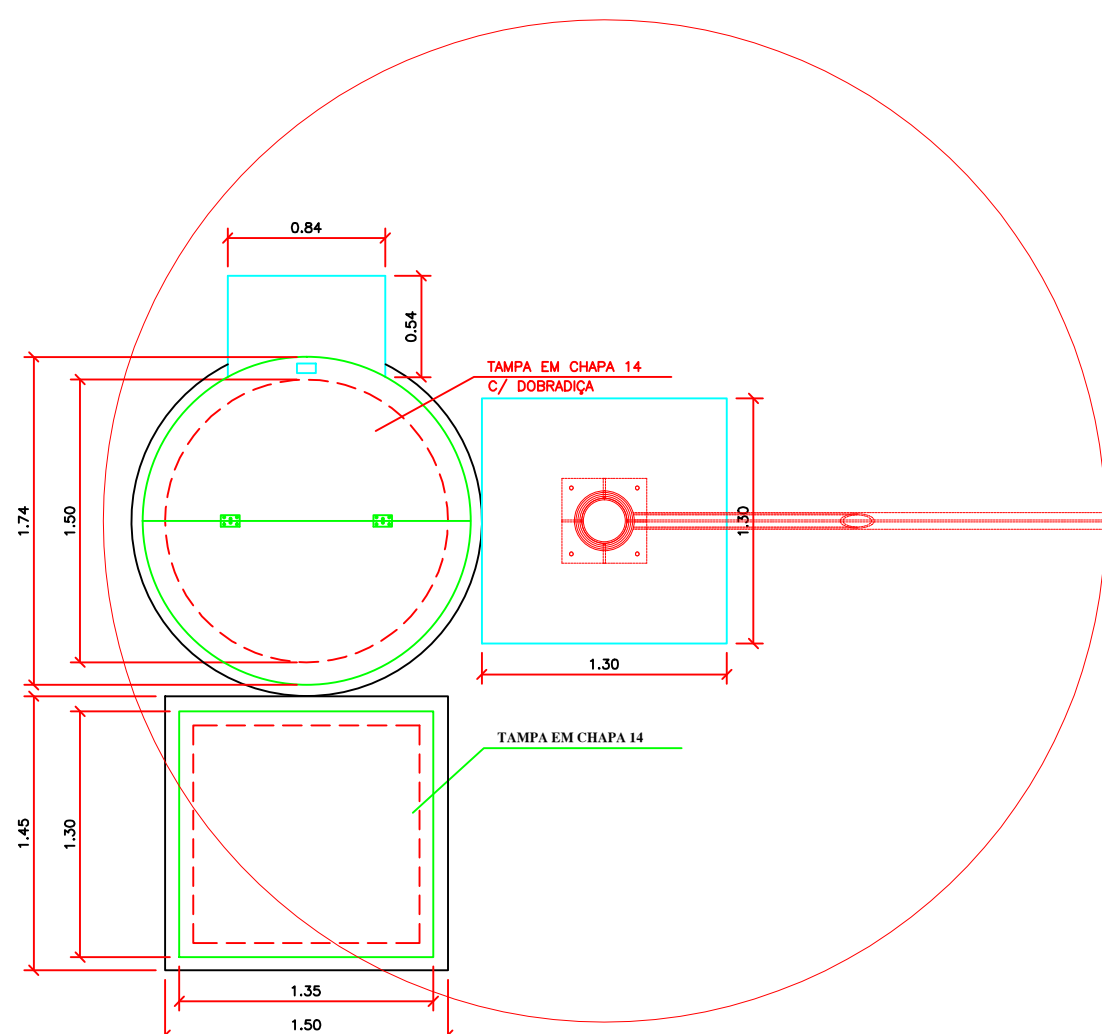
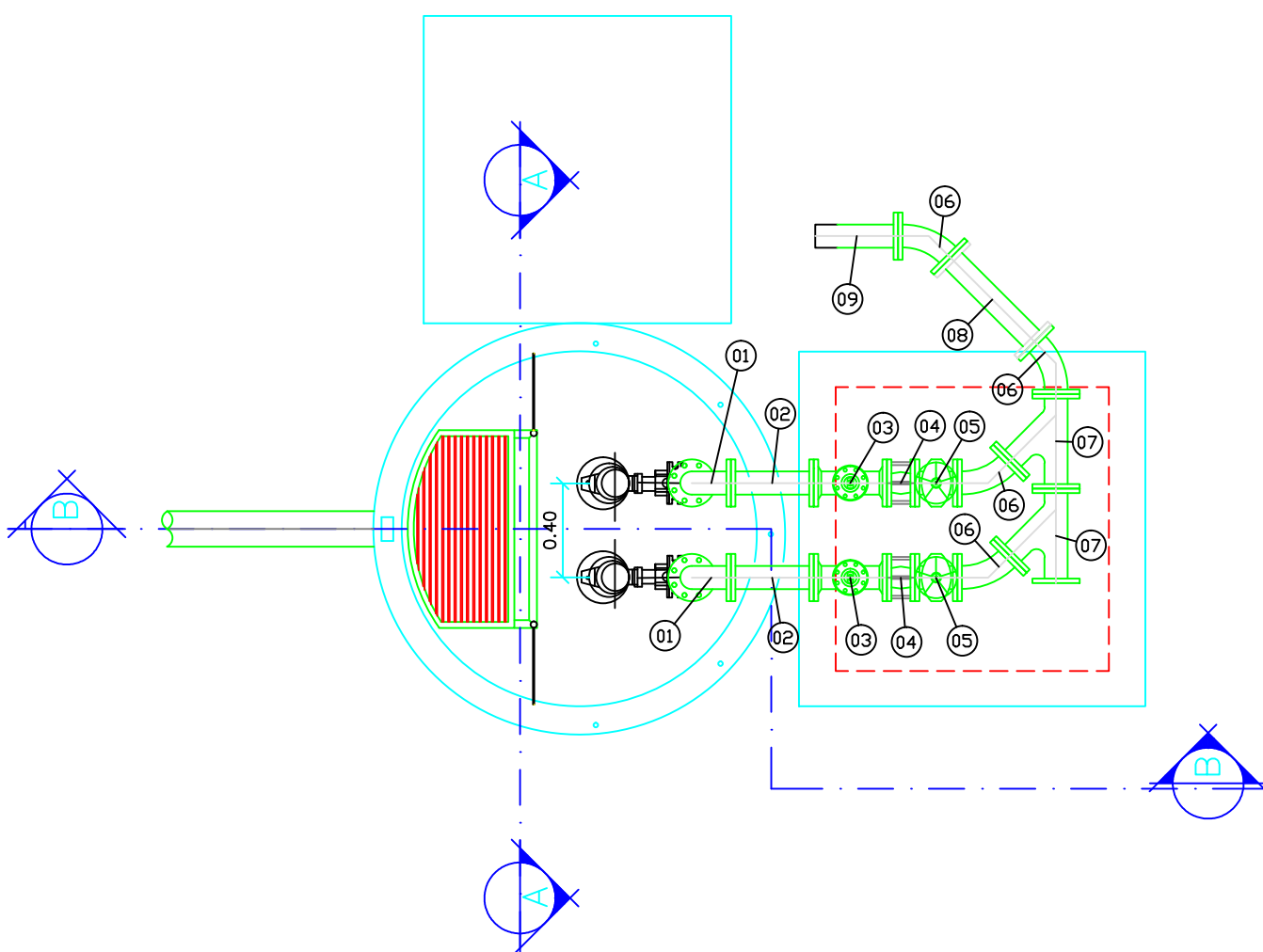
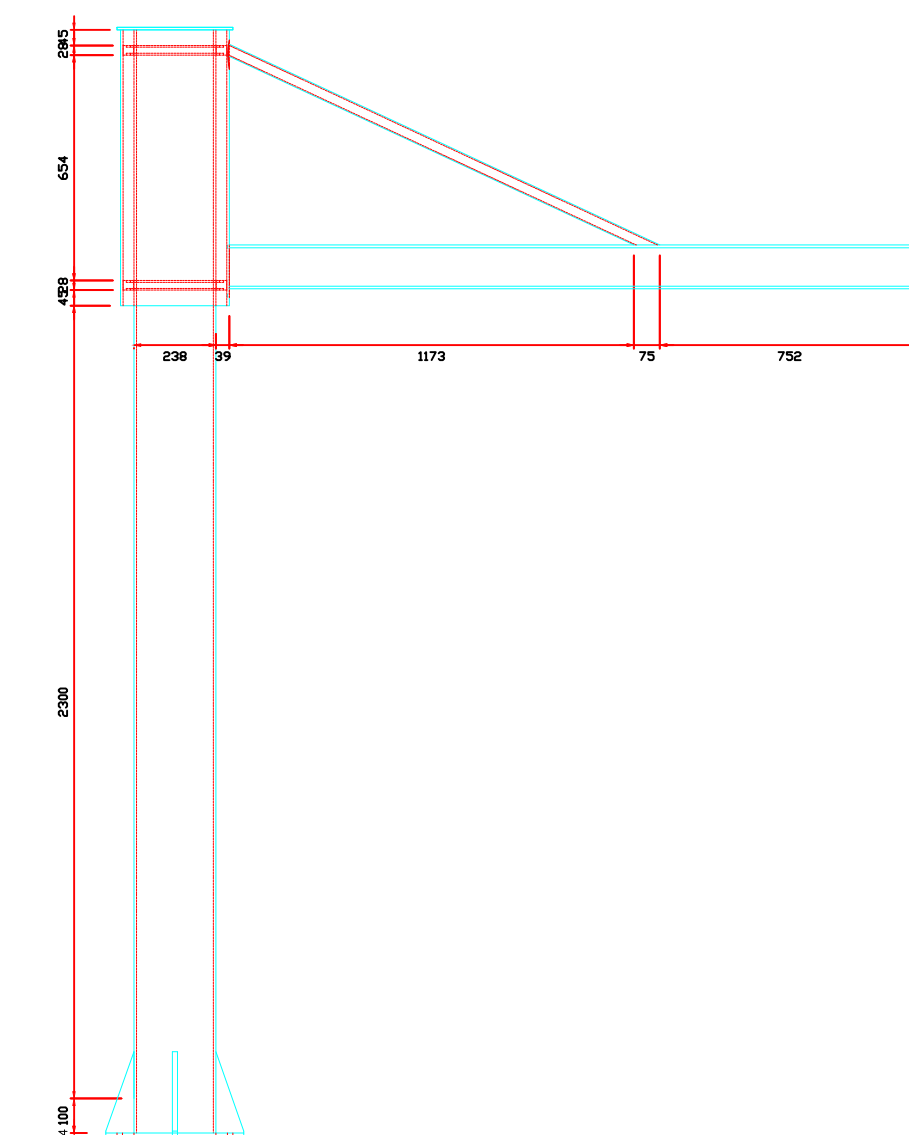
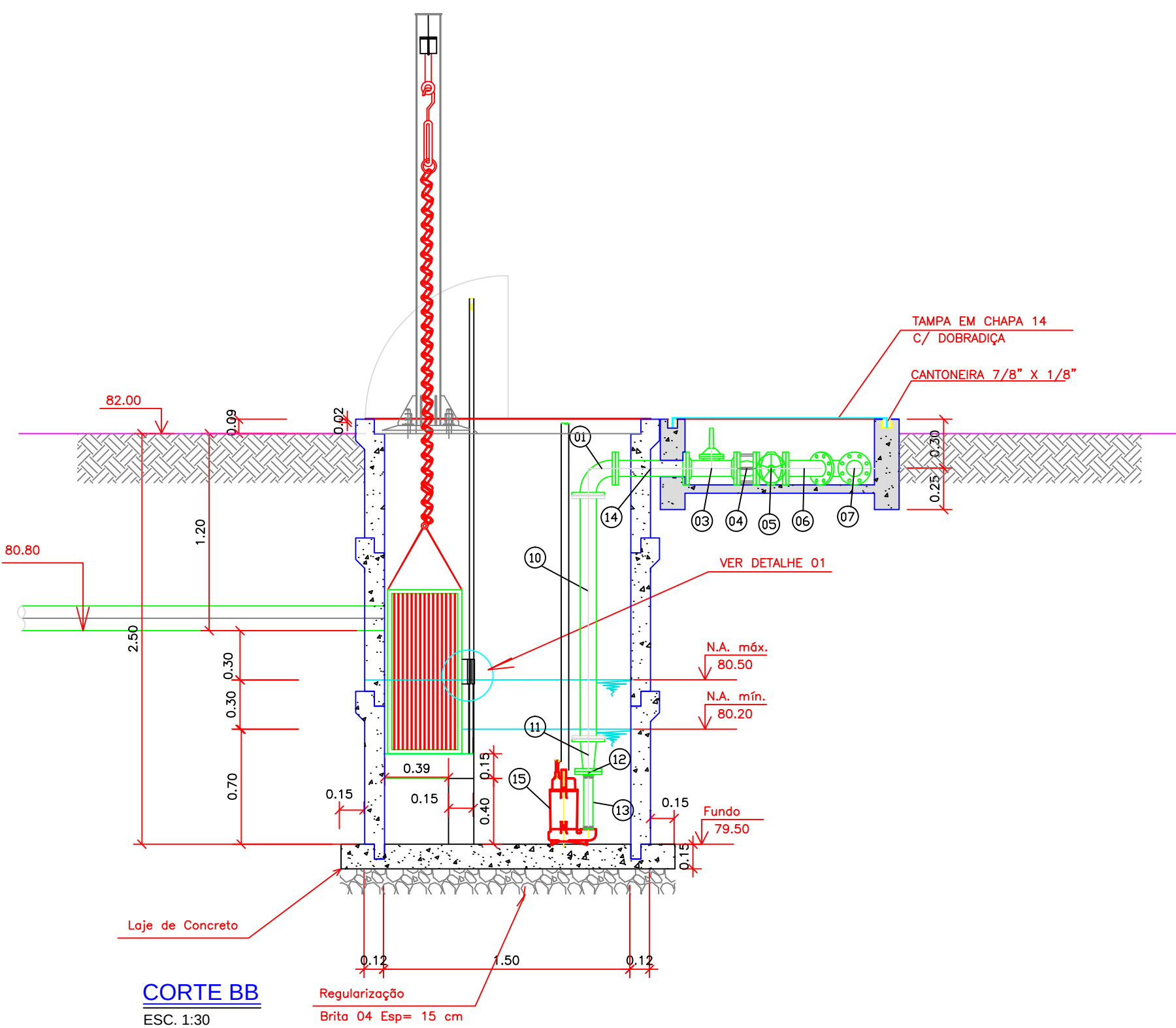
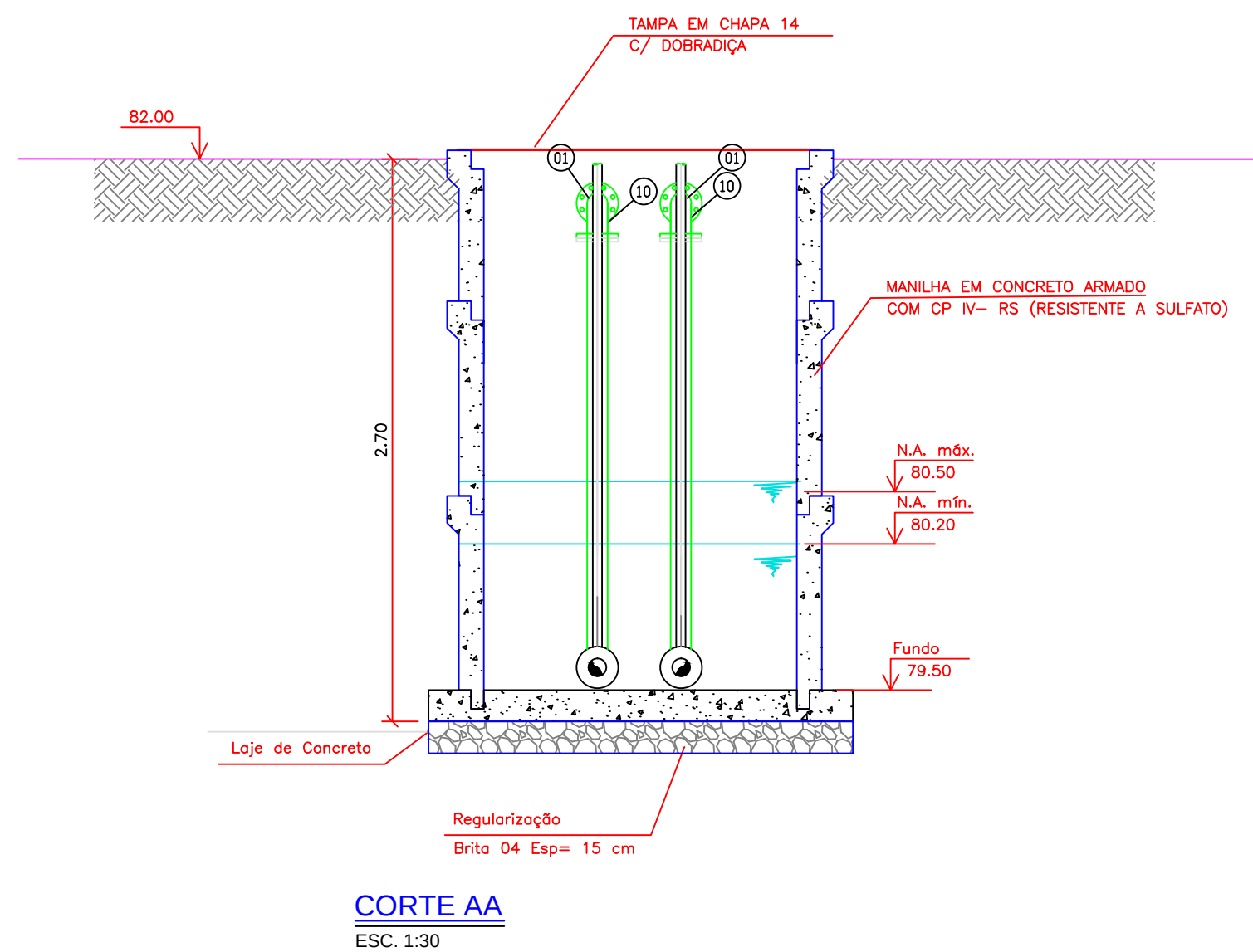
Coletor	PV Mont	PV Jus	Comp	CT Mont	CT Jus	CC Mont	CC Jus	PR Mont	PR Jus	D	Decl	Qconc in	Qconc fim	Qi	Qf	V in	V fim	Vel Cri	Ten Tra	Lam in	Lam fim	OBS
			(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/m)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(m/s)	(m/s)	(m/s)	(Pa)	(%)	(%)	
005-001	PV013	PV004	91	103,047	100,790	101,847	99,590	1,20	1,20	150	0,0248	0	0	0,0456	0,0703	0,91	0,91	2,21	3,439	0,15	0,15	DG 0.340
004-001	PV012	PV010	81	105,266	105,153	104,066	103,661	1,20	1,49	150	0,0050	0	0	0,0406	0,0626	0,52	0,52	2,64	1,000	0,22	0,22	
003-001	PV009	PV010	77	105,750	105,153	104,550	103,953	1,20	1,20	150	0,0078	0	0	0,0386	0,0595	0,60	0,60	2,52	1,391	0,20	0,20	DG 0.292
003-002	PV010	PV011	67	105,153	104,000	103,661	102,800	1,49	1,20	150	0,0129	0	0	0,1127	0,1739	0,72	0,72	2,38	2,063	0,18	0,18	
003-003	PV011	PV005	76	104,000	102,623	102,800	101,423	1,20	1,20	150	0,0181	0	0	0,1508	0,2326	0,81	0,81	2,29	2,695	0,16	0,16	TQ 2.648
002-001	PV008	PV006	95	105,151	103,542	103,951	102,342	1,20	1,20	150	0,0169	0	0	0,0476	0,0734	0,80	0,80	2,31	2,557	0,16	0,16	TQ 4.062
001-001	PV001	PV002	65	102,831	101,165	101,631	99,965	1,20	1,20	150	0,0256	0	0	0,0325	0,0502	0,92	0,92	2,20	3,528	0,15	0,15	
001-002	PV002	PV003	55	101,165	100,989	99,965	99,690	1,20	1,30	150	0,0050	0	0	0,0600	0,0927	0,52	0,52	2,64	1,000	0,22	0,22	
001-003	PV003	PV004	88	100,989	100,790	99,690	99,250	1,30	1,54	150	0,0050	0	0	0,1041	0,1607	0,52	0,52	2,64	1,000	0,22	0,22	
001-004	PV004	PV005	95	100,790	102,623	99,250	98,775	1,54	3,85	150	0,0050	0	0	0,1973	0,3044	0,52	0,52	2,64	1,000	0,22	0,22	
001-005	PV005	PV006	99	102,623	103,542	98,775	98,280	3,85	5,26	150	0,0050	0	0	0,3977	0,6135	0,52	0,52	2,64	1,000	0,22	0,22	
001-006	PV006	PV007	58	103,542	103,000	98,280	97,990	5,26	5,01	150	0,0050	0	0	0,4743	0,7317	0,52	0,52	2,64	1,000	0,22	0,22	
001-007	PV007	FIM	57	103,000	102,365	97,990	97,705	5,01	4,66	150	0,0050	0	0	0,5028	0,7757	0,52	0,52	2,64	1,000	0,22	0,22	FIM

ANEXO N- Planilha de dimensionamento hidráulico (Coletor)

SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO																					
DIMENSIONAMENTO DA REDE COLETORA DE ESGOTOS																					
SÃO FELIX DO TOCANTINS - TO - COLETOR																					

Coletor	PV Mont	PV Jus	Comp	CT Mont	CT Jus	CC Mont	CC Jus	PR Mont	PR Jus	D	Decl	Qconc in	Qconc fim	Qi	Qf	V in	V fim	Vel Cri	Ten Tra	Lam in	Lam fim	OBS
			(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/m)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(m/s)	(m/s)	(m/s)	(Pa)	(%)	(%)	
001-001	PV001	PV002	48	103,761	103,300	102,561	102,100	1,20	1,20	150	0,0096	2,5047	3,872	2,5119	3,8792	0,76	0,86	3,02	2,061	0,24	0,30	
001-002	PV002	PV003	65	103,300	102,365	102,100	101,165	1,20	1,20	150	0,0144	0	0	2,5217	3,8890	0,87	0,99	2,90	2,831	0,22	0,27	TQ 3.500
001-003	PV003	PV004	81	102,365	100,000	97,665	97,260	4,70	2,74	150	0,0050	0,5028	0,7757	3,0367	4,6769	0,63	0,71	3,36	1,339	0,32	0,40	
001-004	PV004	PV005	91	100,000	97,500	97,260	96,300	2,74	1,20	150	0,0106	0	0	3,0504	4,6906	0,83	0,94	3,12	2,413	0,26	0,33	
001-005	PV005	PV006	71	97,500	95,500	96,300	94,300	1,20	1,20	150	0,0282	0	0	3,0611	4,7013	1,17	1,33	2,81	5,210	0,21	0,25	
001-006	PV006	PV007	84	95,500	93,000	94,300	91,800	1,20	1,20	150	0,0298	0	0	3,0737	4,7139	1,20	1,36	2,79	5,448	0,20	0,25	
001-007	PV007	PV008	60	93,000	89,000	91,800	87,800	1,20	1,20	150	0,0667	0	0	3,0827	4,7229	1,59	1,81	2,56	10,225	0,17	0,21	
001-008	PV008	PV009	62	89,000	87,500	87,800	86,300	1,20	1,20	150	0,0242	0	0	3,0920	4,7322	1,12	1,26	2,86	4,647	0,21	0,26	
001-009	PV009	PV010	28	87,500	87,000	86,300	85,800	1,20	1,20	150	0,0179	0	0	3,0962	4,7364	1,00	1,13	2,95	3,668	0,23	0,29	
001-010	PV010	PV011	62	87,000	87,300	85,800	85,490	1,20	1,81	150	0,0050	0	0	3,1055	4,7457	0,64	0,72	3,37	1,352	0,32	0,40	
001-011	PV011	PV012	60	87,300	89,000	85,490	85,190	1,81	3,81	150	0,0050	0	0	3,1145	4,7547	0,64	0,72	3,37	1,353	0,32	0,40	
001-012	PV012	PV013	85	89,000	88,800	85,190	84,765	3,81	4,04	150	0,0050	0	0	3,1273	4,7675	0,64	0,72	3,38	1,355	0,32	0,40	
001-013	PV013	PV014	97	88,800	88,100	84,765	84,280	4,04	3,82	150	0,0050	0	0	3,1419	4,7821	0,64	0,72	3,38	1,358	0,32	0,40	
001-014	PV014	PV015	64	88,100	87,200	84,280	83,960	3,82	3,24	150	0,0050	0	0	3,1515	4,7917	0,64	0,72	3,38	1,360	0,32	0,40	
001-015	PV015	PV016	60	87,200	86,000	83,960	83,660	3,24	2,34	150	0,0050	0	0	3,1605	4,8007	0,64	0,72	3,38	1,362	0,32	0,40	
001-016	PV016	FIM	67	86,000	83,500	83,660	83,320	2,34	0,18	150	0,0050	0	0	3,1706	4,8108	1,06	1,19	2,92	4,097	0,23	0,28	FIM

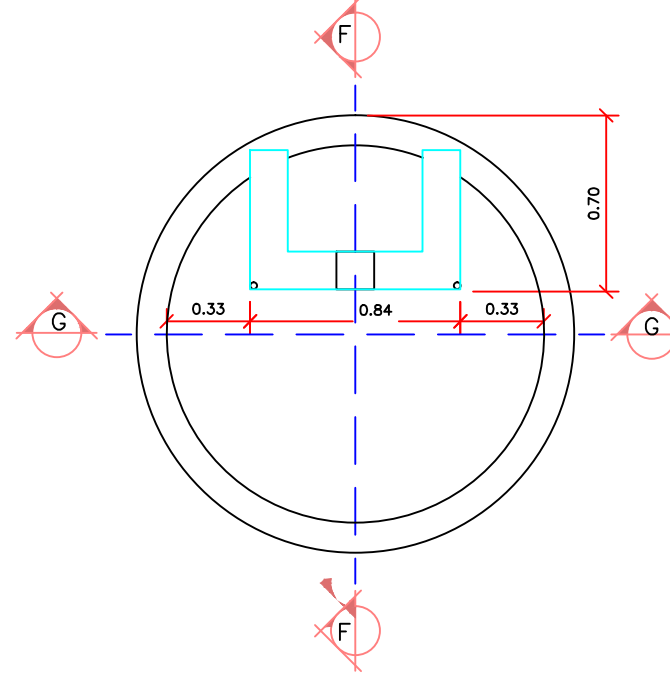
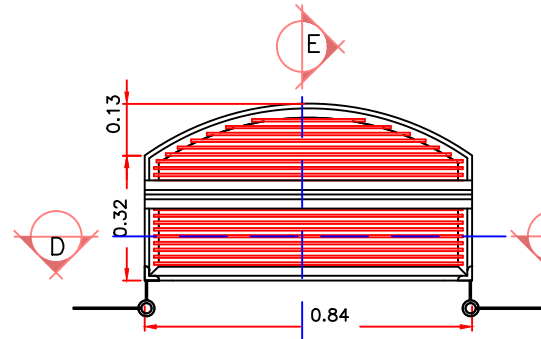
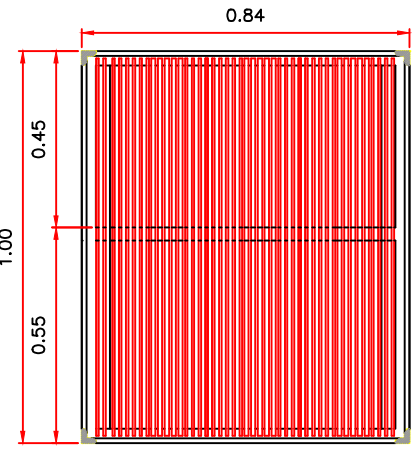
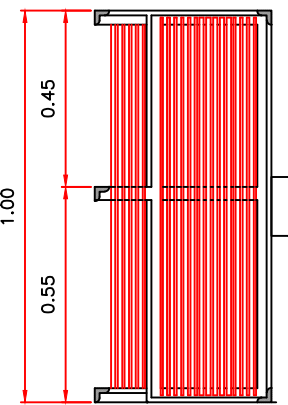
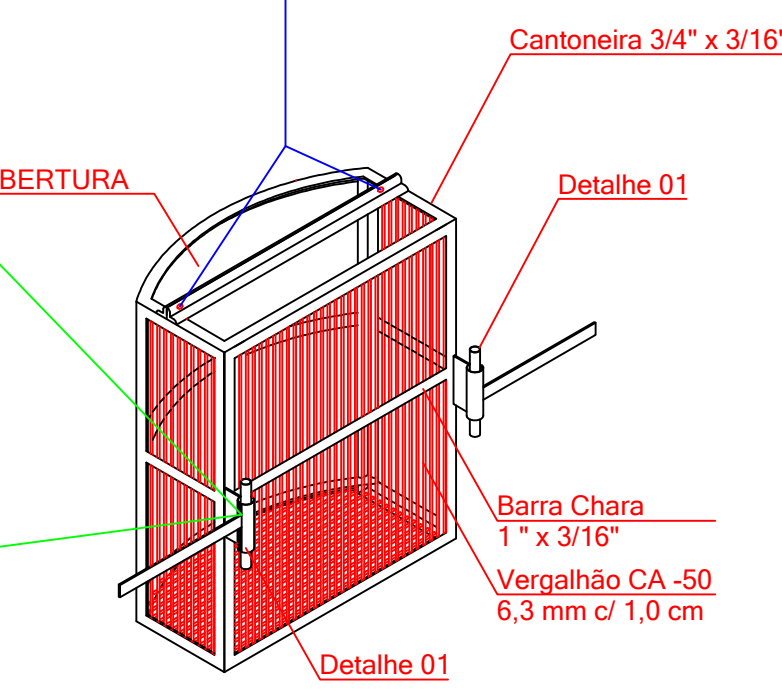
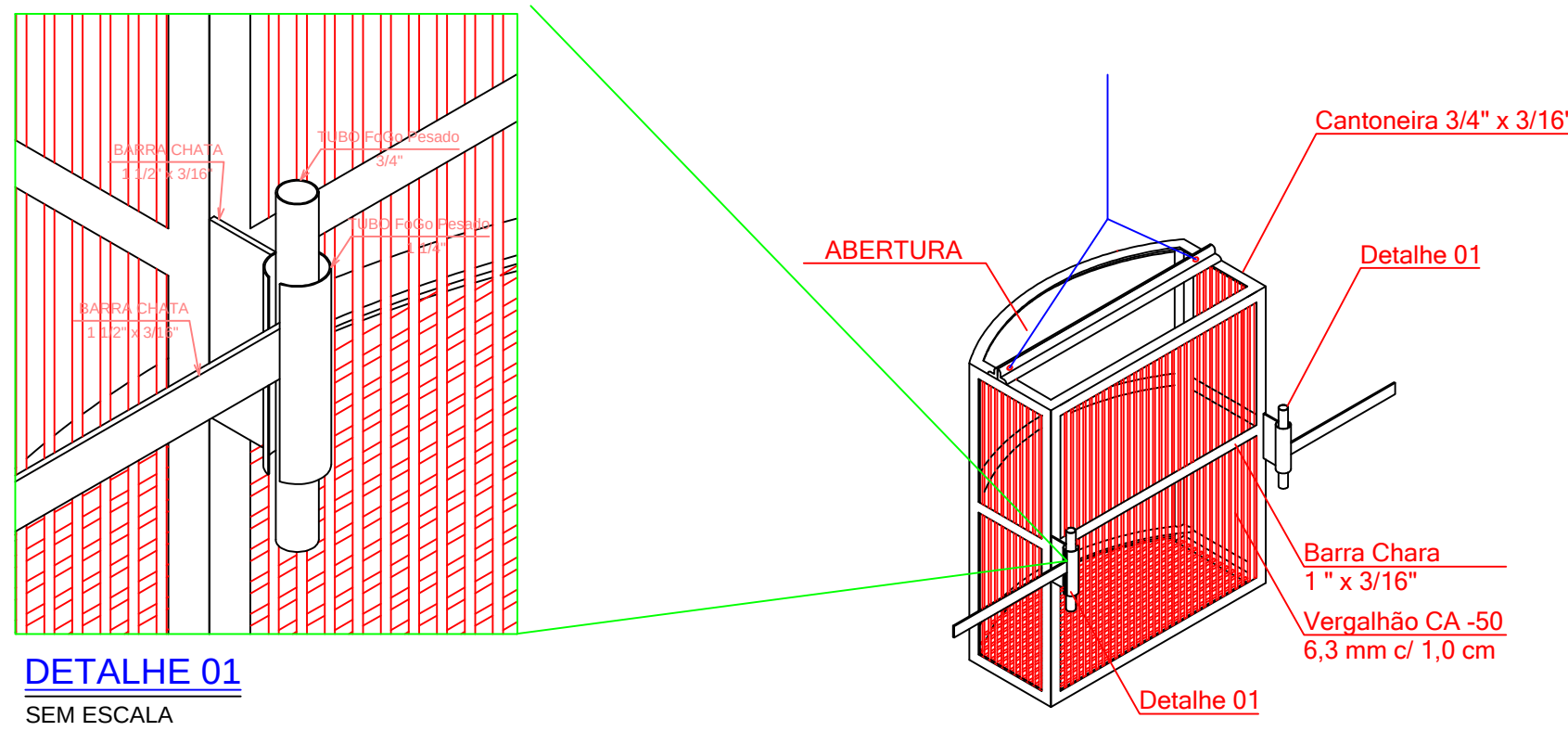
ANEXO O– Plantas, cortes e detalhes da EEE 1



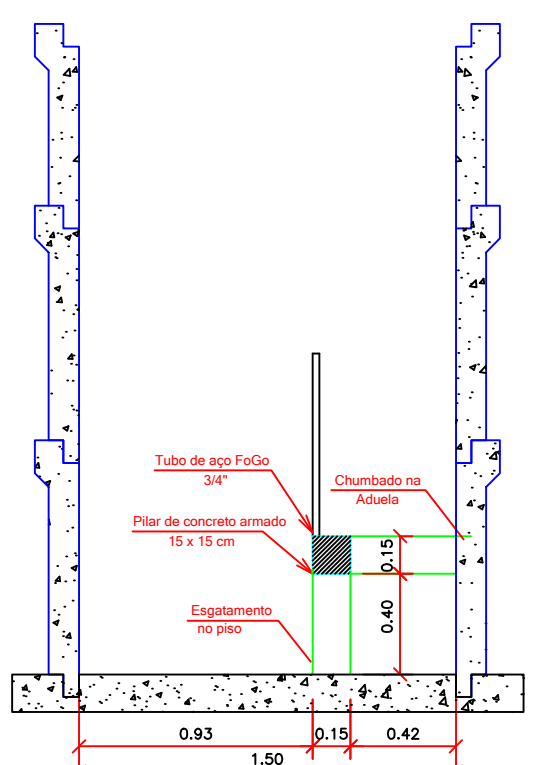
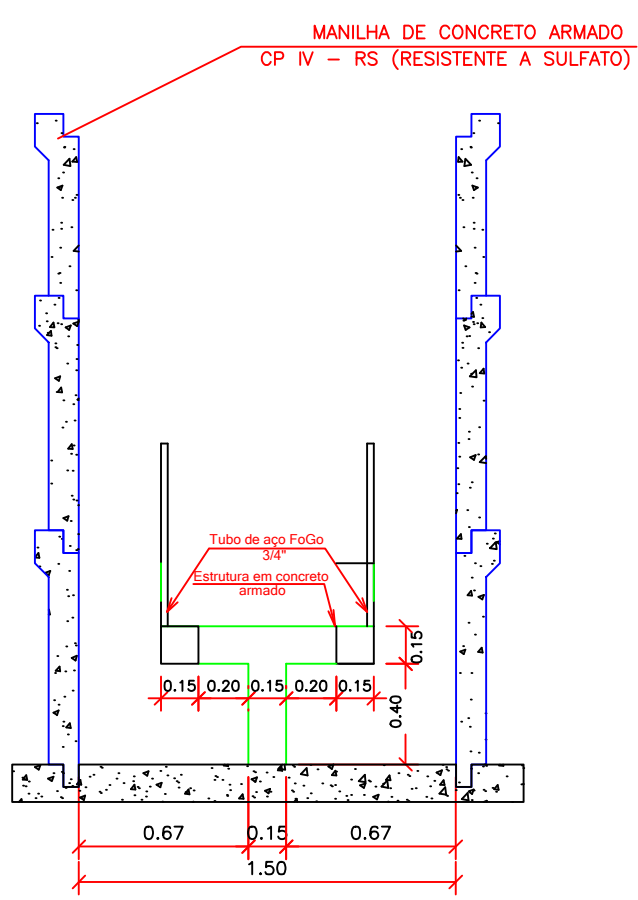
ITEM	MAT.	PN	DN	dn	DESCRIÇÃO	COMPRIM. (mm)	QUANT.
1	FoFo	10	80	-	Curva 90° com flange	-	2
2	FoFo	10	80	-	Tubo flangeado	350	2
3	FoFo	10	80	-	Válvula de controle remoto elétrico	-	2
5	FoFo	10	80	-	Vida gineira c/ flanges e curva de barricho c. curto c/volante	-	2
6	FoFo	10	80	-	Curva 45° com flange	-	4
7	FoFo	10	80	80	Junção flangeada	-	2
8	FoFo	10	80	-	Tubo flangeado	500	1
9	FoFo	10	80	-	Tubo com flange e ponta	350	1
10	FoFo	10	80	-	Tubo flangeado	1480	1
11	FoFo	10	80	50	Redução com flanges concêntrica	-	1
12	FoGo	10	80	50	Flange	-	1
13	FoGo	-	50	-	Tubo rasqueado	300	1
14	FoFo	10	80	-	Tubo flangeado	430	1
15	-	-	-	-	Conj. Motor Bomba Robusta 400T Q=2,69 l/s; Hm= 17,03 MCA; POT=1cv	-	1

PLANTA SUPERIOR
ESC. 1:25

DETALHES CESTO RETENTOR DE SÓLIDOS



DETALHES DO SUPORTE DO CESTO



REV.	DATA	ALTERAÇÕES	EXECUTADO POR	ARTICULAÇÃO	NOTAS	EXECUTADO POR	AGÊNCIA TOCANTINENSE DE SANEAMENTO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	Nº 5.1 FL. 08 CÓDIGO:ARQUIVO 01/05
							ESTATION ELEVATÓRIA DE ESGOTOS EEE 01 PLANTAS, CORTES E DETALHES	
							LOCALIDADE: SÃO FELIX DO TOCANTINS - TO	ESCALA INDICADA

ANEXO P– Perfil da Linha de Recalque da EEE 1

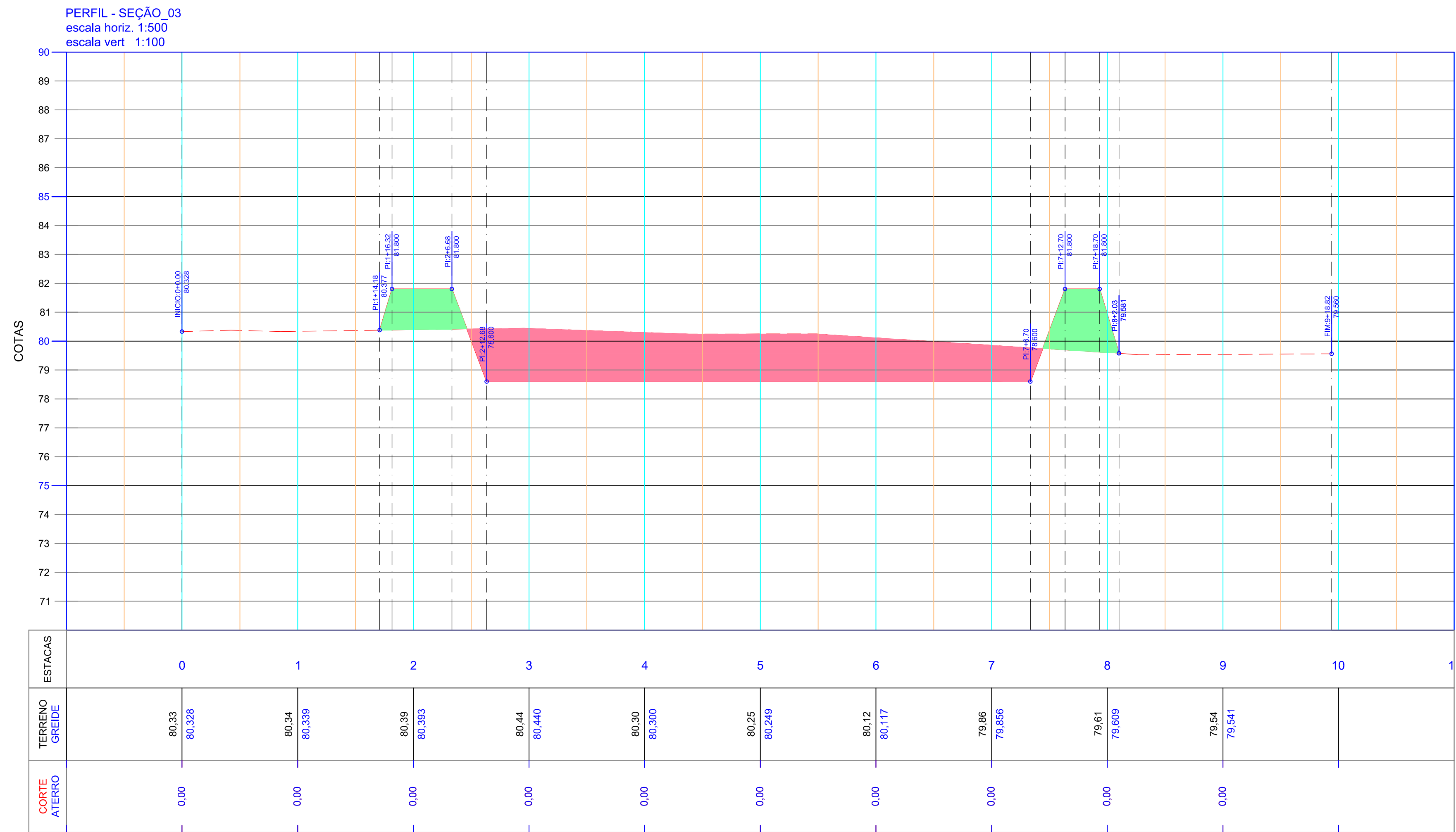
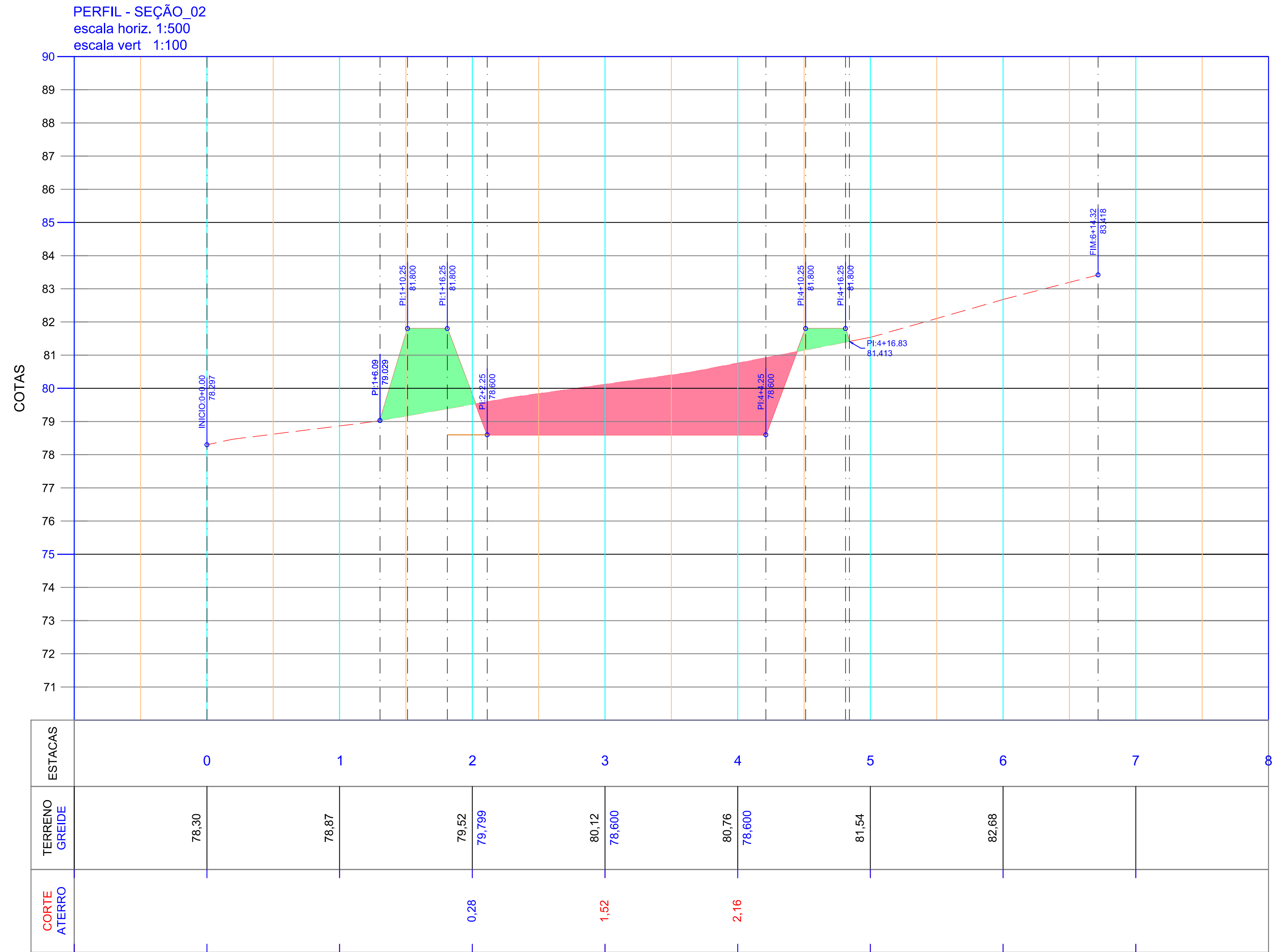
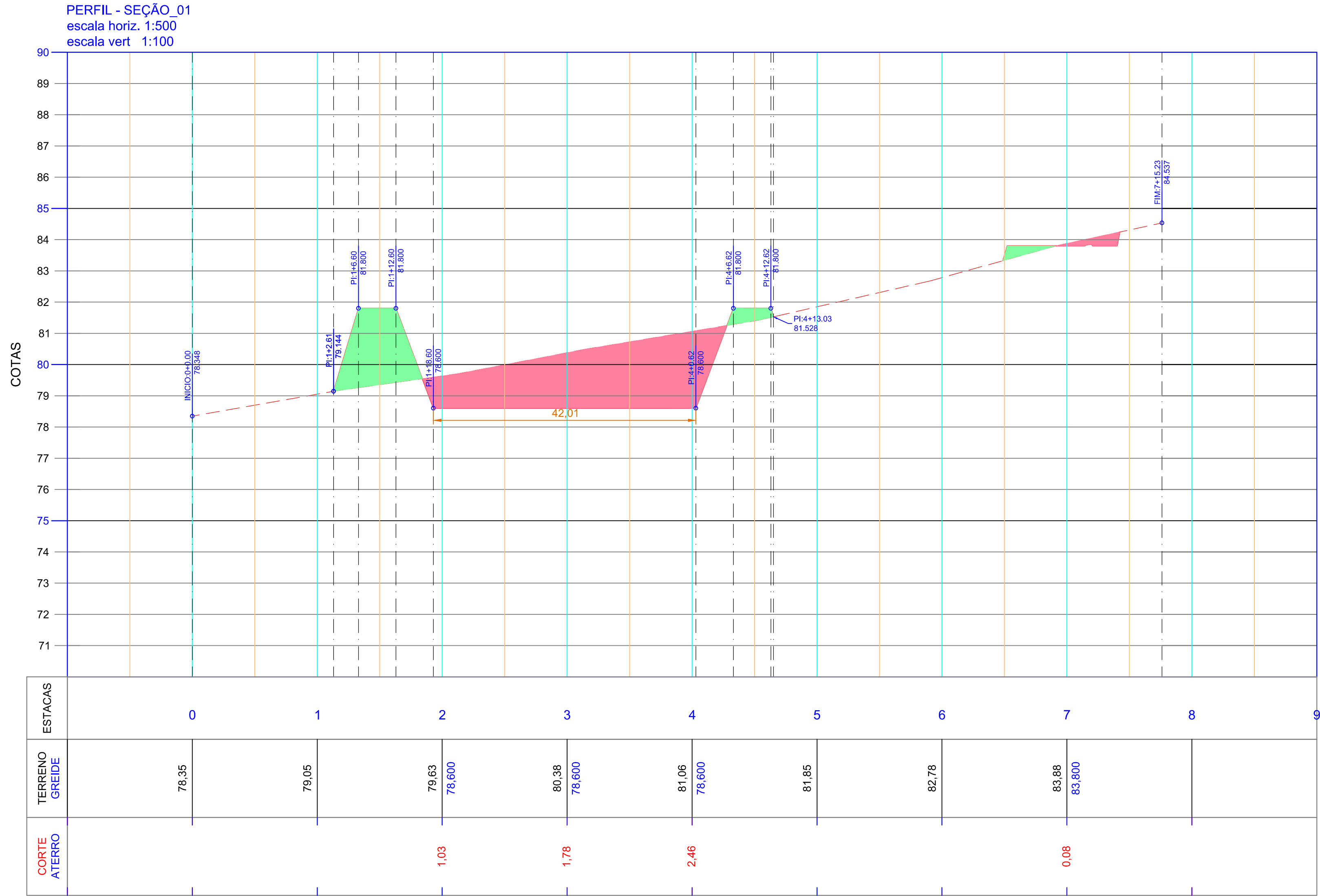
ANEXO Q- Plantas, cortes e detalhes da EEE 2

ANEXO R– Perfil da Linha de Recalque da EEE 2

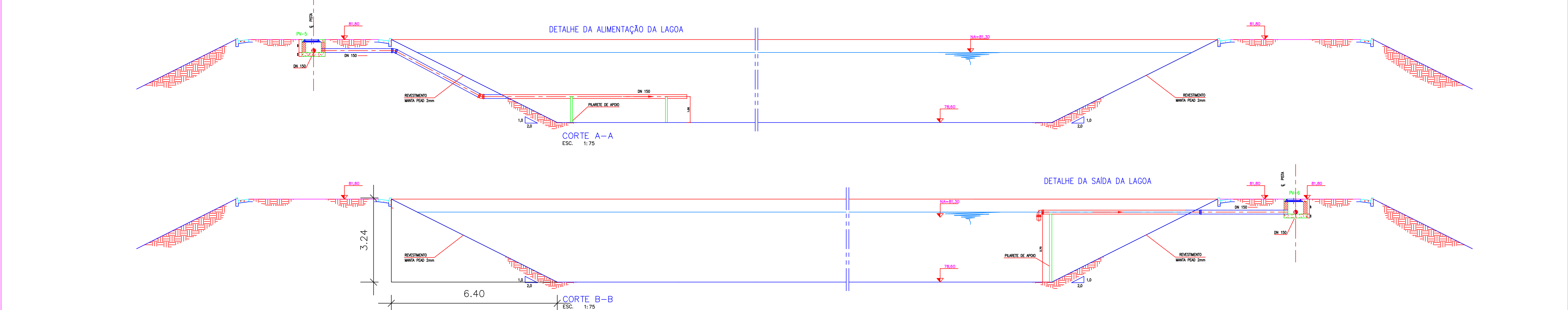
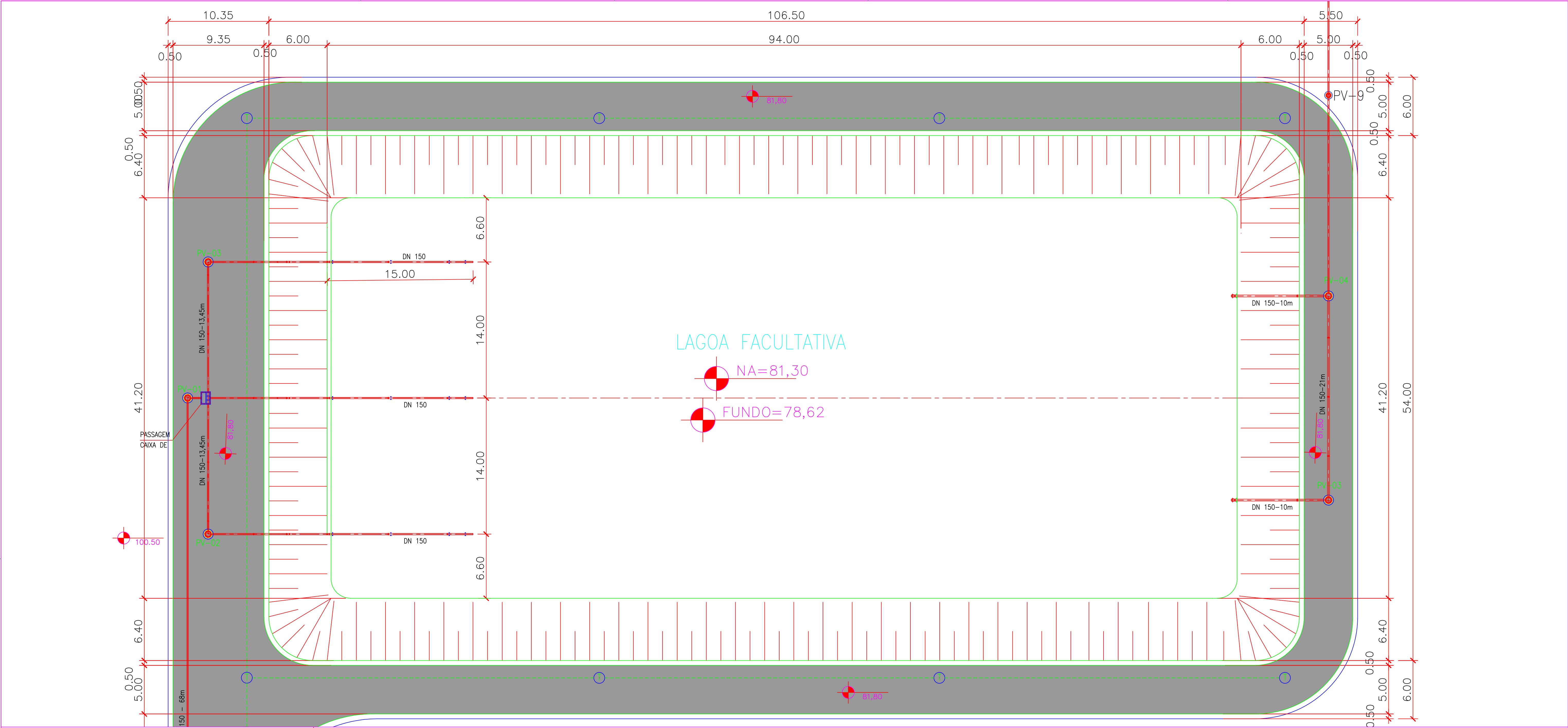
ANEXO S- Layout da ETE

ANEXO T- Movimento de Terra da ETE

ANEXO U- Planta de corte dos movimentos de terra da ETE



ANEXO V- Lagoa Facultativa



REV.	DATA	ALTERAÇÕES	EXECUTADO POR	ARTICULAÇÃO	NOTAS	EXECUTADO POR	AGÊNCIA TOCANTINENSE DE SANEAMENTO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS LAGOA FACULTATIVA CORTES DOS DETALHE DE ALIMENTAÇÃO E SAÍDA DA LAGOA LOCALIDADE: SÃO FÉLIX DO TOCANTINS – TO	N° 07
						PROJ.: ASS.: PROJ.: ASS.: DES.:	CREA: AGOSTO/2012 CREA: AGOSTO/2012	REV. 00 FL. 01/01 CÓDIGO:ARQUIVO ESCALA 1:500

ANEXO W- Detalhe das lagoas

ANEXO Y- Emissário

APENDICE A- Redimensionamento da rede coletora com DN de 100 mm considerando a vazão mínima (Subbacia 1)

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIENCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS
AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO PROPOSTO PARA O MUNICÍPIO DE SÃO FÉLIX DO TOCANTINS

SUB-BACIA 1

DADOS					
K1=	1.2	Pop. inicial	1010	Inf. Alta=	0,00015
K2=	1.5	Pop. Final	1498	Inf. Baixa=	0,00015
				q (l hab/dia)=	150
				C=	0,8

Taxa de Contribuição Linear(L/s*m)	
INICIAL (Ti)	0,0002
FINAL (Tf)	0,0004

Profundidade adotada para o coletor:	1,15
--------------------------------------	------

DIMENSIONAMENTO DE REDE COLETORA

TRECHO	EXTENSÃO	CONT. LINEAR DO TRECHO	VAZÃO MONTANTE	VAZÃO JUSANTE	DIÂMETRO* cálculo (m)	DIÂMETRO *adotado (mm)	DECLIVIDADE lmin (m/m)	DECLIVIDADE TERRENO (m/m)	DECLIVIDADE MÁXIMA (m/m)	COTA TERRENO	COTA COLETOR	PROFUNDIDADE COLETOR	PROFUNDIDADE PV /PI	LÂMINA LÍQUIDA Y/D	Vi (m/s) Vf (m/s)	TENSÃO TRATIVA (Pa)	Vc (m/s)	Obs.
		INICIAL	INICIAL	INICIAL						MONTANTE	MONTANTE	MONTANTE						
		FINAL	FINAL	FINAL						JUSANTE	JUSANTE	JUSANTE						
8-1	90	0,0224 0,0333	0,000 0,000	0,022 0,033	0,075	100	0,005	0,0105	3,50	90,152 89,208	88,952 88,008	1,20 1,20	1,20	0,46 0,46	0,19 0,19	1,08	2,89	
8-2	80	0,0199 0,0296	0,022 0,033	0,042 0,063						0,075	100	0,005		0,025	3,45			89,208 87,202
8-3	79	0,0197 0,0292	0,042 0,063	0,062 0,092	0,075	100	0,005	-0,008	3,41	87,202 87,800	86,002 85,607	1,20 2,19	2,19	0,46 0,46	0,19 0,19	1,08	2,89	
8-4	85	0,0211 0,0314	0,062 0,092	0,083 0,123						0,075	100	0,005		0,013	3,37			87,800 86,715
7-1	95	0,0236 0,0351	0,000 0,000	0,024 0,035	0,075	100	0,005	0,025	3,49	93,969 91,627	92,769 90,427	1,20 1,20	1,20	0,46 0,46	0,19 0,19	1,08	2,89	
6-1	58	0,0144 0,0214	0,000 0,000	0,014 0,021						0,075	100	0,005		0,024	3,52			101,414 100,000
5-1	60	0,0149 0,0222	0,000 0,000	0,015 0,022	0,075	100	0,005	0,029	3,51	101,969 100,249	100,769 99,049	1,20 1,20	1,20	0,46 0,46	0,19 0,19	1,08	2,89	
5-2	66	0,0164 0,0244	0,015 0,022	0,031 0,047						0,075	100	0,005		0,001	3,48			100,249 100,200
5-3	83	0,0206 0,0307	0,031 0,047	0,052 0,077	0,075	100	0,005	-0,018	3,43	98,719 100,200	98,719 98,304	0,00 1,90	1,90	0,46 0,46	0,19 0,19	1,08	2,89	
5-4	66	0,0164 0,0244	0,066 0,099	0,083 0,123						0,075	100	0,005		0,003	3,37			100,200 100,000
5-5	30	0,0075 0,0111	0,097 0,145	0,105 0,156	0,075	100	0,005	0,033	3,32	100,000 99,000	97,974 97,800	2,03 1,20	1,20	0,46 0,46	0,19 0,19	1,08	2,89	
5-6	86	0,0214 0,0318	0,105 0,156	0,126 0,187						0,075	100	0,005		0,017	3,28			99,000 97,500
5-7	94	0,0234 0,0348	0,126 0,187	0,150 0,222	0,075	100	0,005	0,015	3,24	97,500 96,100	96,300 94,900	1,20 1,20	1,20	0,46 0,46	0,19 0,19	1,08	2,89	
5-8	91	0,0226 0,0336	0,150 0,222	0,172 0,256						0,075	100	0,005		0,003	3,19			96,100 95,851
4-1	71	0,0177 0,0262	0,000 0,000	0,018 0,026	0,075	100	0,005	0,000	3,51	101,200 101,200	100,000 99,645	1,20 1,56	1,56	0,46 0,46	0,19 0,19	1,08	2,89	
4-2	50	0,0124 0,0185	0,018 0,026	0,030 0,045						0,075	100	0,005		0,023	3,48			101,200 100,059
3-1	99	0,0246 0,0366	0,000 0,000	0,025 0,037	0,075	100	0,005	0,005	3,49	101,969 101,450	100,769 100,250	1,20 1,20	1,20	0,46 0,46	0,19 0,19	1,08	2,89	
3-2	59	0,0147 0,0218	0,025 0,037	0,039 0,058						0,075	100	0,005		0,025	3,46			101,450 100,000
3-3	63	0,0157 0,0233	0,039 0,058	0,055 0,082	0,075	100	0,005	0,016	3,43	100,000 99,000	98,800 97,800	1,20 1,20	1,20	0,46 0,46	0,19 0,19	1,08	2,89	
2-1	94	0,0234 0,0348	0,000 0,000	0,023 0,035						0,075	100	0,005		0,013	3,49			101,000 99,800
1-1	98	0,0244 0,0362	0,000 0,000	0,024 0,036	0,075	100	0,005	0,014	3,49	101,200 99,800	100,000 98,600	1,20 1,20	1,20	0,46 0,46	0,19 0,19	1,08	2,89	
1-2	72	0,0179 0,0266	0,024 0,036	0,042 0,063						0,075	100	0,005		0,000	3,45			99,800 99,800
1-3	59	0,0147 0,0218	0,066 0,098	0,080 0,119	0,075	100	0,005	0,014	3,37	99,800 99,000	98,240 97,800	1,56 1,20	1,20	0,46 0,46	0,19 0,19	1,08	2,89	
1-4	99	0,0246 0,0366	0,135 0,201	0,160 0,238						0,075	100	0,005		0,005	3,22			99,000 98,500
1-5	74	0,0184 0,0274	0,160 0,238	0,178 0,265	0,075	100	0,005	-0,021	3,18	98,500 100,059	97,300 96,930	1,20 3,13	3,13	0,46 0,46	0,19 0,19	1,08	2,89	
1-6	79	0,0197 0,0292	0,202 0,300	0,221 0,329						0,075	100	0,005		0,003	3,11			100,059 99,800
1-7	93	0,0231 0,0344	0,394 0,585	0,417 0,619	0,075	100	0,005	0,013	2,82	99,800 98,600	96,535 96,070	3,27 2,53	2,53	0,46 0,46	0,19 0,19	1,08	2,89	
1-8	96	0,0239 0,0355	0,417 0,619	0,441 0,655						0,075	100	0,005		0,020	2,79			98,600 96,649
1-9	94	0,0234 0,0348	0,471 0,700	0,494 0,734	0,075	100	0,005	-0,010	2,72	96,649 97,571	95,449 94,979	1,20 2,59	2,59	0,46 0,46	0,19 0,19	1,08	2,89	

1-10	75	0,0187	0,494	0,513	0,075	100	0,005	0,023	2,70	97,571	94,979	2,59	1,25	0,46	0,19	1,08	2,89					
		0,0277	0,734	0,762						95,851	94,604	1,25		0,46	0,19							
1-11	78	0,0194	0,685	0,704	0,075	100	0,005	0,054	2,49	95,851	94,445	1,41	1,20	0,53	0,19	1,18	3,03					
		0,0288	1,018	1,047						91,627	90,427	1,20		0,53	0,19							
1-12	51	0,0127	0,704	0,717	0,075	100	0,005	0,034	2,48	91,627	90,427	1,20	1,20	0,54	0,19	1,22	3,08					
		0,0189	1,047	1,066						89,913	88,713	1,20		0,54	0,19							
1-13	45	0,0112	0,740	0,752	0,075	100	0,005	0,071	2,45	89,913	88,713	1,20	1,20	0,56	0,19	1,22	3,07					
		0,0166	1,100	1,117						86,715	85,515	1,20		0,56	0,19							
1-14	72	0,0179	0,752	0,769	0,075	100	0,005	0,040	2,43	86,715	85,182	1,53	1,20	0,56	0,19	1,22	3,07					
		0,0266	1,117	1,144						83,837	82,637	1,20		0,56	0,19							
1-15	34	0,0085	0,769	0,778	0,075	100	0,005	0,054	2,42	83,837	82,637	1,20	1,20	0,57	0,19	1,23	3,09	Chega na EEE 1				
		0,0126	1,144	1,156						82,000	80,800	1,20		0,57	0,19							
TOTAL		2618																	MEDIA	1,08	2,89	

Observação: Em lugar dos valores de vazão jusante < 1,5 l/s, foi utilizado esse valor no cálculo dos demais parâmetros.

APENDICE B- Redimensionamento da rede coletora com DN de 100 mm considerando a vazão mínima (Subbacia 2)

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIENCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS
AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO PROPOSTO PARA O MUNICÍPIO DE SÃO FÉLIX DO TOCANTINS

SUB-BACIA 2

DADOS						
K1=	1,2	Pop. inicial	1010	Inf. Alta=	0,00015	q (l hab/dia)= 150
K2=	1,5	Pop. Final	1498	Inf. Baixa=	0,00015	C= 0,8

Taxa de Contribuição Linear	
INICIAL (Ti)	0,0002
FINAL (Tf)	0,0003

Profundidade adotada para o coletor:	1,15
--------------------------------------	------

DIMENSIONAMENTO DE REDE COLETORA

TRECHO	EXTENSÃO	CONT. LINEAR DO TRECHO	VAZÃO MONTANTE	VAZÃO JUSANTE	DIÂMETRO *cálculo (m)	DIÂMETRO *adotado (mm)	DECLIVIDADE l/mín (mm)	DECLIVIDADE TERRENO (mm)	DECLIVIDADE MÁXIMA (mm)	COTA TERRENO	COTA COLETOR	PROFUNDIDADE COLETOR	PROFUNDIDADE PV /PI	LÂMINA LÍQUIDA Y/D	Vi (m/s) Vf (m/s)	TENSÃO TRATIVA (Pa)	Vc (m/s)	Obs.
		INICIAL	INICIAL	INICIAL						MONTANTE	MONTANTE	MONTANTE						
		FINAL	FINAL	FINAL						JUSANTE	JUSANTE	JUSANTE						
10-1	81	0,020	0,00	0,020	0,075	100	0,005	-0,004	3,51	102,479	101,279	1,20	1,93	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,024	0,00	0,024						102,800	100,874	1,93		0,46	0,19			
9-1	82	0,020	0,00	0,020	0,075	100	0,005	0,051	3,51	102,201	101,001	1,20	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,024	0,00	0,024						98,000	96,800	1,20		0,46	0,19			
9-2	74	0,018	0,02	0,039	0,075	100	0,005	0,040	3,48	98,000	96,800	1,20	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,022	0,02	0,046						95,040	93,840	1,20		0,46	0,19			
8-1	79	0,020	0,00	0,020	0,069	100	0,005	0,008	3,51	102,800	101,600	1,20	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,023	0,00	0,023						102,198	100,998	1,20		0,46	0,19			
7-1	80	0,020	0,00	0,020	0,075	100	0,005	0,007	3,51	105,750	104,550	1,20	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,024	0,00	0,024						105,180	103,980	1,20		0,46	0,19			
7-2	74	0,018	0,02	0,038	0,075	100	0,005	0,023	3,48	105,180	103,980	1,20	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,022	0,02	0,046						103,500	102,300	1,20		0,46	0,19			
7-3	58	0,014	0,04	0,053	0,075	100	0,005	0,022	3,45	103,500	102,300	1,20	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,017	0,05	0,063						102,198	100,998	1,20		0,46	0,19			
7-4	86	0,021	0,07	0,094	0,075	100	0,005	0,040	3,38	102,198	100,998	1,20	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,025	0,09	0,112						98,800	97,600	1,20		0,46	0,19			
7-5	88	0,022	0,09	0,116	0,075	100	0,005	0,043	3,35	98,800	97,600	1,20	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,026	0,11	0,138						95,059	93,859	1,20		0,46	0,19			
6-1	33	0,008	0,00	0,008	0,075	100	0,005	-0,030	3,53	104,701	103,501	1,20	2,36	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,010	0,00	0,010						105,700	103,336	2,36		0,46	0,19			
6-2	72	0,018	0,01	0,026	0,075	100	0,005	0,024	3,50	105,700	103,336	2,36	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,021	0,01	0,031						104,000	102,800	1,20		0,46	0,19			
6-3	60	0,015	0,03	0,041	0,057	100	0,005	0,020	3,47	104,000	102,800	1,20	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,018	0,03	0,049						102,800	101,600	1,20		0,46	0,19			
6-4	97	0,024	0,06	0,085	0,075	100	0,005	0,029	3,40	102,800	100,874	1,93	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,029	0,07	0,102						99,998	98,798	1,20		0,46	0,19			
6-5	78	0,019	0,09	0,105	0,046	100	0,005	0,060	3,36	99,998	98,798	1,20	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,023	0,10	0,125						95,300	94,100	1,20		0,46	0,19			
6-6	91	0,023	0,10	0,127	0,075	100	0,005	0,003	3,33	95,300	94,100	1,20	1,41	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,027	0,12	0,152						95,059	93,645	1,41		0,46	0,19			
6-7	20	0,005	0,24	0,248	0,075	100	0,005	0,001	3,15	95,059	93,645	1,41	1,50	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,006	0,29	0,296						95,040	93,545	1,50		0,46	0,19			
6-8	91	0,023	0,29	0,309	0,064	100	0,005	0,011	3,06	95,040	93,545	1,50	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,027	0,34	0,369						94,043	92,843	1,20		0,46	0,19			
5-1	68	0,017	0,00	0,017	0,075	100	0,005	0,014	3,52	104,286	103,086	1,20	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,020	0,00	0,020						103,350	102,150	1,20		0,46	0,19			
5-2	54	0,013	0,02	0,030	0,075	100	0,005	0,021	3,49	103,350	102,150	1,20	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,016	0,02	0,036						102,201	101,001	1,20		0,46	0,19			
5-3	86	0,021	0,03	0,052	0,075	100	0,005	0,014	3,45	102,201	101,001	1,20	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,025	0,04	0,062						101,038	99,838	1,20		0,46	0,19			
4-1	80	0,020	0,00	0,020	0,075	100	0,005	0,004	3,51	104,286	103,086	1,20	1,26	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,024	0,00	0,024						103,950	102,686	1,26		0,46	0,19			
3-1	76	0,019	0,00	0,019	0,075	100	0,005	0,001	3,51	105,266	104,066	1,20	1,47	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,023	0,00	0,023						105,157	103,686	1,47		0,46	0,19			
2-1	88	0,022	0,00	0,022	0,075	100	0,005	0,007	3,51	105,750	104,550	1,20	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,026	0,00	0,026						105,157	103,957	1,20		0,46	0,19			
2-2	60	0,015	0,04	0,056	0,056	100	0,005	0,023	3,45	105,157	103,686	1,47	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,018	0,05	0,066						103,766	102,566	1,20		0,46	0,19			
2-3	47	0,012	0,06	0,067	0,100	100	0,005	0,001	3,43	103,766	102,566	1,20	1,39	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,014	0,07	0,080						103,719	102,331	1,39		0,46	0,19			
1-1	73	0,018	0,00	0,018	0,075	100	0,005	0,015	3,51	105,000	103,800	1,20	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,022	0,00	0,022						103,879	102,679	1,20		0,46	0,19			
1-2	48	0,012	0,33	0,341	0,075	100	0,005	0,002	3,02	103,879	102,679	1,20	1,36	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,014	0,39	0,407						103,800	102,439	1,36		0,46	0,19			
1-3	52	0,013	0,43	0,440	0,092	100	0,005	0,002	3,01	103,800	102,439	1,36	1,54	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,015	0,41	0,422						103,719	102,179	1,54		0,46	0,19			

1-4	18	0,004	0,51	0,511	0,075	100	0,005	-0,013	2,92	103,719	102,179	1,54	1,86	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,005	0,50	0,508						103,950	102,089	1,86		0,46	0,19			
1-5	74	0,018	0,53	0,550	0,075	100	0,005	0,021	2,88	103,950	102,089	1,86	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,022	0,53	0,554						102,400	101,200	1,20		0,46	0,19			
1-6	59	0,015	0,55	0,564	0,056	100	0,005	0,023	2,86	102,400	101,200	1,20	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,017	0,55	0,571						101,038	99,838	1,20		0,46	0,19			
1-7	91	0,023	0,62	0,639	0,075	100	0,005	0,043	2,78	101,038	99,838	1,20	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,027	0,63	0,660						97,138	95,938	1,20		0,46	0,19			
1-8	79	0,020	0,64	0,658	0,050	100	0,005	0,039	2,76	97,138	95,938	1,20	1,20	0,46	0,19	1,09	2,91	
		0,023	0,66	0,683						94,043	92,843	1,20		0,47	0,19			
1-9	38	0,009	0,97	0,977	0,075	100	0,005	0,031	2,48	94,043	92,843	1,20	1,20	0,52	0,19	1,29	3,17	
		0,011	1,05	1,063						92,874	91,674	1,20		0,63	0,19			
1-10	34	0,008	0,98	0,986	0,075	100	0,005	0,026	2,43	92,874	91,674	1,20	1,20	0,52	0,19	1,33	3,21	
		0,010	1,14	1,154						91,976	90,776	1,20		0,67	0,19			
1-11	26	0,006	0,99	0,992	0,052	100	0,005	0,033	2,42	91,976	90,776	1,20	1,20	0,52	0,19	1,33	3,22	CHEGA NA EEE 2
		0,008	1,15	1,161						91,124	89,924	1,20		0,68	0,19			
TOTAL	2395													MEDIA	1,08	2,89		

Observação: Em lugar dos valores de vazão jusante < 1,5 l/s, foi utilizado esse valor no cálculo dos demais parâmetros.

APENDICE C– Redimensionamento da rede coletora com DN de 100 mm considerando a vazão mínima (Subbacia 3)

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIENCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS
AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO PROPOSTO PARA O MUNICÍPIO DE SÃO FÉLIX DO TOCANTINS

SUB-BACIA 3

DADOS						
K1=	1,2	Pop. inicial	1010	Inf. Alta=	0,00015	q (l hab/dia)= 150
K2=	1,5	Pop. Final	1498	Inf. Baixa=	0,00015	C= 0,8

Taxa de Contribuição Linear	
INICIAL (Ti)	0,0002
FINAL (Tf)	0,0003

Profundidade adotada para o coletor:	1,15
--------------------------------------	------

DIMENSIONAMENTO DE REDE COLETORA																		
TRECHO	EXTENSÃO	CONT. LINEAR DO TRECHO	VAZÃO MONTANTE	VAZÃO JUSANTE	DIÂMETRO *cálculo (m)	DIÂMETRO *adotado (mm)	DECLIVIDADE l _{mín} (mm)	DECLIVIDADE TERRENO (mm)	DECLIVIDADE MÁXIMA (mm)	COTA TERRENO	COTA COLETOR	PROFUNDIDADE COLETOR	PROFUNDIDADE PV /PI	LÂMINA LÍQUIDA Y/D	Vi (m/s) Vf (m/s)	TENSÃO TRATIVA (Pa)	Vc (m/s)	Obs.
		INICIAL	INICIAL	INICIAL						MONTANTE	MONTANTE	MONTANTE						
		FINAL	FINAL	FINAL						JUSANTE	JUSANTE	JUSANTE						
5-1	91	0,023	0,00	0,02	0,075	100	0,005	0,025	3,51	103,047	101,847	1,20	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,027	0,00	0,03						100,790	99,590	1,20		0,46	0,19			
		0,020	0,00	0,02						105,266	104,066	1,20		0,46	0,19			
4-1	81	0,024	0,00	0,02	0,075	100	0,005	0,001	3,51	105,153	103,661	1,49	1,49	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,019	0,00	0,02						105,750	104,550	1,20		0,46	0,19			
		0,023	0,00	0,02						105,153	103,953	1,20		0,46	0,19			
3-1	77	0,017	0,04	0,06	0,075	100	0,005	0,008	3,51	105,153	103,661	1,49	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,020	0,05	0,07						104,000	102,800	1,20		0,46	0,19			
		0,019	0,06	0,07						104,000	102,800	1,20		0,46	0,19			
3-3	76	0,023	0,07	0,09	0,075	100	0,005	0,018	3,41	102,623	101,423	1,20	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,024	0,00	0,02						105,151	103,951	1,20		0,46	0,19			
		0,028	0,00	0,03						103,542	102,342	1,20		0,46	0,19			
1-1	65	0,016	0,00	0,02	0,075	100	0,005	0,026	3,52	102,831	101,631	1,20	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,019	0,00	0,02						101,165	99,965	1,20		0,46	0,19			
		0,014	0,02	0,03						101,165	99,965	1,20		0,46	0,19			
1-2	55	0,016	0,02	0,04	0,075	100	0,005	0,003	3,49	100,989	99,690	1,30	1,30	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,022	0,03	0,05						100,989	99,690	1,30		0,46	0,19			
		0,026	0,04	0,06						100,790	99,250	1,54		0,46	0,19			
1-3	88	0,024	0,07	0,10	0,075	100	0,005	0,002	3,45	100,790	99,250	1,54	1,54	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,028	0,09	0,12						102,623	98,775	3,85		0,46	0,19			
		0,025	0,17	0,20						102,623	98,775	3,85		0,46	0,19			
1-4	95	0,029	0,21	0,24	0,075	100	0,005	-0,019	3,38	103,542	98,280	5,26	5,26	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,014	0,22	0,24						103,542	98,280	5,26		0,46	0,19			
		0,017	0,26	0,28						103,000	97,990	5,01		0,46	0,19			
1-5	58	0,014	0,24	0,25	0,075	100	0,005	0,011	3,15	103,000	97,990	5,01	4,66	0,46	0,19	1,08	2,89	COLETOR
		0,017	0,28	0,30						102,365	97,705	4,66		0,46	0,19			
TOTAL	1004														MEDIA	1,08	2,89	

Observação: Em lugar dos valores de vazão jusante < 1,5 l/s, foi utilizado esse valor no cálculo dos demais parâmetros.

APENDICE D- Redimensionamento da rede coletora com DN de 100 mm considerando a vazão mínima (Coletor)

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS
AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO PROPOSTO PARA O MUNICÍPIO DE SÃO FÉLIX DO TOCANTINS

COLETOR

DADOS					
K1=	1,2	Pop. inicial	1010	Inf. Alta=	0,00015
K2=	1,5	Pop. Final	1498	Inf. Baixa=	0,00015
				q (l hab/dia)=	150
				C=	0,8

Taxa de Contribuição Linear	
INICIAL (Ti)	0,00000
FINAL (Tf)	0,00000

Profundidade adotada para o coletor:	1,15
--------------------------------------	------

DIMENSIONAMENTO DE REDE COLETORA

TRECHO	EXTENSÃO	CONT. LINEAR DO TRECHO	VAZÃO MONTANTE	VAZÃO JUSANTE	DIÂMETRO *cálculo (m)	DIÂMETRO *adotado (mm)	DECLIVIDADE Imín (mm)	DECLIVIDADE TERRENO (mm)	DECLIVIDADE MÁXIMA (mm)	COTA TERRENO	COTA COLETOR	PROFUNDIDADE COLETOR	PROFUNDIDADE PV /PI	LÂMINA LÍQUIDA Y/D	Vi (m/s) Vf (m/s)	TENSÃO TRATIVA (Pa)	Vc (m/s)	Obs.
		INICIAL	INICIAL	INICIAL						MONTANTE	MONTANTE	MONTANTE						
		FINAL	FINAL	FINAL						JUSANTE	JUSANTE	JUSANTE						
1-1	48	0,000	1,770	1,770	0,090	150	0,004	0,010	2,66	103,761	102,561	1,20	1,20	0,43	0,10	3,78	3,73	
		0,000	2,317	2,317						103,300	102,100	1,20		0,54	0,13			
1-2	65	0,000	1,770	1,770	0,090	150	0,004	0,014	2,66	103,300	102,100	1,20	1,20	0,43	0,10	5,66	3,73	
		0,000	2,317	2,317						102,365	101,165	1,20		0,54	0,13			
1-3	81	0,000	2,020	2,020	0,095	150	0,004	0,029	2,45	102,365	101,165	1,20	2,33	0,47	0,11	12,16	3,83	
		0,000	2,615	2,615						100,000	97,665	2,33		0,60	0,15			
1-4	91	0,000	2,020	2,020	0,095	150	0,004	0,027	2,45	100,000	97,260	2,74	1,20	0,47	0,11	11,44	3,83	
		0,000	2,615	2,615						97,500	96,300	1,20		0,60	0,15			
1-5	71	0,000	2,020	2,020	0,095	150	0,004	0,028	2,45	97,500	96,300	1,20	1,20	0,47	0,11	11,73	3,83	
		0,000	2,615	2,615						95,500	94,300	1,20		0,60	0,15			
1-6	84	0,000	2,020	2,020	0,095	150	0,004	0,030	2,45	95,500	94,300	1,20	1,20	0,47	0,11	12,39	3,83	
		0,000	2,615	2,615						93,000	91,800	1,20		0,60	0,15			
1-7	60	0,000	2,020	2,020	0,095	150	0,004	0,067	2,45	93,000	91,800	1,20	1,20	0,47	0,11	27,76	3,83	
		0,000	2,615	2,615						89,000	87,800	1,20		0,60	0,15			
1-8	62	0,000	2,020	2,020	0,095	150	0,004	0,024	2,45	89,000	87,800	1,20	1,20	0,47	0,11	10,07	3,83	
		0,000	2,615	2,615						87,500	86,300	1,20		0,60	0,15			
1-9	28	0,000	2,020	2,020	0,095	150	0,004	0,018	2,45	87,500	86,300	1,20	1,20	0,47	0,11	7,44	3,83	
		0,000	2,615	2,615						87,000	85,800	1,20		0,60	0,15			
1-10	62	0,000	2,020	2,020	0,095	150	0,004	-0,005	2,45	87,000	85,800	1,20	1,81	0,47	0,11	1,65	3,83	
		0,000	2,615	2,615						87,300	85,490	1,81		0,60	0,15			
1-11	60	0,000	2,020	2,020	0,095	150	0,004	-0,028	2,45	87,300	85,490	1,81	3,81	0,47	0,11	1,65	3,83	
		0,000	2,615	2,615						89,000	85,190	3,81		0,60	0,15			
1-12	85	0,000	2,020	2,020	0,095	150	0,004	0,002	2,45	89,000	85,190	3,81	4,04	0,48	0,11	1,66	3,85	
		0,000	2,615	2,615						88,800	84,765	4,04		0,61	0,15			
1-13	97	0,000	2,020	2,020	0,085	150	0,004	0,007	2,45	88,800	84,765	4,04	3,82	0,48	0,11	3,03	3,85	
		0,000	2,615	2,615						88,100	84,280	3,82		0,61	0,15			
1-14	64	0,000	2,020	2,020	0,095	150	0,004	0,014	2,45	88,100	84,280	3,82	3,24	0,48	0,11	5,90	3,85	
		0,000	2,615	2,615						87,200	83,960	3,24		0,61	0,15			
1-15	60	0,000	2,020	2,020	0,095	150	0,004	0,020	2,45	87,200	83,960	3,24	2,34	0,48	0,11	8,40	3,85	
		0,000	2,615	2,615						86,000	83,660	2,34		0,61	0,15			
1-16	67	0,000	2,020	2,020	0,095	150	0,004	0,037	2,45	86,000	83,660	2,34	0,18	0,48	0,11	15,67	3,85	CHEGA NA ETE
		0,000	2,615	2,615						83,500	83,32	0,18		0,61	0,15			
TOTAL	1085														MÉDIA	7,92	3,83	

Observação: Em lugar dos valores de vazão jusante < 1,5 l/s, foi utilizado esse valor no cálculo dos demais parâmetros.

APENDICE E- Redimensionamento da rede coletora com DN de 100 mm considerando a vazão média (Subbacia 1)

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIENCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS
AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO PROPOSTO PARA O MUNICÍPIO DE SÃO FÉLIX DO TOCANTINS

SUBBACIA 1

DADOS						
K1=	1,2	Pop. inicial	1010,000	Inf. Alta=	0,00015	q (l hab/dia)= 150
K2=	1,5	Pop. Final	1498,000	Inf. Baixa=	0,00015	C= 0,8

Taxa de Contribuição Linear(L/s*m)	
INICIAL (Ti)	0,0003
FINAL (Tf)	0,0004

Profundidade adotada para o coletor:	1,15
--------------------------------------	------

DIMENSIONAMENTO DA REDE COLETORA

TRECHO	EXTENSÃO	CONT. LINEAR DO TRECHO	VAZÃO MONTANTE	VAZÃO JUSANTE	DIÂMETRO *cálculo (m)	DIÂMETRO *adotado (mm)	DECLIVIDADE lmin (m/m)	DECLIVIDADE TERRENO (m/m)	DECLIVIDADE MÁXIMA (m/m)	COTA TERRENO	COTA COLETOR	PROFUNDIDA DE COLETOR	PROFUNDIDADE PV /PI	LÂMINA LÍQUIDA Y/D	Vi (m/s) Vf (m/s)	TENSÃO TRATIVA (Pa)	Vc (m/s)	Obs.
		INICIAL	INICIAL	INICIAL						MONTANTE	MONTANTE	MONTANTE						
		FINAL	FINAL	FINAL						JUSANTE	JUSANTE	JUSANTE						
8-1	90	0,0313	0,000	0,031	0,075	100	0,005	0,0105	3,49	90,152	88,952	1,20	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,0399	0,000	0,040						89,208	88,008	1,20		0,46	0,19			
8-2	80	0,0278	0,031	0,059	0,075	100	0,005	0,025	3,43	89,208	88,008	1,20	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,0354	0,040	0,075						87,202	86,002	1,20		0,46	0,19			
8-3	79	0,0275	0,059	0,087	0,075	100	0,005	-0,008	3,38	87,202	86,002	1,20	2,19	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,0350	0,075	0,110						87,800	85,607	2,19		0,46	0,19			
8-4	85	0,0295	0,087	0,116	0,075	100	0,005	0,013	3,33	87,800	86,650	1,15	1,53	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,0377	0,110	0,148						86,715	85,182	1,53		0,46	0,19			
7-1	95	0,0330	0,000	0,033	0,075	100	0,005	0,025	3,48	93,969	92,769	1,20	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,0421	0,000	0,042						91,627	90,427	1,20		0,46	0,19			
6-1	58	0,0202	0,000	0,020	0,075	100	0,005	0,024	3,51	101,414	100,214	1,20	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,0257	0,000	0,026						100,000	98,800	1,20		0,46	0,19			
5-1	60	0,0209	0,000	0,021	0,075	100	0,005	0,029	3,51	101,969	100,769	1,20	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,0266	0,000	0,027						100,249	99,049	1,20		0,46	0,19			
5-2	66	0,0229	0,021	0,044	0,075	100	0,005	0,001	3,46	100,249	99,049	1,20	1,48	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,0292	0,027	0,056						100,200	98,719	1,48		0,46	0,19			
5-3	83	0,0288	0,044	0,073	0,075	100	0,005	-0,018	3,41	98,719	98,719	0,00	1,90	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,0368	0,056	0,093						100,200	98,304	1,90		0,46	0,19			
5-4	66	0,0229	0,093	0,116	0,075	100	0,005	0,003	3,33	100,200	98,304	1,90	2,03	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,0292	0,118	0,148						100,000	97,974	2,03		0,46	0,19			
5-5	30	0,0104	0,136	0,146	0,075	100	0,005	0,033	3,28	100,000	97,974	2,03	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,0133	0,173	0,186						99,000	97,800	1,20		0,46	0,19			
5-6	86	0,0299	0,146	0,176	0,075	100	0,005	0,017	3,23	99,000	97,800	1,20	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,0381	0,186	0,225						97,500	96,300	1,20		0,46	0,19			
5-7	94	0,0327	0,176	0,209	0,075	100	0,005	0,015	3,18	97,500	96,300	1,20	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,0416	0,225	0,266						96,100	94,900	1,20		0,46	0,19			
5-8	91	0,0316	0,209	0,240	0,075	100	0,005	0,003	3,13	96,100	94,900	1,20	1,41	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,0403	0,266	0,307						95,851	94,445	1,41		0,46	0,19			
4-1	71	0,0247	0,000	0,025	0,075	100	0,005	0,000	3,50	101,200	100,000	1,20	1,56	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,0314	0,000	0,031						101,200	99,645	1,56		0,46	0,19			
4-2	50	0,0174	0,025	0,042	0,075	100	0,005	0,023	3,47	101,200	99,645	1,56	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,0221	0,031	0,054						100,059	98,859	1,20		0,46	0,19			
3-1	99	0,0344	0,000	0,034	0,075	100	0,005	0,005	3,48	101,969	100,769	1,20	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,0439	0,000	0,044						101,450	100,250	1,20		0,46	0,19			
3-2	59	0,0205	0,034	0,055	0,075	100	0,005	0,025	3,44	101,450	100,250	1,20	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,0261	0,044	0,070						100,000	98,800	1,20		0,46	0,19			
3-3	63	0,0219	0,055	0,077	0,075	100	0,005	0,016	3,40	100,000	98,800	1,20	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,0279	0,070	0,098						99,000	97,800	1,20		0,46	0,19			
2-1	94	0,0327	0,000	0,033	0,075	100	0,005	0,013	3,48	101,000	99,800	1,20	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,0416	0,000	0,042						99,800	98,600	1,20		0,46	0,19			
1-1	98	0,0341	0,000	0,034	0,075	100	0,005	0,014	3,48	101,200	100,000	1,20	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,0434	0,000	0,043						99,800	98,600	1,20		0,46	0,19			

1-2	72	0,0250	0,034	0,059	0,075	100	0,005	0,000	3,43	99,800	98,600	1,20	1,56	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,0319	0,043	0,075						99,800	98,240	1,56		0,46	0,19			
1-3	59	0,0205	0,092	0,112	0,075	100	0,005	0,014	3,34	99,800	98,240	1,56	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,0261	0,117	0,143						99,000	97,800	1,20		0,46	0,19			
1-4	99	0,0344	0,189	0,223	0,075	100	0,005	0,005	3,16	99,000	97,800	1,20	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,0439	0,241	0,285						98,500	97,300	1,20		0,46	0,19			
1-5	74	0,0257	0,223	0,249	0,075	100	0,005	-0,021	3,12	98,500	97,300	1,20	3,13	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,0328	0,285	0,318						100,059	96,930	3,13		0,46	0,19			
1-6	79	0,0275	0,282	0,309	0,075	100	0,005	0,003	3,04	100,059	96,930	3,13	3,27	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,0350	0,359	0,394						99,800	96,535	3,27		0,46	0,19			
1-7	93	0,0323	0,550	0,582	0,075	100	0,005	0,013	2,71	99,800	96,535	3,27	2,53	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,0412	0,701	0,742						98,600	96,070	2,53		0,46	0,19			
1-8	96	0,0334	0,582	0,615	0,075	100	0,005	0,020	2,68	98,600	96,070	2,53	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,0425	0,742	0,784						96,649	95,449	1,20		0,46	0,19			
1-9	94	0,0327	0,658	0,690	0,075	100	0,005	-0,010	2,61	96,649	95,449	1,20	2,59	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,0416	0,838	0,880						97,571	94,979	2,59		0,46	0,19			
1-10	75	0,0261	0,690	0,716	0,075	100	0,005	0,023	2,58	97,571	94,979	2,59	1,25	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,0332	0,880	0,913						95,851	94,604	1,25		0,46	0,19			
1-11	78	0,0271	0,957	0,984	0,075	100	0,005	0,054	2,37	95,851	94,445	1,41	1,20	0,53	0,19	1,18	3,03	
		0,0346	1,219	1,254						91,627	90,427	1,20		0,53	0,19			
1-12	51	0,0177	0,984	1,002	0,075	100	0,005	0,034	2,35	91,627	90,427	1,20	1,20	0,54	0,19	1,22	3,08	
		0,0226	1,254	1,277						89,913	88,713	1,20		0,54	0,19			
1-13	45	0,0156	1,034	1,050	0,075	100	0,005	0,071	2,32	89,913	88,713	1,20	1,20	0,56	0,19	1,22	3,07	
		0,0199	1,318	1,338						86,715	85,515	1,20		0,56	0,19			
1-14	72	0,0250	1,050	1,075	0,075	100	0,005	0,040	2,30	86,715	85,182	1,53	1,20	0,56	0,19	1,22	3,07	
		0,0319	1,338	1,370						83,837	82,637	1,20		0,56	0,19			
1-15	34	0,0118	1,075	1,087	0,075	100	0,005	0,054	2,29	83,837	82,637	1,20	1,20	0,57	0,19	1,23	3,09	Chega na EEE 1
		0,0151	1,370	1,385						82,000	80,800	1,20		0,57	0,19			
TOTAL	2618															MÉDIA	1,08	2,89

Observação: Em lugar dos valores de vazão jusante < 1,5 l/s, foi utilizado esse valor no cálculo dos demais parâmetros.

APENDICE F- Redimensionamento da rede coletora com DN de 100 mm considerando a vazão média (Subbacia 2)

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIENCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS
AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO PROPOSTO PARA O MUNICÍPIO DE SÃO FÉLIX DO TOCANTINS

SUB-BACIA 2

DADOS					
K1=	1,2	Pop. inicial	1010	Inf. Alta=	0,00015
K2=	1,5	Pop. Final	1498	Inf. Baixa=	0,00015
				q (l hab/dia)=	150
				C=	0,8

Taxa de Contribuição Linear	
INICIAL (Ti)	0,0003
FINAL (Tf)	0,0004

Profundidade adotada para o coletor:	1,15
--------------------------------------	------

DIMENSIONAMENTO DE REDE COLETORA

TRECHO	EXTENSÃO	CONT. LINEAR DO TRECHO	VAZÃO MONTANTE	VAZÃO JUSANTE	DIÂMETRO *cálculo (m)	DIÂMETRO *adotado (mm)	DECLIVIDADE l/mín (mm)	DECLIVIDADE TERRENO (mm)	DECLIVIDADE MÁXIMA (mm)	COTA TERRENO	COTA COLETOR	PROFUNDIDADE COLETOR	PROFUNDIDADE PV /PI	LÂMINA LÍQUIDA Y/D	Vl (m/s) Vf (m/s)	TENSÃO TRATIVA (Pa)	Vc (m/s)	Obs.
		INICIAL	INICIAL	JUSANTE							COLETOR							
		FINAL	FINAL	FINAL							MONTANTE							
10-1	81	0.028	0.00	0.03	0.075	100	0.005	-0.004	3.49	102.479	101.279	1.20	1.93	0.46	0.19	1.08	2.89	
		0.036	0.00	0.04						102.800	100.874	1.93		0.46	0.19			
9-1	82	0.028	0.00	0.03	0.075	100	0.005	0.051	3.49	102.201	101.001	1.20	1.20	0.46	0.19	1.08	2.89	
		0.036	0.00	0.04						98.000	96.800	1.20		0.46	0.19			
9-2	74	0.026	0.03	0.05	0.075	100	0.005	0.040	3.44	98.000	96.800	1.20	1.20	0.46	0.19	1.08	2.89	
		0.033	0.04	0.07						95.040	93.840	1.20		0.46	0.19			
8-1	79	0.027	0.00	0.03	0.069	100	0.005	0.008	3.49	102.800	101.600	1.20	1.20	0.46	0.19	1.08	2.89	
		0.035	0.00	0.03						102.198	100.998	1.20		0.46	0.19			
7-1	80	0.028	0.00	0.03	0.075	100	0.005	0.007	3.49	105.750	104.550	1.20	1.20	0.46	0.19	1.08	2.89	
		0.035	0.00	0.04						105.180	103.980	1.20		0.46	0.19			
7-2	74	0.026	0.03	0.05	0.075	100	0.005	0.023	3.44	105.180	103.980	1.20	1.20	0.46	0.19	1.08	2.89	
		0.033	0.04	0.07						103.500	102.300	1.20		0.46	0.19			
7-3	58	0.020	0.05	0.07	0.075	100	0.005	0.022	3.41	103.500	102.300	1.20	1.20	0.46	0.19	1.08	2.89	
		0.026	0.07	0.09						102.198	100.998	1.20		0.46	0.19			
7-4	86	0.030	0.10	0.13	0.075	100	0.005	0.040	3.31	102.198	100.998	1.20	1.20	0.46	0.19	1.08	2.89	
		0.038	0.13	0.17						98.800	97.600	1.20		0.46	0.19			
7-5	88	0.031	0.13	0.16	0.075	100	0.005	0.043	3.26	98.800	97.600	1.20	1.20	0.46	0.19	1.08	2.89	
		0.039	0.17	0.21						95.059	93.859	1.20		0.46	0.19			
6-1	33	0.011	0.00	0.01	0.075	100	0.005	-0.030	3.53	104.701	103.501	1.20	2.36	0.46	0.19	1.08	2.89	
		0.015	0.00	0.01						105.700	103.336	2.36		0.46	0.19			
6-2	72	0.025	0.01	0.04	0.075	100	0.005	0.024	3.48	105.700	103.336	2.36	1.20	0.46	0.19	1.08	2.89	
		0.032	0.01	0.05						104.000	102.800	1.20		0.46	0.19			
6-3	60	0.021	0.04	0.06	0.057	100	0.005	0.020	3.44	104.000	102.800	1.20	1.20	0.46	0.19	1.08	2.89	
		0.027	0.05	0.07						102.800	101.600	1.20		0.46	0.19			
6-4	97	0.034	0.09	0.12	0.075	100	0.005	0.029	3.33	102.800	100.874	1.93	1.20	0.46	0.19	1.08	2.89	
		0.043	0.11	0.15						99.998	98.798	1.20		0.46	0.19			
6-5	78	0.027	0.12	0.15	0.046	100	0.005	0.060	3.28	99.998	98.798	1.20	1.20	0.46	0.19	1.08	2.89	
		0.035	0.15	0.19						95.300	94.100	1.20		0.46	0.19			
6-6	91	0.032	0.15	0.18	0.075	100	0.005	0.003	3.23	95.300	94.100	1.20	1.41	0.46	0.19	1.08	2.89	
		0.040	0.19	0.23						95.059	93.645	1.41		0.46	0.19			
6-7	20	0.007	0.34	0.35	0.075	100	0.005	0.001	2.99	95.059	93.645	1.41	1.50	0.46	0.19	1.08	2.89	
		0.009	0.43	0.44						95.040	93.545	1.50		0.46	0.19			
6-8	91	0.032	0.40	0.43	0.064	100	0.005	0.011	2.88	95.049	93.545	1.50	1.20	0.46	0.19	1.08	2.89	
		0.040	0.51	0.55						94.043	92.843	1.20		0.46	0.19			
5-1	68	0.024	0.00	0.02	0.075	100	0.005	0.014	3.50	104.286	103.086	1.20	1.20	0.46	0.19	1.08	2.89	
		0.030	0.00	0.03						103.350	102.150	1.20		0.46	0.19			
5-2	54	0.019	0.02	0.04	0.075	100	0.005	0.021	3.47	103.350	102.150	1.20	1.20	0.46	0.19	1.08	2.89	
		0.024	0.03	0.05						102.201	101.001	1.20		0.46	0.19			
5-3	86	0.030	0.04	0.07	0.075	100	0.005	0.014	3.41	102.201	101.001	1.20	1.20	0.46	0.19	1.08	2.89	
		0.038	0.05	0.09						101.038	99.838	1.20		0.46	0.19			
4-1	80	0.028	0.00	0.03	0.075	100	0.005	0.004	3.49	104.286	103.086	1.20	1.26	0.46	0.19	1.08	2.89	
		0.035	0.00	0.04						103.950	102.686	1.26		0.46	0.19			
3-1	76	0.026	0.00	0.03	0.075	100	0.005	0.001	3.50	105.266	104.066	1.20	1.47	0.46	0.19	1.08	2.89	
		0.034	0.00	0.03						105.157	103.686	1.47		0.46	0.19			
2-1	88	0.031	0.00	0.03	0.075	100	0.005	0.007	3.49	105.750	104.550	1.20	1.20	0.46	0.19	1.08	2.89	
		0.039	0.00	0.04						105.157	103.957	1.20		0.46	0.19			
2-2	60	0.021	0.06	0.08	0.056	100	0.005	0.023	3.40	105.157	103.686	1.47	1.20	0.46	0.19	1.08	2.89	
		0.027	0.07	0.10						103.766	102.566	1.20		0.46	0.19			
2-3	47	0.016	0.08	0.09	0.100	100	0.005	0.001	3.37	103.766	102.566	1.20	1.39	0.46	0.19	1.08	2.89	
		0.021	0.10	0.12						103.719	102.331	1.39		0.46	0.19			
1-1	73	0.025	0.00	0.03	0.075	100	0.005	0.015	3.50	105.000	103.800	1.20	1.20	0.46	0.19	1.08	2.89	
		0.032	0.00	0.03						103.879	102.679	1.20		0.46	0.19			
1-2	48	0.017	0.46	0.48	0.075	100	0.005	0.002	2.83	103.879	102.679	1.20	1.36	0.46	0.19	1.08	2.89	
		0.021	0.59	0.61						103.800	102.439	1.36		0.46	0.19			
1-3	52	0.018	0.60	0.61	0.092	100	0.005	0.002	2.81	103.800	102.439	1.36	1.54	0.46	0.19	1.08	2.89	
		0.023	0.61	0.63						103.719	102.179	1.54		0.46	0.19			
1-4	18	0.006	0.71	0.71	0.075	100	0.005	-0.013	2.70	103.719	102.179	1.54	1.86	0.46	0.19	1.08	2.89	
		0.008	0.75	0.76						103.950	102.089	1.86		0.46	0.19			
1-5	74	0.026	0.74	0.77	0.075	100	0.005	0.021	2.65	103.950	102.089	1.86	1.20	0.46	0.19	1.08	2.89	
		0.033	0.79	0.83						102.400	101.200	1.20		0.46	0.19			
1-6	59	0.021	0.77	0.79	0.056	100	0.005	0.023	2.63	102.400	101.200	1.20	1.20	0.46	0.19	1.08	2.89	
		0.026	0.83	0.85						101.038	99.838	1.20		0.46	0.19			

1-7	91	0,032	0,86	0,89	0,075	100	0,005	0,043	2,53	101,038	99,838	1,20	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,040	0,95	0,99						97,138	95,938	1,20		0,46	0,19			
1-8	79	0,027	0,89	0,92	0,050	100	0,005	0,039	2,51	97,138	95,938	1,20	1,20	0,46	0,19	1,09	2,91	
		0,035	0,99	1,02						94,043	92,843	1,20		0,47	0,19			
1-9	38	0,013	1,35	1,37	0,077	100	0,005	0,031	3,42	94,043	92,843	1,20	1,20	0,52	0,19	1,29	3,17	
		0,017	1,57	1,59						92,874	91,674	1,20		0,63	0,20			
1-10	34	0,012	1,37	1,38	0,080	100	0,005	0,026	3,23	92,874	91,674	1,20	1,20	0,52	0,19	1,33	3,21	
		0,015	1,71	1,72						91,976	90,776	1,20		0,67	0,22			
1-11	26	0,009	1,38	1,39	0,055	100	0,005	0,033	3,22	91,976	90,776	1,20	1,20	0,52	0,19	1,33	3,22	CHEGA NA EEE 2
		0,012	1,72	1,74						91,124	89,924	1,20		0,68	0,22			
TOTAL	2395																	
														MEDIA	1,08	2,89		

Observação: Em lugar dos valores de vazão jusante < 1,5 l/s, foi utilizado esse valor no cálculo dos demais parâmetros.

APENDICE G– Redimensionamento da rede coletora com DN de 100 mm considerando a vazão média (Subbacia 3)

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIENCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS
AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO PROPOSTO PARA O MUNICÍPIO DE SÃO FÉLIX DO TOCANTINS

SUB-BACIA 3

DADOS						
K1=	1,2	Pop. inicial	1010	Inf. Alta=	0,00015	q (l hab/dia)= 150
K2=	1,5	Pop. Final	1498	Inf. Baixa=	0,00015	C= 0,8

Taxa de Contribuição Linear	
INICIAL (Ti)	0,0003
FINAL (Tf)	0,0004

Profundidade adotada para o coletor:	1,15
--------------------------------------	------

DIMENSIONAMENTO DA REDE COLETORA

TRECHO	EXTENSÃO	CONT. LINEAR DO TRECHO	VAZÃO MONTANTE	VAZÃO JUSANTE	DIÂMETRO *cálculo (m)	DIÂMETRO *adotado (mm)	DECLIVIDADE l/mín (mm)	DECLIVIDADE TERRENO (mm)	DECLIVIDADE MÁXIMA (mm)	COTA TERRENO	COTA COLETOR	PROFUNDIDADE COLETOR	PROFUNDIDADE PV /PI	LÂMINA LÍQUIDA Y/D	Vi (m/s) Vf (m/s)	TENSÃO TRATIVA (Pa)	Vc (m/s)	Obs.
		INICIAL	INICIAL	INICIAL						MONTANTE	MONTANTE	MONTANTE						
		FINAL	FINAL	FINAL						JUSANTE	JUSANTE	JUSANTE						
5-1	91	0,032	0,00	0,03	0,075	100	0,005	0,025	3,49	103,047	101,847	1,20	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,040	0,00	0,04						100,790	99,590	1,20		0,46	0,19			
4-1	81	0,028	0,00	0,03	0,075	100	0,005	0,001	3,49	105,266	104,066	1,20	1,49	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,036	0,00	0,04						105,153	103,661	1,49		0,46	0,19			
3-1	77	0,027	0,00	0,03	0,075	100	0,005	0,008	3,50	105,750	104,550	1,20	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,034	0,00	0,03						105,153	103,953	1,20		0,46	0,19			
3-2	67	0,023	0,05	0,08	0,075	100	0,005	0,017	3,40	105,153	103,661	1,49	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,030	0,07	0,10						104,000	102,800	1,20		0,46	0,19			
3-3	76	0,026	0,08	0,10	0,075	100	0,005	0,018	3,35	104,000	102,800	1,20	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,034	0,10	0,13						102,623	101,423	1,20		0,46	0,19			
2-1	95	0,033	0,00	0,03	0,075	100	0,005	0,017	3,48	105,151	103,951	1,20	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,042	0,00	0,04						103,542	102,342	1,20		0,46	0,19			
1-1	65	0,023	0,00	0,02	0,075	100	0,005	0,026	3,50	102,831	101,631	1,20	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,029	0,00	0,03						101,165	99,965	1,20		0,46	0,19			
1-2	55	0,019	0,02	0,04	0,075	100	0,005	0,003	3,47	101,165	99,965	1,20	1,30	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,024	0,03	0,05						100,989	99,690	1,30		0,46	0,19			
1-3	88	0,031	0,04	0,07	0,075	100	0,005	0,002	3,41	100,989	99,690	1,30	1,54	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,039	0,05	0,09						100,790	99,250	1,54		0,46	0,19			
1-4	95	0,033	0,10	0,14	0,075	100	0,005	-0,019	3,30	100,790	99,250	1,54	3,85	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,042	0,13	0,17						102,623	98,775	3,85		0,46	0,19			
1-5	99	0,034	0,24	0,28	0,075	100	0,005	-0,009	3,08	102,623	98,775	3,85	5,26	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,044	0,31	0,35						103,542	98,280	5,26		0,46	0,19			
1-6	58	0,020	0,31	0,33	0,075	100	0,005	0,009	3,01	103,542	98,280	5,26	5,01	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,026	0,39	0,42						103,000	97,990	5,01		0,46	0,19			
1-7	57	0,020	0,33	0,35	0,075	100	0,005	0,011	2,98	103,000	97,990	5,01	4,66	0,46	0,19	1,08	2,89	VAI PARA O COLETOR
		0,025	0,42	0,44						102,365	97,705	4,66		0,46	0,19			
TOTAL	1004														MEDIA	1,08	2,89	

Observação: Em lugar dos valores de vazão jusante < 1,5 l/s, foi utilizado esse valor no cálculo dos demais parâmetros.

APENDICE H- Redimensionamento da rede coletora com DN de 100 mm considerando a vazão média (Coletor)

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIENCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS
AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO PROPOSTO PARA O MUNICÍPIO DE SÃO FELIX DO TOCANTINS

COLETOR

DADOS						
K1=	1,2	Pop. inicial	1010	Inf. Alta=	0,00015	q (l hab/dia)= 150
K2=	1,5	Pop. Final	1498	Inf. Baixa=	0,00015	C= 0,8

Taxa de Contribuição Linear	
INICIAL (Ti)	0,00000
FINAL (Tf)	0,00000

Profundidade adotada para o coletor:	1,15
--------------------------------------	------

DIMENSIONAMENTO DE REDE COLETORA

TRECHO	EXTENSÃO	CONT. LINEAR DO TRECHO	VAZÃO MONTANTE	VAZÃO JUSANTE	DIÂMETRO *cálculo (m)	DIÂMETRO *adotado (mm)	DECLIVIDADE l _{mín} (mm)	DECLIVIDADE TERRENO (mm)	DECLIVIDADE MÁXIMA (mm)	COTA TERRENO	COTA COLETOR	PROFUNDIDADE COLETOR	PROFUNDIDADE PV /PI	LÂMINA LÍQUIDA Y/D	Vi (m/s) Vf (m/s)	TENSÃO TRATIVA (Pa)	Vc (m/s)	Obs.
		INICIAL	INICIAL	INICIAL						MONTANTE	MONTANTE	MONTANTE						
		FINAL	FINAL	FINAL						JUSANTE	JUSANTE	JUSANTE						
1-1	48	0,000	2,473	2,473	0,104	150	0,004	0,010	2,18	103,761	102,561	1,20	1,20	0,43	0,14	3,78	3,73	
		0,000	3,120	3,120						103,300	102,100	1,20		0,54	0,18			
		0,000	2,473	2,473						103,300	102,100	1,20		0,43	0,14			
1-2	65	0,000	2,473	2,473	0,104	150	0,004	0,014	2,18	102,365	101,165	1,20	1,20	0,43	0,14	5,66	3,73	
		0,000	3,120	3,120						102,365	101,165	1,20		0,54	0,18			
		0,000	2,822	2,822						102,365	101,165	1,20		0,47	0,16			
1-3	81	0,000	2,822	2,822	0,110	150	0,003	0,029	1,99	100,000	97,665	2,33	2,33	0,47	0,16	12,16	3,83	
		0,000	3,565	3,565						100,000	97,665	2,33		0,60	0,20			
		0,000	2,822	2,822						100,000	97,260	2,74		0,47	0,16			
1-4	91	0,000	3,565	3,565	0,110	150	0,003	0,027	1,99	97,500	96,300	1,20	1,20	0,60	0,20	11,44	3,83	
		0,000	2,822	2,822						97,500	96,300	1,20		0,47	0,16			
		0,000	3,565	3,565						95,500	94,300	1,20		0,60	0,20			
1-5	71	0,000	2,822	2,822	0,110	150	0,003	0,028	1,99	95,500	94,300	1,20	1,20	0,47	0,16	11,73	3,83	
		0,000	3,565	3,565						95,500	94,300	1,20		0,60	0,20			
		0,000	2,822	2,822						93,000	91,800	1,20		0,47	0,16			
1-6	84	0,000	3,565	3,565	0,110	150	0,003	0,030	1,99	93,000	91,800	1,20	1,20	0,60	0,20	12,39	3,83	
		0,000	2,822	2,822						93,000	91,800	1,20		0,47	0,16			
		0,000	3,565	3,565						89,000	87,800	1,20		0,60	0,20			
1-7	60	0,000	2,822	2,822	0,110	150	0,003	0,067	1,99	89,000	87,800	1,20	1,20	0,47	0,16	27,76	3,83	
		0,000	3,565	3,565						89,000	87,800	1,20		0,60	0,20			
		0,000	2,822	2,822						87,500	86,300	1,20		0,47	0,16			
1-8	62	0,000	3,565	3,565	0,110	150	0,003	0,024	1,99	87,500	86,300	1,20	1,20	0,60	0,20	10,07	3,83	
		0,000	2,822	2,822						87,500	86,300	1,20		0,47	0,16			
		0,000	3,565	3,565						87,000	85,800	1,20		0,60	0,20			
1-9	28	0,000	2,822	2,822	0,110	150	0,003	0,018	1,99	87,000	85,800	1,20	1,20	0,47	0,16	7,44	3,83	
		0,000	3,565	3,565						87,000	85,800	1,20		0,60	0,20			
		0,000	2,822	2,822						87,000	85,800	1,20		0,47	0,16			
1-10	62	0,000	3,565	3,565	0,110	150	0,003	-0,005	1,99	87,300	85,490	1,81	1,81	0,60	0,20	1,41	3,83	
		0,000	2,822	2,822						87,300	85,490	1,81		0,47	0,16			
		0,000	3,565	3,565						89,000	85,190	3,81		0,60	0,20			
1-11	60	0,000	2,822	2,822	0,110	150	0,003	-0,028	1,99	89,000	85,190	3,81	3,81	0,48	0,16	1,41	3,83	
		0,000	3,565	3,565						88,800	84,765	4,04		0,61	0,20			
		0,000	2,822	2,822						88,800	84,765	4,04		0,48	0,16			
1-12	85	0,000	3,565	3,565	0,096	150	0,003	0,007	1,99	88,100	84,280	3,82	3,82	0,61	0,20	3,03	3,85	
		0,000	2,822	2,822						88,100	84,280	3,82		0,48	0,16			
		0,000	3,565	3,565						87,200	83,960	3,24		0,61	0,20			
1-13	97	0,000	2,822	2,822	0,110	150	0,003	0,014	1,99	87,200	83,960	3,24	3,24	0,48	0,16	5,90	3,85	
		0,000	3,565	3,565						86,000	83,660	2,34		0,61	0,20			
		0,000	2,822	2,822						86,000	83,660	2,34		0,48	0,16			
1-14	64	0,000	3,565	3,565	0,110	150	0,003	0,020	1,99	83,500	83,32	0,18	0,18	0,61	0,20	15,67	3,85	CHEGA NA ETE
		0,000	2,822	2,822						83,500	83,32	0,18		0,48	0,16			
		0,000	3,565	3,565						83,500	83,32	0,18		0,61	0,20			
1-15	60	0,000	2,822	2,822	0,110	150	0,003	0,037	1,99				0,18					
		0,000	3,565	3,565														
		0,000	2,822	2,822														
1-16	67	0,000	3,565	3,565	0,110	150	0,003	0,037	1,99				0,18					
		0,000	2,822	2,822														
		0,000	3,565	3,565														
TOTAL	1085																	

Observação: Em lugar dos valores de vazão jusante < 1,5 l/s, foi utilizado esse valor no cálculo dos demais parâmetros.

APENDICE I– Redimensionamento da rede coletora com DN de 100 mm considerando a vazão máxima (Subbacia 1)

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIENCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS
AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO PROPOSTO PARA O MUNICIPIO DE SÃO FÉLIX DO TOCANTINS

SUB-BACIA 1

DADOS						
K1=	1,2	Pop. inicial	1010,000	Inf. Alta=	0,00015	q (l hab/dia)= 150
K2=	1,5	Pop. Final	1498,000	Inf. Baixa=	0,00015	C= 0,8

Taxa de Contribuição Linear(L/s*m)	
INICIAL (Ti)	0,0005
FINAL (Tf)	0,0007

Profundidade adotada para o coletor:	1,15
--------------------------------------	------

DIMENSIONAMENTO DE REDE COLETORA- SÃO FÉLIX DO TOCANTINS

TRECHO	EXTENSÃO (m)	CONT. LINEAR DO TRECHO	VAZÃO MONTANTE	VAZÃO JUSANTE	DIÂMETRO * cálculo (m)	DIÂMETRO *adotado (mm)	DECLIVIDADE Imín (m/m)	DECLIVIDADE TERRENO (m/m)	DECLIVIDADE MÁXIMA (m/m)	COTA TERRENO	COTA COLETOR	PROFUNDIDADE COLETOR	PROFUNDIDADE PV /PI	LÂMINA LÍQUIDA Y/D	Vi (m/s) Vf (m/s)	TENSÃO TRATIVA (Pa)	Vc (m/s)	Obs.
		INICIAL	INICIAL	INICIAL						MONTANTE	MONTANTE	MONTANTE						
		FINAL	FINAL	FINAL						JUSANTE	JUSANTE	JUSANTE						
8-1	90	0,0455 0,0610	0,000 0,000	0,045 0,061	0,075	100	0,005	0,0105	3,46	90,152 89,208	88,952 88,008	1,20 1,20	1,20	0,46 0,46	0,19 0,19	1,08	2,89	
8-2	80	0,0404 0,0542	0,045 0,061	0,086 0,115	0,075	100	0,005	0,025	3,38	89,208 87,202	88,008 86,002	1,20 1,20	1,20	0,46 0,46	0,19 0,19	1,08	2,89	
8-3	79	0,0399 0,0535	0,086 0,115	0,126 0,169	0,075	100	0,005	-0,008	3,31	87,202 87,800	86,002 85,607	1,20 2,19	2,19	0,46 0,46	0,19 0,19	1,08	2,89	
8-4	85	0,0430 0,0576	0,126 0,169	0,169 0,226	0,075	100	0,005	0,013	3,23	87,800 86,715	86,650 85,182	1,15 1,53	1,53	0,46 0,46	0,19 0,19	1,08	2,89	
7-1	95	0,0480 0,0643	0,000 0,000	0,048 0,064	0,075	100	0,005	0,025	3,45	93,969 91,627	92,769 90,427	1,20 1,20	1,20	0,46 0,46	0,19 0,19	1,08	2,89	
6-1	58	0,0293 0,0393	0,000 0,000	0,029 0,039	0,075	100	0,005	0,024	3,49	101,414 100,000	100,214 98,800	1,20 1,20	1,20	0,46 0,46	0,19 0,19	1,08	2,89	
5-1	60	0,0303 0,0406	0,000 0,000	0,030 0,041	0,075	100	0,005	0,029	3,49	101,969 100,249	100,769 99,049	1,20 1,20	1,20	0,46 0,46	0,19 0,19	1,08	2,89	
5-2	66	0,0334 0,0447	0,030 0,041	0,064 0,085	0,075	100	0,005	0,001	3,42	100,249 100,200	99,049 98,719	1,20 1,48	1,48	0,46 0,46	0,19 0,19	1,08	2,89	
5-3	83	0,0420 0,0562	0,064 0,085	0,106 0,142	0,075	100	0,005	-0,018	3,34	98,719 100,200	98,719 98,304	0,00 1,90	1,90	0,46 0,46	0,19 0,19	1,08	2,89	
5-4	66	0,0334 0,0447	0,135 0,181	0,168 0,226	0,075	100	0,005	0,003	3,23	100,200 100,000	98,304 97,974	1,90 2,03	2,03	0,46 0,46	0,19 0,19	1,08	2,89	
5-5	30	0,0152 0,0203	0,198 0,265	0,213 0,285	0,075	100	0,005	0,033	3,16	100,000 99,000	97,974 97,800	2,03 1,20	1,20	0,46 0,46	0,19 0,19	1,08	2,89	
5-6	86	0,0435 0,0582	0,213 0,285	0,256 0,343	0,075	100	0,005	0,017	3,09	99,000 97,500	97,800 96,300	1,20 1,20	1,20	0,46 0,46	0,19 0,19	1,08	2,89	
5-7	94	0,0475 0,0637	0,256 0,343	0,304 0,407	0,075	100	0,005	0,015	3,02	97,500 96,100	96,300 94,900	1,20 1,20	1,20	0,46 0,46	0,19 0,19	1,08	2,89	
5-8	91	0,0460 0,0616	0,304 0,407	0,350 0,469	0,075	100	0,005	0,003	2,96	96,100 95,851	94,900 94,445	1,20 1,41	1,41	0,46 0,46	0,19 0,19	1,08	2,89	
4-1	71	0,0359 0,0481	0,000 0,000	0,036 0,048	0,075	100	0,005	0,000	3,47	101,200 101,200	100,000 99,645	1,20 1,56	1,56	0,46 0,46	0,19 0,19	1,08	2,89	
4-2	50	0,0253 0,0339	0,036 0,048	0,061 0,082	0,075	100	0,005	0,023	3,42	101,200 100,059	99,645 98,859	1,56 1,20	1,20	0,46 0,46	0,19 0,19	1,08	2,89	
3-1	99	0,0500 0,0671	0,000 0,000	0,050 0,067	0,075	100	0,005	0,005	3,45	101,969 101,450	100,769 100,250	1,20 1,20	1,20	0,46 0,46	0,19 0,19	1,08	2,89	
3-2	59	0,0298 0,0400	0,050 0,067	0,080 0,107	0,075	100	0,005	0,025	3,39	101,450 100,000	100,250 98,800	1,20 1,20	1,20	0,46 0,46	0,19 0,19	1,08	2,89	
3-3	63	0,0318 0,0427	0,080 0,107	0,112 0,150	0,075	100	0,005	0,016	3,33	100,000 99,000	98,800 97,800	1,20 1,20	1,20	0,46 0,46	0,19 0,19	1,08	2,89	

2-1	94	0,0475	0,000	0,048	0,075	100	0,005	0,013	3,45	101,000	99,800	1,20	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,0637	0,000	0,064						99,800	98,600	1,20		0,46	0,19			
1-1	98	0,0495	0,000	0,050	0,075	100	0,005	0,014	3,45	101,200	100,000	1,20	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,0664	0,000	0,066						99,800	98,600	1,20		0,46	0,19			
1-2	72	0,0364	0,050	0,086	0,075	100	0,005	0,000	3,38	99,800	98,600	1,20	1,56	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,0488	0,066	0,115						99,800	98,240	1,56		0,46	0,19			
1-3	59	0,0298	0,133	0,163	0,075	100	0,005	0,014	3,24	99,800	98,240	1,56	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,0400	0,179	0,219						99,000	97,800	1,20		0,46	0,19			
1-4	99	0,0500	0,275	0,325	0,075	100	0,005	0,005	2,99	99,000	97,800	1,20	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,0671	0,368	0,436						98,500	97,300	1,20		0,46	0,19			
1-5	74	0,0374	0,325	0,362	0,075	100	0,005	-0,021	2,94	98,500	97,300	1,20	3,13	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,0501	0,436	0,486						100,059	96,930	3,13		0,46	0,19			
1-6	79	0,0399	0,410	0,450	0,075	100	0,005	0,003	2,83	100,059	96,930	3,13	3,27	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,0535	0,549	0,603						99,800	96,535	3,27		0,46	0,19			
1-7	93	0,0470	0,800	0,847	0,075	100	0,005	0,013	2,44	99,800	96,535	3,27	2,53	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,0630	1,072	1,135						98,600	96,070	2,53		0,46	0,19			
1-8	96	0,0485	0,847	0,895	0,075	100	0,005	0,020	2,40	98,600	96,070	2,53	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,0650	1,135	1,200						96,649	95,449	1,20		0,46	0,19			
1-9	94	0,0475	0,956	1,004	0,075	100	0,005	-0,010	2,32	96,649	95,449	1,20	2,59	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,0637	1,281	1,345						97,571	94,979	2,59		0,46	0,19			
1-10	75	0,0379	1,004	1,042	0,075	100	0,005	0,023	2,29	97,571	94,979	2,59	1,25	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,0508	1,345	1,396						95,851	94,604	1,25		0,46	0,19			
1-11	78	0,0394	1,392	1,431	0,083	100	0,005	0,054	3,01	95,851	94,445	1,41	1,20	0,53	0,19	1,18	3,03	
		0,0528	1,865	1,917						91,627	90,427	1,20		0,53	0,24			
1-12	51	0,0258	1,431	1,457	0,083	100	0,005	0,034	2,98	91,627	90,427	1,20	1,20	0,54	0,19	1,22	3,08	
		0,0345	1,917	1,952						89,913	88,713	1,20		0,54	0,25			
1-13	45	0,0227	1,504	1,527	0,085	100	0,005	0,071	2,89	89,913	88,713	1,20	1,20	0,56	0,19	1,21	3,07	
		0,0305	2,016	2,046						86,715	85,515	1,20		0,56	0,26			
1-14	72	0,0364	1,527	1,564	0,086	100	0,004	0,040	2,84	86,715	85,182	1,53	1,20	0,56	0,20	1,19	3,07	
		0,0488	2,046	2,095						83,837	82,637	1,20		0,56	0,27			
1-15	34	0,0172	1,564	1,581	0,086	100	0,004	0,054	2,82	83,837	82,637	1,20	1,20	0,57	0,20	1,20	3,09	Chega na EEE
		0,0230	2,095	2,118						82,000	80,800	1,20		0,57	0,27			
TOTAL	2618														MEDIA	1,08	2,89	

APENDICE J- Redimensionamento da rede coletora com DN de 100 mm considerando a vazão máxima (Subbacia 2)

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIENCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS
AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO PROPOSTO PARA O MUNICÍPIO DE SÃO FÉLIX DO TOCANTINS

SUB-BACIA 2

DADOS						
K1=	1,2	Pop. inicial	1010,000	Inf. Alta=	0,00015	q (l hab/dia)= 150
K2=	1,5	Pop. Final	1498,000	Inf. Baixa=	0,00015	C= 0,8

Taxa de Contribuição Linear	
INICIAL (Ti)	0,0005
FINAL (Tf)	0,0007

Profundidade adotada para o coletor:	1,15
--------------------------------------	------

DIMENSIONAMENTO DE REDE COLETORA

TRECHO	EXTENSÃO(m)	CONT. LINEAR DO TRECHO	VAZÃO MONTANTE	VAZÃO JUSANTE	DIÂMETRO *cálculo (m)	DIÂMETRO *adotado (mm)	DECLIVIDADE l/mín (mm)	DECLIVIDADE TERRENO (mm)	DECLIVIDADE MÁXIMA (mm)	COTA TERRENO	COTA COLETOR	PROFUNDIDADE COLETOR	PROFUNDIDADE PV /PI	LÂMINA LÍQUIDA Y/D	Vi (m/s) Vt (m/s)	TENSÃO TRATIVA (Pa)	Vc (m/s)	Obs.
		INICIAL	INICIAL	INICIAL						MONTANTE	MONTANTE	MONTANTE						
		FINAL	FINAL	FINAL						JUSANTE	JUSANTE	JUSANTE						
10-1	81	0,041	0,00	0,04	0,075	100	0,005	-0,004	3,46	102,479	101,279	1,20	1,93	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,055	0,00	0,05						102,800	100,874	1,93		0,46	0,19			
9-1	82	0,041	0,00	0,04	0,075	100	0,005	0,051	3,46	102,201	101,001	1,20	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,056	0,00	0,06						98,000	96,800	1,20		0,46	0,19			
9-2	74	0,037	0,04	0,08	0,075	100	0,005	0,040	3,39	98,000	96,800	1,20	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,050	0,06	0,11						95,040	93,840	1,20		0,46	0,19			
8-1	79	0,040	0,00	0,04	0,069	100	0,005	0,008	3,47	102,800	101,600	1,20	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,054	0,00	0,05						102,198	100,998	1,20		0,46	0,19			
7-1	80	0,040	0,00	0,04	0,075	100	0,005	0,007	3,47	105,750	104,550	1,20	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,054	0,00	0,05						105,180	103,980	1,20		0,46	0,19			
7-2	74	0,037	0,04	0,08	0,075	100	0,005	0,023	3,39	105,180	103,980	1,20	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,050	0,05	0,10						103,500	102,300	1,20		0,46	0,19			
7-3	58	0,029	0,08	0,11	0,075	100	0,005	0,022	3,34	102,198	100,998	1,20	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,039	0,10	0,14						102,198	100,998	1,20		0,46	0,19			
7-4	86	0,043	0,15	0,19	0,075	100	0,005	0,040	3,20	102,198	100,998	1,20	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,058	0,20	0,26						98,800	97,600	1,20		0,46	0,19			
7-5	88	0,044	0,19	0,24	0,075	100	0,005	0,043	3,13	98,800	97,600	1,20	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,060	0,26	0,31						95,059	93,859	1,20		0,46	0,19			
6-1	33	0,017	0,00	0,02	0,075	100	0,005	-0,030	3,51	104,701	103,501	1,20	2,36	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,022	0,00	0,02						105,700	103,336	2,36		0,46	0,19			
6-2	72	0,036	0,02	0,05	0,075	100	0,005	0,024	3,44	105,700	103,336	2,36	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,049	0,02	0,07						104,000	102,800	1,20		0,46	0,19			
6-3	60	0,030	0,05	0,08	0,057	100	0,005	0,020	3,38	104,000	102,800	1,20	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,041	0,07	0,11						102,800	101,600	1,20		0,46	0,19			
6-4	97	0,049	0,12	0,17	0,075	100	0,005	0,029	3,22	102,800	100,874	1,93	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,066	0,17	0,23						99,998	98,798	1,20		0,46	0,19			
6-5	78	0,039	0,17	0,21	0,046	100	0,005	0,060	3,16	99,998	98,798	1,20	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,053	0,23	0,29						95,300	94,100	1,20		0,46	0,19			
6-6	91	0,046	0,21	0,26	0,075	100	0,005	0,003	3,09	95,300	94,100	1,20	1,41	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,062	0,29	0,35						95,059	93,645	1,41		0,46	0,19			
6-7	20	0,010	0,49	0,50	0,075	100	0,005	0,001	2,77	95,059	93,645	1,41	1,50	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,014	0,66	0,68						95,040	93,545	1,50		0,46	0,19			
6-8	91	0,046	0,58	0,63	0,064	100	0,005	0,011	2,64	95,049	93,545	1,50	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,062	0,78	0,84						94,043	92,843	1,20		0,46	0,19			
5-1	68	0,034	0,00	0,03	0,075	100	0,005	0,014	3,48	104,286	103,086	1,20	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,046	0,00	0,05						103,350	102,150	1,20		0,46	0,19			
5-2	54	0,027	0,03	0,06	0,075	100	0,005	0,021	3,42	103,350	102,150	1,20	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,037	0,05	0,08						102,201	101,001	1,20		0,46	0,19			
5-3	86	0,043	0,06	0,11	0,075	100	0,005	0,014	3,34	102,201	101,001	1,20	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,058	0,08	0,14						101,038	99,838	1,20		0,46	0,19			
4-1	80	0,040	0,00	0,04	0,075	100	0,005	0,004	3,47	104,286	103,086	1,20	1,26	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,054	0,00	0,05						103,950	102,686	1,26		0,46	0,19			
3-1	76	0,038	0,00	0,04	0,075	100	0,005	0,001	3,47	105,266	104,066	1,20	1,47	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,051	0,00	0,05						105,157	103,686	1,47		0,46	0,19			
2-1	88	0,044	0,00	0,04	0,075	100	0,005	0,007	3,46	105,750	104,550	1,20	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,060	0,00	0,06						105,157	103,957	1,20		0,46	0,19			
2-2	60	0,030	0,08	0,11	0,056	100	0,005	0,023	3,33	105,157	103,686	1,47	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,041	0,11	0,15						103,766	102,566	1,20		0,46	0,19			
2-3	47	0,024	0,11	0,14	0,100	100	0,005	0,001	3,29	103,766	102,566	1,20	1,39	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,032	0,15	0,18						103,719	102,331	1,39		0,46	0,19			
1-1	73	0,037	0,00	0,04	0,075	100	0,005	0,015	3,47	105,000	103,800	1,20	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,049	0,00	0,05						103,879	102,679	1,20		0,46	0,19			
1-2	48	0,024	0,67	0,69	0,075	100	0,005	0,002	2,57	103,879	102,679	1,20	1,36	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,033	0,90	0,93						103,800	102,439	1,36		0,46	0,19			
1-3	52	0,026	0,87	0,89	0,092	100	0,005	0,002	2,55	103,800	102,439	1,36	1,54	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,035	0,93	0,96						103,719	102,179	1,54		0,46	0,19			
1-4	18	0,009	1,03	1,04	0,075	100	0,005	-0,013	2,42	103,719	102,179	1,54	1,86	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,012	1,15	1,16						103,950	102,089	1,86		0,46	0,19			
1-5	74	0,037	1,08	1,12	0,075	100	0,005	0,021	2,36	103,950	102,089	1,86	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,050	1,21	1,26						102,400	101,200	1,20		0,46	0,19			

1-6	59	0,030	1,12	1,15	0,056	100	0,005	0,023	2,34	102,400	101,200	1,20	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,040	1,26	1,30						101,038	99,838	1,20		0,46	0,19			
1-7	91	0,046	1,25	1,30	0,076	100	0,005	0,043	3,54	101,038	99,838	1,20	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,062	1,45	1,51						97,138	95,938	1,20		0,46	0,19			
1-8	79	0,040	1,30	1,34	0,051	100	0,005	0,039	3,46	97,138	95,938	1,20	1,20	0,46	0,19	1,09	2,91	
		0,054	1,51	1,56						94,043	92,843	1,20		0,47	0,20			
1-9	38	0,019	1,97	1,99	0,093	100	0,004	0,031	2,57	94,043	92,843	1,20	1,20	0,52	0,25	1,13	3,17	
		0,026	2,40	2,43						92,874	91,674	1,20		0,63	0,31			
1-10	34	0,017	1,99	2,00	0,096	100	0,004	0,026	2,44	92,874	91,674	1,20	1,20	0,52	0,26	1,16	3,21	
		0,023	2,61	2,64						91,976	90,776	1,20		0,67	0,34			
1-11	26	0,013	2,00	2,02	0,065	100	0,004	0,033	2,43	91,976	90,776	1,20	1,20	0,52	0,26	1,16	3,22	CHEGA NA EEE
		0,018	2,64	2,65						91,124	89,924	1,20		0,68	0,34			
TOTAL		2395														MEDIA	1,08	2,89

Observação: Em lugar dos valores de vazão jusante < 1,5 l/s, foi utilizado esse valor no cálculo dos demais parâmetros.



APENDICE K- Redimensionamento da rede coletora com DN de 100 mm considerando a vazão máxima (Subbacia 3)

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIENCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS
AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO PROPOSTO PARA O MUNICÍPIO DE SÃO FÉLIX DO TOCANTINS

SUB-BACIA 3

DADOS						
K1=	1,2	Pop. inicial	1010	Inf. Alta=	0,00015	q (l hab/dia)= 150
K2=	1,5	Pop. Final	1498	Inf. Baixa=	0,00015	C= 0,8

Taxa de Contribuição Linear	
INICIAL (Ti)	0,0005
FINAL (Tf)	0,0007

Profundidade adotada para o coletor:	1,15
--------------------------------------	------

DIMENSIONAMENTO DE REDE COLETORA

TRECHO	EXTENSÃO (m)	CONT. LINEAR DO TRECHO	VAZÃO MONTANTE	VAZÃO JUSANTE	DIÂMETRO *cálculo (m)	DIÂMETRO *adotado (mm)	DECLIVIDADE E Imín (m/m)	DECLIVIDADE TERRENO (m/m)	DECLIVIDADE MÁXIMA (m/m)	COTA TERRENO	COTA COLETOR	PROFUNDIDADE DE COLETOR	PROFUNDIDADE E PV /PI	LÂMINA LÍQUIDA Y/D	Vi (m/s) Vf (m/s)	TENSÃO TRATIVA (Pa)	Vc (m/s)	Obs.
		INICIAL	INICIAL	INICIAL						MONTANTE	MONTANTE	MONTANTE						
		FINAL	FINAL	FINAL						JUSANTE	JUSANTE	JUSANTE						
5-1	91	0,046	0,00	0,05	0,075	100	0,005	0,025	3,45	103,047	101,847	1,20	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,062	0,00	0,06						100,790	99,590	1,20		0,46	0,19			
4-1	81	0,041	0,00	0,04	0,075	100	0,005	0,001	3,46	105,266	104,066	1,20	1,49	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,055	0,00	0,05						105,153	103,661	1,49		0,46	0,19			
3-1	77	0,039	0,00	0,04	0,075	100	0,005	0,008	3,47	105,750	104,550	1,20	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,052	0,00	0,05						105,153	103,953	1,20		0,46	0,19			
3-2	67	0,034	0,08	0,11	0,075	100	0,005	0,017	3,33	105,153	103,661	1,49	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,045	0,11	0,15						104,000	102,800	1,20		0,46	0,19			
3-3	76	0,038	0,11	0,15	0,075	100	0,005	0,018	3,26	104,000	102,800	1,20	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,051	0,15	0,20						102,623	101,423	1,20		0,46	0,19			
2-1	95	0,048	0,00	0,05	0,075	100	0,005	0,017	3,45	105,151	103,951	1,20	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,064	0,00	0,06						103,542	102,342	1,20		0,46	0,19			
1-1	65	0,033	0,00	0,03	0,075	100	0,005	0,026	3,48	102,831	101,631	1,20	1,20	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,044	0,00	0,04						101,165	99,965	1,20		0,46	0,19			
1-2	55	0,028	0,03	0,06	0,075	100	0,005	0,003	3,43	101,165	99,965	1,20	1,30	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,037	0,04	0,08						100,989	99,690	1,30		0,46	0,19			
1-3	88	0,044	0,06	0,11	0,075	100	0,005	0,002	3,34	100,989	99,690	1,30	1,54	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,060	0,08	0,14						100,790	99,250	1,54		0,46	0,19			
1-4	95	0,048	0,15	0,20	0,075	100	0,005	-0,019	3,18	100,790	99,250	1,54	3,85	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,064	0,20	0,27						102,623	98,775	3,85		0,46	0,19			
1-5	99	0,050	0,35	0,40	0,075	100	0,005	-0,009	2,89	102,623	98,775	3,85	5,26	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,067	0,47	0,54						103,542	98,280	5,26		0,46	0,19			
1-6	58	0,029	0,45	0,48	0,075	100	0,005	0,009	2,80	103,542	98,280	5,26	5,01	0,46	0,19	1,08	2,89	
		0,039	0,60	0,64						103,000	97,990	5,01		0,46	0,19			
1-7	57	0,029	0,48	0,51	0,075	100	0,005	0,011	2,77	103,000	97,990	5,01	4,66	0,46	0,19	1,08	2,89	CHEGA NO COLETOR
		0,039	0,64	0,68						102,365	97,705	4,66		0,46	0,19			
TOTAL	1004														MEDIA	1,08	2,89	

Observação: Em lugar dos valores de vazão jusante < 1,5 l/s, foi utilizado esse valor no cálculo dos demais parâmetros.

APENDICE L- Redimensionamento da rede coletora com DN de 100 mm considerando a vazão máxima (Coletor)

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS
AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO PROPOSTO PARA O MUNICÍPIO DE SÃO FÉLIX DO TOCANTINS

COLETOR

DADOS						
K1=	1,2	Pop. inicial	1010	Inf. Alta=	0,00015	q (l hab/dia)= 150
K2=	1,5	Pop. Final	1498	Inf. Baixa=	0,00015	C= 0,8

Taxa de Contribuição Linear	
INICIAL (Ti)	0,00000
FINAL (Tf)	0,00000

Profundidade adotada para o coletor:	1,15
--------------------------------------	------

DIMENSIONAMENTO DE REDE COLETORA

TRECHO	EXTENSÃO (m)	CONT. LINEAR DO TRECHO	VAZÃO MONTANTE	VAZÃO JUSANTE	DIÂMETRO *cálculo (m)	DIÂMETRO *adotado (mm)	DECLIVIDADE l _{mín} (mm)	DECLIVIDADE TERRENO (mm)	DECLIVIDADE MÁXIMA (mm)	COTA TERRENO	COTA COLETOR	PROFUNDIDADE COLETOR	PROFUNDIDADE PV /PI	LÂMINA LÍQUIDA Y/D	Vi (m/s) Vf (m/s)	TENSÃO TRATIVA (Pa)	Vc (m/s)	Obs
		INICIAL	INICIAL	INICIAL						MONTANTE	MONTANTE	MONTANTE						
		FINAL	FINAL	FINAL						JUSANTE	JUSANTE	JUSANTE						
1-1	48	0,000	3,597	3,597	0,126	150	0,003	0,010	1,64	103,761	102,561	1,20	1,20	0,43	0,20	3,78	3,73	
		0,000	4,771	4,771						103,300	102,100	1,20		0,54	0,27			
1-2	65	0,000	3,597	3,597	0,126	150	0,003	0,014	1,64	103,300	102,100	1,20	1,20	0,43	0,20	5,66	3,73	
		0,000	4,771	4,771						102,365	101,165	1,20		0,54	0,27			
1-3	81	0,000	4,105	4,105	0,134	150	0,003	0,029	1,50	102,365	101,165	1,20	2,33	0,47	0,23	12,16	3,83	
		0,000	5,451	5,451						100,000	97,665	2,33		0,60	0,31			
1-4	91	0,000	4,105	4,105	0,134	150	0,003	0,027	1,50	100,000	97,260	2,74	1,20	0,47	0,23	11,44	3,83	
		0,000	5,451	5,451						97,500	96,300	1,20		0,60	0,31			
1-5	71	0,000	4,105	4,105	0,134	150	0,003	0,028	1,50	97,500	96,300	1,20	1,20	0,47	0,23	11,73	3,83	
		0,000	5,451	5,451						95,500	94,300	1,20		0,60	0,31			
1-6	84	0,000	4,105	4,105	0,134	150	0,003	0,030	1,50	95,500	94,300	1,20	1,20	0,47	0,23	12,39	3,83	
		0,000	5,451	5,451						93,000	91,800	1,20		0,60	0,31			
1-7	60	0,000	4,105	4,105	0,134	150	0,003	0,067	1,50	93,000	91,800	1,20	1,20	0,47	0,23	27,76	3,83	
		0,000	5,451	5,451						89,000	87,800	1,20		0,60	0,31			
1-8	62	0,000	4,105	4,105	0,134	150	0,003	0,024	1,50	89,000	87,800	1,20	1,20	0,47	0,23	10,07	3,83	
		0,000	5,451	5,451						87,500	86,300	1,20		0,60	0,31			
1-9	28	0,000	4,105	4,105	0,134	150	0,003	0,018	1,50	87,500	86,300	1,20	1,20	0,47	0,23	7,44	3,83	
		0,000	5,451	5,451						87,000	85,800	1,20		0,60	0,31			
1-10	62	0,000	4,105	4,105	0,134	150	0,003	-0,005	1,50	87,000	85,800	1,20	1,81	0,47	0,23	1,18	3,83	
		0,000	5,451	5,451						87,300	85,490	1,81		0,60	0,31			
1-11	60	0,000	4,105	4,105	0,134	150	0,003	-0,028	1,50	87,300	85,490	1,81	3,81	0,47	0,23	1,18	3,83	
		0,000	5,451	5,451						89,000	85,190	3,81		0,60	0,31			
1-12	85	0,000	4,105	4,105	0,134	150	0,003	0,002	1,50	89,000	85,190	3,81	4,04	0,48	0,23	1,19	3,85	
		0,000	5,451	5,451						88,800	84,765	4,04		0,61	0,31			
1-13	97	0,000	4,105	4,105	0,112	150	0,003	0,007	1,50	88,800	84,765	4,04	3,82	0,48	0,23	3,03	3,85	
		0,000	5,451	5,451						88,100	84,280	3,82		0,61	0,31			
1-14	64	0,000	4,105	4,105	0,134	150	0,003	0,014	1,50	88,100	84,280	3,82	3,24	0,48	0,23	5,90	3,85	
		0,000	5,451	5,451						87,200	83,960	3,24		0,61	0,31			
1-15	60	0,000	4,105	4,105	0,134	150	0,003	0,020	1,50	87,200	83,960	3,24	2,34	0,48	0,23	8,40	3,85	
		0,000	5,451	5,451						86,000	83,660	2,34		0,61	0,31			
1-16	67	0,000	4,105	4,105	0,134	150	0,003	0,037	1,50	86,000	83,660	2,34	0,18	0,48	0,23	15,67	3,85	CHEGA NA ETE
		0,000	5,451	5,451						83,500	83,32	0,18		0,61	0,31			
TOTAL	1085														MÉDIA	7,92	3,83	

Observação: Em lugar dos valores de vazão jusante < 1,5 l/s, foi utilizado esse valor no cálculo dos demais parâmetros.