



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO,
CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA

COORDENAÇÃO DO CURSO SUPERIOR DE
BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL



JOSÉ RICARDO DE ARAUJO

**OTIMIZAÇÃO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO
LOTEAMENTO CRISTAL I NA CIDADE DE CAJAZEIRAS-PB**

Cajazeiras
2020

JOSÉ RICARDO DE ARAUJO

**OTIMIZAÇÃO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO
LOTEAMENTO CRISTAL I NA CIDADE DE CAJAZEIRAS-PB**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à
Coordenação do Curso de Bacharelado em
Engenharia Civil do Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba -
Campus Cajazeiras, como parte dos
requisitos para a obtenção do Título de
Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Katharine Taveira de Brito
Medeiros

Coorientador: Bruno de Medeiros Souza

Cajazeiras
2020

IFPB / Campus Cajazeiras
Coordenação de Biblioteca
Biblioteca Prof. Ribamar da Silva
Catalogação na fonte: Daniel Andrade CRB-15/593

A663o

Araujo, José Ricardo de

Otimização do sistema de esgotamento sanitário do Loteamento Cristal I na cidade de Cajazeiras-PB / José Ricardo de Araujo; orientadora Katharine Taveira de Brito Medeiros; coorientador Bruno de Medeiros Souza.- Cajazeiras, 2020.

75 f.: il.

Orientador: Katharine Taveira de Brito Medeiros.

TCC (Bacharelado em Engenharia Civil) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Cajazeiras, 2020.

1. Sistema de esgotamento sanitário 2. Redes coletoras de esgotos
3. Tratamento de esgoto I. Título

628.1(0.067)

JOSÉ RICARDO DE ARAUJO


**OTIMIZAÇÃO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO
LOTEAMENTO CRISTAL I NA CIDADE DE CAJAZEIRAS-PB**

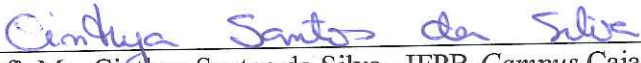
Trabalho de Conclusão de Curso submetido à
Coordenação do Curso de Bacharelado em
Engenharia Civil do Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba,
como parte dos requisitos para a obtenção do
Título de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em 13 de fevereiro de 2020

BANCA EXAMINADORA


Prof.^a Esp. Katharine Taveira de Brito Medeiros – IFPB-Campus Cajazeiras
Orientadora


Prof.^o Me. Bruno de Medeiros Souza – IFPB-Campus Cajazeiras
Coorientador


Prof.^a Me. Cinthya Santos da Silva – IFPB-Campus Cajazeiras
Examinadora

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus por me abençoar com o dom do estudo, a minha família em especial a minha mãe Maria do Carmo de Araujo, pelos ensinamentos, dedicação e apoio em todos os momentos difíceis.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço ao grande engenheiro e arquiteto do universo, Deus! Pela força e coragem dada a mim durante essa trajetória.

A minha família que apesar de todas as dificuldades soube me conduzir a esse feito, me apoiando e incentivando e em especial a minha mãe Maria do Carmo de Araujo, que faleceu durante a realização do curso, que ela sempre me ensinou e incentivou a buscar meus objetivos e tinha um grande orgulho de mim pelo meu estudo.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba - *Campus* Cajazeiras, pela oportunidade de realizar outro curso com muita qualidade.

A Professora Orientadora Katharine Taveira de Brito Medeiros por me orientar e por toda assistência ao longo do curso, contribuindo para meu crescimento profissional e pessoal.

Ao Professor Coorientador Bruno de Medeiros Souza por me orientar e me conceder que realize esse trabalho com dedicação e responsabilidade.

Aos meus colegas pelos momentos durante a realização do curso, apesar das diferenças sempre me respeitaram.

“Tudo posso naquele que me fortalece”

(Filipenses – Cap. 04 versículo 13)

RESUMO

O presente trabalho visa a otimização do sistema de esgotamento sanitário do Loteamento Cristal I na cidade de Cajazeiras - PB, onde o objetivo do trabalho é dimensionar a rede coletora de esgoto, Estação Elevatória de Esgoto (EEE) e a Estação de Tratamento de Esgoto (ETE). O sistema de fossa e sumidouro não é muito eficiente, devido o solo ser cristalino, e as rochas aflorantes dificultarem a infiltração do efluente, a percolação e o escoamento nas ruas, provocados pelo sistema de tratamento, não contemplam os afluentes das pias dos lavatórios da área de serviço das residências, ocasionando transtorno à população. O método utilizado foi dimensionar os diâmetros das tabulações, as vazões, as dimensões dos equipamentos EEE e as dimensões da ETE de acordo com as normas brasileiras regulamentadoras. Os resultados obtidos foram que o diâmetro de 150 mm representa 94,67% dos 2,91 km da rede coletora e o maior diâmetro encontrado foi de 300 mm, a rede coletora e ETE vão atender toda a população do loteamento assim otimizando o sistema de esgotamento sanitário.

Palavras-Chave: Sistema de esgotamento sanitário; Rede coletora de esgoto; Tratamento de esgoto.

ABSTRACT

The present work aims to optimize the sewage system of the Allotment Cristal I in the city of Cajazeiras - PB, where the objective of the work is to dimension the sewage collection network, Sewage Elevation Station (EEE) and the Sewage Treatment Station (ETE). The pit and sink system is not very efficient, because the soil is crystalline, and the outcropping rocks make it difficult for the effluent to infiltrate, percolation and runoff in the streets, caused by the treatment system, and do not include the tributaries of the basins of the wash basins. service area of the homes, causing inconvenience to the population. The method used was to dimension the diameters of the tabulations, the flow rates, the dimensions of the EEE equipment and the dimensions of the ETE according to the Brazilian regulatory standards. The results obtained were that the diameter of 150 mm represents 94.67% of the 2.91 km of the collecting network and the largest diameter found was 300 mm, the collecting network and ETE will serve the entire population of the subdivision thus optimizing the system of sewage.

Keywords: Sanitary sewer system; Sewer collection network; Sewage treatment.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Níveis de atendimento com água e esgotos dos municípios com prestadores de serviços participantes do SNIS em 2018, segundo macrorregião geográfica e Brasil.....	20
Figura 2 – Índices de cobertura de esgotos no Brasil por estado e região geográfica.....	21
Figura 3 – Sistema separador absoluto.....	23
Figura 4 – Localização de Cajazeiras - PB.....	28
Figura 5 – Loteamento Cristal I.....	29
Figura 6 – Aclive da rua do Loteamento Cristal I	29
Figura 7– Declive da rua do Loteamento Cristal I.....	30
Figura 8 – Rochas aflorantes no lote	30
Figura 9 – Rochas aflorantes no leito da rua.....	30
Figura 10–Detalhes da Fossa séptica.....	31
Figura 11 – Detalhes do sumidouro.....	31
Figura 12 – Escoamento de efluentes na rua.....	32
Figura 13 – Escoamento de efluentes na rua.....	32
Figura 14 – Escoamento de efluentes na rua	32
Figura 15 – Canalização para lançamento de efluentes na rua	33
Figura 16 – Caixa de Inspeção para esgoto	38
Figura 17 – Ligação predial de esgoto.....	39
Figura 18 – Ligação predial de esgoto.....	39
Figura 19 – Gráfico da extensão da rede coletora.....	40
Figura 20 – Gráfico: Percentual da tubulação da rede de esgoto.....	40
Figura 21 – Tabela de parâmetros da Calhas Parshall padronizadas.....	47
Figura 22 – Calha Parshall.....	48
Figura 23 – Dimensões da lagoa facultativa	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –Produção de esgotos por atividade e usuário.....	23
Tabela 2 – População de Cajazeiras - PB, segundo o censo de 2010.....	33
Tabela 3 – Coeficientes de vazões	35
Tabela 4 – Coeficientes de vazões para EEE	41
Tabela 5 – Cotas para o cálculo do emissário.....	44
Tabela 6 – Peças para efeito de cálculo das perdas de carga localizadas	45
Tabela 7 – Vazões de projeto.....	47
Tabela 8 – Laminas d'água na Calha Parshall.....	48
Tabela 9 – Velocidades na Calha Parshall.....	49
Tabela 10 – Dimensões da caixa de areia.....	51
Tabela 11 – Velocidades na Calha Parshall	52
Tabela 12 – Dimensões do canal da grade	54
Tabela 13 – Dimensões da grade.....	54

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANA – Agência Nacional das Águas
CAGEPA – Companhia de Água e Esgotos da Paraíba
DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio
EEE – Estação Elevatória de Esgoto
ETE – Estação de Tratamento de Esgoto
FUNASA – Fundação Nacional da Saúde
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MCIDADES – Ministério das Cidades
MDR – Ministério do Desenvolvimento Regional
NBR – Norma Brasileira Regulamentadora
PB – Paraíba
PMCMV – Programa Minha Casa, Minha Vida
PMCZ – Prefeitura Municipal de Cajazeiras
PLANSAB – Plano Nacional de Saneamento Básico
SANEPAR – Companhia de Saneamento do Paraná
SEMAE – Serviço Municipal Autônomo de Água e Esgoto de São José do Rio Preto
SNSA – Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental
SNIS – Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento

LISTA DE SÍMBOLOS

l - litro
n^o - número
hab - habitantes
m² - metro quadrado
ha - hectares
Pop - população do loteamento
Quant._{lotes} - quantidades de lotes
x - multiplicação
Média_{m,d} - media de moradores por domicilio
c_{ret} - coeficiente de retorno
q - vazão per capita
K₁ - coeficiente de vazão máxima diária
K₂ - coeficiente de vazão máxima horária
K₃ - coeficiente de vazão mínima
Q_{INICIO} - vazão de inicio de projeto
T_{Li} - taxa de contribuição linear para inicio de plano
Σl - comprimento total da rede coletora
TI - taxa de infiltração
s - segundos
km - quilômetros
I_{ter} - declividade do terreno
C_m - cota a montante
C_j - cota a jusante
L - comprimento
I_{min} - declividade mínima
Q_i - vazão de inicio de plano
I_{máx} - declividade máxima
Q_f - vazão final de plano
K - condutividade hidráulica
I - declividade de projeto

Q - vazão no trecho
y - altura da lamina d'água
d - perímetro molhado na tubulação
v - velocidade na tubulação
D - diâmetro da tubulação
 v_c - velocidade crítica na tubulação
g - gravidade
Rh - raio hidráulico
 σ - tensão trativa
 γ - peso específico do líquido
 K_3 - coeficiente de vazão mínima
 Q_{med} - vazão média de projeto
 m^3 - metro cúbico
 $Q_{máx}$ - vazão máxima de projeto
 Q_{min} - vazão mínima de projeto
 Q_b - vazão máxima da bomba
 $V_{útil}$ - volume útil
h - altura
b - largura
 $V_{útil\ corrigido}$ - volume útil corrigido
 T_p - tempo para encher o poço
min - minutos
 T_f - tempo de funcionamento da bomba
 T_c - tempo de ciclo da bomba
N - número máximo de partidas por hora na bomba
 T_{fd} - tempo de funcionamento diário da bomba
 D_R - diâmetro de recalque
mm - milímetros
X - tempo para secar o poço
A - área do tubo
J - perda de carga unitária
C - coeficiente de atrito do tubo
 h_f - perda de carga

h_f' - perda de carga virtual
 v_r - velocidade de recalque
HG - altura geométrica
AMT - altura monométrica da bomba
P - potência da bomba
 η - rendimento da bomba
CV - cavalo a vapor
W - garganta da Calha Parshall
" - polegadas
 H_{min} - altura mínima da Calha Parshall
 H_{med} - altura média da Calha Parshall
 $H_{máx}$ - altura máxima da Calha Parshall
Z - rebaixamento da Calha Parshall
 H_a - altura máxima da lamina d'água
S - área de escoamento da caixa de areia
 Q_{areia} - taxa de escoamento superficial
 V_r - taxa do material retido
 $V_{m r}$ - volume de material retido
 h_d - profundidade de depósito
 A_u - área útil entre as barras da grade
e - eficiência das barras da grade
 S_g - área da seção molhada da grade
 b_g - largura do canal
 V_{obs} - velocidade quanto grande esta obstruída
 v_{canal} - velocidade do canal da grade
 L_s - taxa de aplicação superficial
 S_0 - concentração de DBO afluente
mg - miligramas
t - tempo de detenção na ETE
B - largura da ETE
 $A_{per\ capita}$ - área per capita da ETE
 $A_{c.anual\ lodo}$ - área de acúmulo anual de lodo na ETE

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	16
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	19
2.1 Saneamento Básico no Brasil.....	19
2.2 Esgoto Sanitário	21
2.2.1 Sistemas de Esgoto.....	22
2.2.1.1 Sistema de Esgotamento Unitário	22
2.2.1.2 Sistema de Esgotamento Separador Parcial.....	22
2.2.1.3 Sistema de Esgotamento Separador Absoluto.....	22
2.2.2 Vazões dos Esgotos	23
2.2.3 Rede Coletora de Esgoto.....	24
2.2.4 EEE.....	25
2.2.5 ETE.....	26
2.2.5.1 Lagoa de Estabilização.....	26
2.2.6 Fossa Séptica.....	27
3 MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS.....	27
3.1 Objeto de Estudo.....	28
3.2 Sistema de Esgoto atual.....	31
3.3 Estimativa Populacional do Loteamento Cristal I.....	33
4 ANÁLISE DOS RESULTADOS	35
4.1 Dimensionamento da Rede Coletora de Esgoto.....	35
4.2 Dimensionamento da EEE.....	41
4.3 Dimensionamento do Emissário de Recalque da EEE à ETE.....	44
4.4 Dimensionamento da Calha Parshall e da Caixa de Areia da EEE.....	47
4.5 Dimensionamento da Grade de Barras da EEE.....	51
4.6 Dimensionamento da ETE: Lagoa Facultativa.....	54
5 CONCLUSÃO.....	57
REFERÊNCIAS.....	58
APÊNDICE A – DELIMITAÇÃO DO SISTEMA DE ESGOTO SANITÁRIO DO LOTEAMENTO CRISTAL I.....	61
APÊNDICE B – PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO DA REDE COLETORA DE ESGOTO.....	62

APÊNDICE C – TRAÇADO DO SISTEMA DE ESGOTO SANITÁRIO DO LOTEAMENTO CRISTAL I.....	69
APÊNDICE D – PROJETO DA EEE.....	70
APÊNDICE E – PROJETO DA ETE.....	71
ANEXO A – TABELA DE DIAGNÓSTICO DE ESGOTO.....	72
ANEXO B – MODELO PADRÃO DE CAIXA DE INSPEÇÃO DE ESGOTO.....	73

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a partir do ano de 2009, houve o incentivo da compra das unidades habitacionais através do programa Minha Casa, Minha Vida, do Governo Federal que destinava recursos para construção de moradias destinadas as famílias de baixa renda.

...o presidente Luís Inácio Lula da Silva emitiu a Medida Provisória nº 459, de 25 de março de 2009. Ela implantava o Programa Minha Casa, Minha Vida (PMCMV), mais uma tentativa de política pública para solucionar os problemas habitacionais do país e promover o desenvolvimento econômico (COSTA, 2011).

Com o passar do tempo houve uma grande valorização dos terrenos, a chamada especulação imobiliária, como aborda Carvalho (2001 apud REANI; SEGALLA, 2006),

um dos mecanismos do processo de urbanização é o fenômeno da especulação imobiliária, principalmente sobre o solo urbano e urbanizável (...) Deste modo, a produção do espaço urbano nas cidades brasileiras, isto é, a abertura de novos loteamentos, não atende apenas à necessidade de abrigar gente em suas várias atividades, mas, também, e, principalmente, serve como instrumento de apropriação/redistribuição da riqueza social. Busca-se, não a satisfação de uma necessidade da comunidade, mas o lucro, independente dos seus custos para o conjunto da população.

Neste processo de crescimento e expansão urbana das cidades, a população de menor renda é a mais prejudicada, pois vê na periferia da cidade a possibilidade de moradia a um menor custo, através dos loteamentos produzidos para famílias de baixa renda (REANI; SEGALHA, 2006). Conseqüentemente, nestas condições, surgem uma série de fatores que agravam a qualidade habitacional destas áreas, como por exemplo, a ineficiência da prestação dos serviços de saneamento básico.

O saneamento básico é regido pela lei 11.445/2007, que é o Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB), onde engloba o tratamento de esgoto como um dos seus serviços básicos.

A lei 11.445/2007 traz no seu Artigo 3º, a descrição do serviço de esgoto:

b) esgotamento sanitário: constituído pelas atividades, infra-estruturas 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.

De acordo com dados do PLANSAB (2014), o custo para universalizar o acesso aos quatro serviços do saneamento (água, esgotos, resíduos e drenagem) é de R\$ 508 bilhões, no período de 2014 a 2033. Só para universalização da água e dos esgotos, esse custo é estimado em R\$ 303 bilhões para um horizonte de 20 anos.

Não é de hoje que o saneamento básico é visto como um desafio. O esforço pela expansão do saneamento básico é, acima de tudo, uma ação em prol da qualidade de vida, do desenvolvimento humano e da justiça social (COSTA, 2017).

Segundo o Programa Minha Casa, Minha Vida, o tratamento de esgoto mínimo previsto no projeto deve ocorrer através de fossas sépticas e sumidouros - tratamento doméstico, individual e simples - que pode contribuir para a contaminação do solo e do lençol freático quando mal executado, principalmente quando na sua fase de construção. Conforme Amorin e Netto (2005), este tipo de tratamento primário de esgotos atinge eficiências entre 50% a 80% de redução de sólidos em suspensão e DBO entre 40% a 70%, podendo aumentar o risco de contaminação do lençol freático.

O sistema fossa séptica e sumidouro exige uma série de medidas quando da sua operação para não contaminar o lençol freático e o solo, como cita Amorin e Netto (2005) em um estudo realizado na cidade de Maceió, onde se observou, devido a utilização do sistema fossa séptica/sumidouro, o agravamento em larga escala do problema da qualidade da água subterrânea daquela área, face à propagação da pluma dos efluentes domésticos lançados no solo, percolando até chegar ao lençol freático. Outro problema oriundo da má execução/operação da utilização do sistema fossa/sumidouro é a não interligação das tubulações que transportam os efluentes dos lavatórios e pias da área de serviço das residências a estes sistemas, com isso, esses efluentes são lançados nos logradouros públicos causando mau cheiro e agem como vetores de transmissão de doenças de veiculação hídrica. Vaz (2011) realça essa abordagem quando cita que a deficiência na coleta e no tratamento do esgoto doméstico contribui para a contaminação do meio e para a proliferação de doenças, que interfere na qualidade de vida das pessoas.

Portanto, para o Loteamento Cristal I, localizado na zona norte da cidade de Cajazeiras, onde a maioria das residências foram construídas através do PMCMV do Governo Federal, o tratamento de esgotos se dá através do sistema fossa e sumidouro. Na localidade em questão, observa-se a predominância de solo cristalino, o que torna difícil a infiltração no solo dos efluentes já tratados, o que, conseqüentemente, gera o desconforto do transbordamento do efluente do sistema fossa/sumidouro, ocasionando assim, uma série de transtornos para os moradores. De posse destes fatos, constata-se a inadequação deste tipo de sistema de tratamento à referida localidade. Neste trabalho se propõe a otimização do sistema de esgotamento sanitário através dos seguintes objetivos: dimensionar a rede de coleta de

esgoto, dimensionar a EEE e dimensionar a ETE, para permitir uma destinação adequada do esgoto evitando a contaminação do solo e do lençol freático.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Esta seção descreve uma breve explicação sobre o saneamento básico, focado no esgotamento sanitário, e nos seus aspectos como rede coletora de esgoto e tratamento.

2.1 Saneamento Básico no Brasil

Para qualquer país, a eficiência, a qualidade e a universalidade dos serviços de saneamento básico são fundamentais para a qualidade de vida da população. Esse setor tem impactos diretos sobre a saúde pública, o meio ambiente e o desenvolvimento econômico de um país (MADEIRA, 2010).

O marco regulatório no Brasil, que rege o saneamento básico é a Lei nº 11.445/2007, que estabelece as diretrizes nacionais para o setor, onde define que o saneamento é um conjunto de serviços e infraestruturas e instalações operacionais de:

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

No Brasil, o déficit do setor de saneamento básico é elevado, sobretudo no que se refere ao esgotamento sanitário, com maior carência nas áreas periféricas dos centros urbanos e nas zonas rurais, onde se concentra a população mais pobre (GAVÃO JUNIOR; PAGANINI, 2009).

A figura 1 mostra o panorama do setor de esgotamento sanitário em rede de esgoto e tratamento em percentual de atendimentos dos municípios.

Figura 1- Níveis de atendimento com água e esgotos dos municípios com prestadores de serviços participantes do SNIS em 2018, segundo macrorregião geográfica e Brasil

Macrorregião	Índice de atendimento com rede (%)				Índice de tratamento dos esgotos (%)	
	Água		Coleta de esgotos		Esgotos gerados	Esgotos coletados
	Total	Urbano	Total	Urbano	Total	Total
	(IN055)	(IN023)	(IN056)	(IN024)	(IN046)	(IN016)
Norte	57,1	69,6	10,5	13,3	21,7	83,4
Nordeste	74,2	88,7	28,0	36,3	36,2	83,6
Sudeste	91,0	95,9	79,2	83,7	50,1	67,5
Sul	90,2	98,6	45,2	51,9	45,4	95,0
Centro-Oeste	89,0	96,0	52,9	58,2	53,9	93,8
Brasil	83,6	92,8	53,2	60,9	46,3	74,5

Fonte: BRASIL: MDR-SNIS, 2019

Pela figura 1 percebemos que as regiões como Norte e Nordeste têm um percentual abaixo da média nacional de atendimento de coleta e tratamento de esgoto dos municípios. O maior percentual ficou com a região Sudeste, 83,7% da coleta de esgoto urbano coletado, valor acima da média nacional.

De acordo com o ANA (2017), no estado da Paraíba, dos 2956,4 milhões de habitantes, apenas 59% deles possui rede de coleta de esgoto, 43% possui tratamento de esgoto e 72% a parcela tratada em relação à coletada como mostra a figura 2. No Nordeste, 43% da população possui coleta de esgoto e 32% possui tratamento de esgoto, assim o estado da Paraíba se apresenta acima do percentual da região Nordeste.

Figura 2 - Índices de cobertura de esgotos no Brasil por estado e região geográfica

ÍNDICES DE COBERTURA DE ESGOTOS NO BRASIL POR ESTADO E REGIÃO GEOGRÁFICA						
REGIÃO GEOGRÁFICA	UNIDADE DA FEDERAÇÃO	NÚMERO DE MUNICÍPIOS	POPULAÇÃO URBANA (em mil hab.)	PARCELA DA POPULAÇÃO ATENDIDA		PARCELA TRATADA EM RELAÇÃO A COLETADA
				Coleta de esgoto	Tratamento de esgoto	
NORTE	Acre	22	562,8	35%	33%	94%
	Amapá	16	658,8	7%	7%	92%
	Amazonas	62	3.014,2	22%	19%	84%
	Pará	144	5.611,0	9%	4%	45%
	Roraima	15	374,1	19%	15%	79%
	Tocantins	139	1.169,2	30%	29%	96%
	TOTAL	450	12.667,4	16%	12%	75%
	NORDESTE	Alagoas	102	2.426,3	26%	17%
Bahia		417	10.865,0	63%	51%	81%
Ceará		184	6.569,3	44%	40%	91%
Maranhão		217	4.283,4	17%	4%	23%
Paraíba		223	2.956,4	59%	43%	72%
Pernambuco		185	7.383,6	45%	27%	61%
Piauí		224	2.096,9	12%	10%	81%
Rio Grande do Norte		167	2.619,7	31%	25%	80%
Sergipe		75	1.616,8	32%	22%	67%
TOTAL		1.794	40.817,4	43%	32%	74%
SUDESTE	Espirito Santo	78	3.136,5	61%	41%	68%
	Minas Gerais	853	17.705,0	86%	44%	51%
	Rio de Janeiro	92	15.922,1	73%	42%	58%
	São Paulo	645	40.521,4	87%	64%	74%
TOTAL	1.668	77.285,0	83%	54%	65%	
SUL	Paraná	399	9.397,5	65%	64%	98%
	Rio Grande do Sul	497	9.477,2	54%	26%	48%
	Santa Catarina	295	5.557,4	33%	24%	74%
	TOTAL	1.191	24.432,1	54%	40%	75%
CENTRO-OESTE	Distrito Federal	1	2.694,3	83%	83%	100%
	Goiás	246	5.801,9	50%	48%	95%
	Mato Grosso	141	2.617,2	25%	22%	91%
	Mato Grosso do Sul	79	2.170,4	43%	42%	98%
TOTAL	467	13.283,8	51%	49%	97%	
BRASIL		5.570	168.485,7	61%	43%	70%

Fonte: ANA: Atlas Esgoto, 2017

2.2 Esgoto Sanitário

A NBR 9648/1986 define esgoto sanitário como despejo líquido constituído de esgotos doméstico e industrial, água de infiltração e a contribuição pluvial parasitária (ABNT, 1986).

A norma classifica o esgoto como doméstico e industrial, o doméstico é o despejo líquido resultante do uso da água para higiene e necessidades fisiológicas humanas e o industrial é o despejo líquido resultante dos processos industriais, respeitados os padrões de lançamento estabelecidos.

De acordo com Mota (1997 apud PIMENTA et al., 2002),

os esgotos são compostos por constituintes físicos, químicos e biológicos. Desde que não haja significativa contribuição de despejos industriais a composição do esgoto doméstico ou sanitário é razoavelmente constante. Este efluente contém aproximadamente 99,9% de água, e apenas 0,1% de sólidos. Os esgotos industriais além da matéria orgânica podem carrear substâncias químicas tóxicas ao homem e outros animais.

2.2.1 Sistemas de Esgoto

Os sistemas de esgotos de uma cidade contemplam o escoamento dos esgotos sanitários e os esgotos pluviais. O sistema de esgotamento sanitário é a integração dos componentes responsáveis pela coleta, transporte, tratamento e disposição final dos esgotos sanitários (DIAS, 2003).

De acordo com Tsutiya e Sobrinho (2011, apud VERAS COSTA, 2013), os sistemas de esgotos urbanos podem ter três conformações distintas:

- a) Sistema de esgotamento unitário, ou sistema combinado;
- b) Sistema de esgotamento separador parcial;
- c) Sistema de esgotamento separador absoluto.

2.2.1.1 Sistema de Esgotamento Unitário

O sistema de esgotamento unitário, ou sistema combinado, é aquele em que as águas residuárias (domésticas e industriais), águas de infiltração (água do subsolo que penetra no sistema através de tubulações e órgãos acessórios) e águas pluviais veiculam por um mesmo sistema (TSUTIYA e SOBRINHO 2011, apud VERAS COSTA, 2013).

2.2.1.2 Sistema de Esgotamento Separador Parcial

O sistema de esgotamento separador parcial é aquele em que uma parcela das águas de chuva, provenientes de telhados e pátios das economias são encaminhadas juntamente com as águas residuárias e águas de infiltração do subsolo para um único sistema de coleta e transporte de esgotos (TSUTIYA e SOBRINHO 2011, apud VERAS COSTA, 2013).

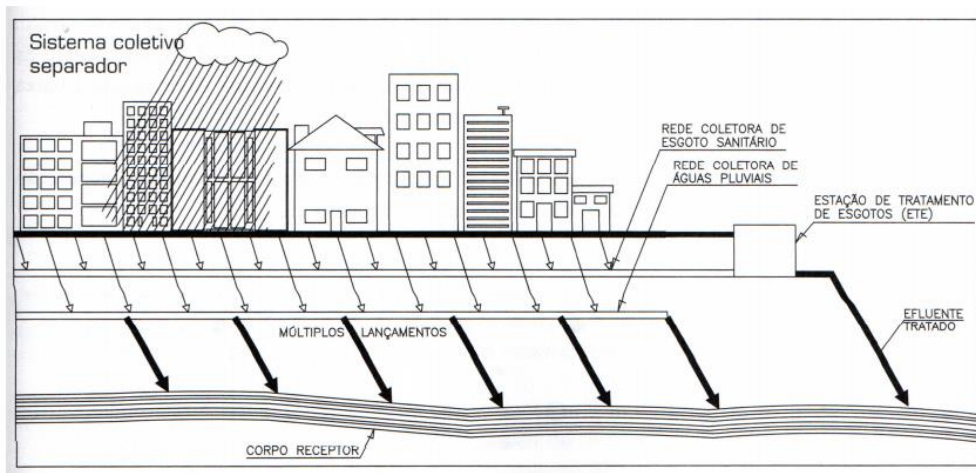
2.2.1.3 Sistema de Esgotamento Separador Absoluto

A norma NBR 9648/1986, define o sistema de esgotamento separador absoluto como, conjunto de condutos, instalações e equipamentos destinados a coletar, transportar, condicionar e encaminhar, somente o esgoto sanitário, a uma disposição final conveniente, de modo contínuo e higienicamente seguro (ABNT, 1986).

Neste sistema, o esgoto sanitário veicula em um sistema independente, denominado sistema de esgoto sanitário, enquanto as águas pluviais são coletadas e transportadas em um sistema de drenagem pluvial totalmente independente. O sistema separador absoluto foi adotado no Brasil no início do século XX (em 1912), e é entendido como o sistema mais eficaz nos pontos de vista técnicos e econômicos (VERAS COSTA, 2013).

O sistema separador absoluto reduz as dimensões das estações de tratamento facilitando, conseqüentemente, a operação e manutenção destas em função da constância na qualidade e na quantidade das vazões a serem tratadas (VERAS COSTA, 2013). A figura 3 mostra o sistema.

Figura 3- Sistema separador absoluto



Fonte: ADAPTADO DE BARROS et al., 1995.

2.2.2 Vazões dos Esgotos

O esgoto doméstico é gerado a partir da água de abastecimento e, portanto, sua medida resulta da quantidade de água consumida. Está é geralmente expressa pela taxa de consumo per capita, variável segundo costumes da localidade (ABRANTES, 2009).

Os esgotos industriais têm características próprias em função da matéria prima, do processo de industrialização e do produto industrializado (ABRANTES, 2009).

A tabela 1 mostra a produção de esgotos por atividade e usuário por consumo per capita em L DIA⁻¹, que serve para calcular vazão de projeto.

Tabela 1- Produção de esgotos por atividade e usuário

ATIVIDADE / USUÁRIO	UNIDADE	ESGOTO (L DIA ⁻¹)
Residência (urbana)	Pessoa	150
Residência (popular ou rural)	Pessoa	120
Apartamento	Pessoa	200
Escola (Internato)	Pessoa	150
Escola (Externato)	Pessoa	50
Hotel (sem cozinha e lavanderia)	Pessoa	120
Hospital	Leito	250
Alojamento (provisório)	Pessoa	80
Fábrica (em geral)	Pessoa	70

Escritório e Edifício Público	Pessoa	50
Restaurante ou Similar	Refeição	25
Cinema, Teatro e Templo	Lugar	2

Fonte: JORDÃO E PESSÔA, 1995.

2.2.3 Rede Coletora de Esgoto

A rede coletora de esgoto é o conjunto de tubulações constituído por ligações prediais, coletores de esgoto, coletores-tronco e seus órgãos acessórios. Sua função é receber as contribuições dos domicílios, prédios e economias, promovendo o afastamento do esgoto sanitário coletado em direção aos grandes condutos de transporte (interceptores e emissários) para o local de tratamento e descarga final (corpo receptor) (NUVOLARI et al., 2011).

De acordo com Tsutiya e Sobrinho (2011, apud VERAS COSTA, 2013) dividem e conceituam as diversas partes da rede coletora de esgotamento sanitário conforme segue abaixo:

- a) **Ligação Predial:** trecho do coletor predial compreendido entre o limite do terreno e o coletor de esgoto.
- b) **Coletor de Esgoto ou Coletor Secundário:** tubulação da rede coletora que recebe contribuição de esgoto dos coletores prediais em qualquer ponto ao longo de seu comprimento.
- c) **Coletor Principal:** coletor de maior extensão dentro da mesma bacia, que recebe contribuição dos coletores secundários e encaminham os dejetos para um emissário ou interceptor.
- d) **Coletor Tronco:** tubulação da rede coletora que recebe apenas contribuição de esgoto de outros coletores.
- e) **Órgãos Acessórios:** Nas redes de esgotos sanitários poderão ocorrer entupimentos ou obstruções nas tubulações, devido ao esgoto conter uma pequena parcela de sólidos (orgânicos e inorgânicos) e as tubulações apresentarem muitas vezes pequena declividade. Logo, é preciso que as canalizações tenham dispositivos para evitar ou mesmo minimizar os entupimentos nos pontos singulares das tubulações (início de coletores, mudanças de direção, declividade, diâmetro, material, junção de tubulação). Estes dispositivos que também possibilitam o acesso de pessoas ou equipamentos nestes pontos são os órgãos acessórios que são de fundamental importância nas redes coletoras de esgotos. Estes dispositivos são fixos e desprovidos de equipamentos mecânicos. Podem ser:

- Poço de Visita (PV): dispositivo fixo, provido de câmara visitável através de abertura existente em sua parte superior, destinada à execução de trabalhos de manutenção.
 - Tubo de Limpeza (TIL): Dispositivo não visitável, fabricado em PVC ou outro material plástico, utilizado para inspeção e introdução de equipamentos de desobstrução e limpeza dos coletores.
 - Terminal de Limpeza (TL): Permite a introdução de equipamentos de desobstrução e limpeza dos coletores, podendo ser localizado no início de qualquer coletor.
 - Caixa de Passagem (CP): Câmara sem acesso localizado em pontos singulares por necessidade construtiva e que permite a passagem de equipamento de limpeza do trecho a jusante.
- f) **Interceptor:** Canalização que recebe contribuição de coletores ao longo de seu comprimento, não recebem ligações prediais. Os interceptores têm a função de receber e transportar o esgoto coletado. É caracterizado pela defasagem das contribuições, o que resulta no amortecimento das vazões. Sua localização se dá em partes baixas das bacias, em geral ao longo das margens d'água a fim de reunir e conduzir os efluentes para um ponto de concentração.
- g) **Emissário:** Canalização destinada a conduzir os esgotos a um destino conveniente (estação de tratamento e/ou lançamento) sem receber contribuições no percurso, apenas na sua extremidade montante. Pode ser a tubulação de descarga de uma estação elevatória (emissário de recalque) ou a simples interligação de dois pontos de concentração de efluentes dos coletores de esgoto ou interceptores (emissário de gravidade). Pode ser, ainda, a tubulação de descarga do efluente de uma estação de tratamento.
- h) **Sifões invertidos e Passagens Forçadas:** Destinam-se a transposição de obstáculos pela tubulação de esgoto, funcionando sob pressão.

2.2.4 EEE

Tal como sifões invertidos, as elevatórias constituem descontinuidades do fluxo em conduto livre, não desejáveis no conjunto de tubulações e acessórios com escoamento nessa condição, além de serem unidades eletromecânicas consumidoras de energia, cujo custo incide nas despesas de exploração do sistema (NUVOLARI et al., 2011).

As elevatórias de esgoto normalmente estão dispostas nos pontos mais baixos da bacia sanitária, e tem como principais atribuições transpor o esgoto para outras bacias sanitárias ou para conseguir vencer certos limites geográficos (SANTOS, 2014).

De acordo com Nuvolari (2011) as estações de elevatória de esgoto são aplicáveis ao sistema de esgoto nas seguintes situações:

- a) Na coleta, para elevação de águas pluviais servidas (ou esgoto) de pavimentos abaixo do greide do coletor predial ou em terrenos com caimento para o fundo;
- b) No transporte (rede coletora de esgoto e interceptores), para evitar o excessivo aprofundamento dos coletores; em zonas com rede nova em cotas mais baixas que a rede existente; em redes coletoras do tipo distrital;
- c) No tratamento, para elevar o afluente a ETE, até a cota compatível com implantação das unidades de tratamento.
- d) Na disposição final, para lançamento no corpo receptor em condições favoráveis, dadas as variações de nível (cheias, maré etc).

2.2.5 ETE

A NBR 12209 define a ETE como um conjunto de unidades de tratamento, equipamentos, órgãos auxiliares, acessórios e sistemas de utilidades cuja finalidade é a redução das cargas poluidoras do esgoto sanitário e condicionamento da matéria residual resultante do tratamento (ABNT, 1992).

O tratamento de esgoto consiste na estabilização da matéria orgânica de um certo efluente. Assim, o tratamento busca transformar a matéria orgânica em inorgânica (mineralização e conseqüente redução de DBO) e a remoção de microorganismos patogênicos (PIMENTA et al., 2002).

Não existe um sistema de tratamento padrão para ser utilizado. Vários fatores irão influenciar na escolha das opções tecnológicas, tais como, disponibilidade de área, clima favorável, características do esgoto, qualidade desejada para o efluente, capacidade do corpo receptor de receber a carga poluidora e da legislação referente ao local (PIMENTA et al., 2002).

No Brasil, principalmente no Nordeste, devido a sua grande área e a grande incidência luminosa durante o ano, recomenda-se sistemas de ação biológica, como o valo de oxidação e a lagoa de estabilização (PIMENTA et al., 2002).

2.2.5.1 Lagoa de Estabilização

As lagoas de estabilização se constituem numa das tecnologias mais simples e baratas empregadas no tratamento de efluentes líquidos, principalmente em regiões de clima quente, o que favorece o seu bom funcionamento (OLIVEIRA; GONÇALVES, 1999).

Seu tratamento é feito através de fenômenos naturais: físicos; químicos e biológicos, sem a necessidade de energia externa, exceto a solar. Outras vantagens podem ser citadas como a simplicidade de operação e funcionamento, baixo custo de operação e manutenção (PIMENTA et al., 2002).

As lagoas de estabilização podem ser classificadas como: lagoa anaeróbica, facultativa e maturação (KELLNER; PIRES, 1998), a lagoa facultativa são lagoas para tratamento de esgotos, é de grande facilidade construtiva já que se baseia na movimentação de terra e preparação de taludes, levando-se em consideração uma boa compactação deste solo e se necessário a impermeabilização destas lagoas (SANTOS, 2007).

O seu funcionamento é por intermédio da ação de algas e bactérias sob a influência da luz solar (fotossíntese). A matéria orgânica contida nos despejos é estabilizada, parte transformando-se em matéria mais estável na forma de células de algas e parte em produtos inorgânicos finais que saem com efluente. Estas lagoas são chamadas de facultativas graças às condições aeróbias mantidas na superfície liberando oxigênio e às anaeróbias mantidas na parte inferior onde a matéria orgânica é sedimentada, têm profundidade variando de 1,0m a 2,5m e áreas relativamente grandes (BRASIL, 2004).

2.2.6 Fossa Séptica

A Fossa séptica está destinada a receber contribuições de esgotos domésticos, possuindo a capacidade de dar aos esgotos um grau de tratamento equivalente a sua simplicidade e custo (PIMENTA et al., 2002).

Esse sistema de tratamento, na verdade, é composto por duas unidades: o tanque séptico e uma unidade de disposição do seu efluente (sumidouro) (PIMENTA et al., 2002).

Como cita Pimenta (2002) abaixo, a fossa séptica pode representar quando mal executada um risco ao lençol freático e a saúde humana.

São adotadas, quando há uma ausência total ou parcial, dos sistemas de tratamento de esgoto em áreas rurais e ou urbanas. A presença destas fossas podem representar um risco ao aquífero subterrâneo, tendo em vista, à infiltração no solo e os efeitos ofensivos provenientes da decomposição da matéria orgânica. Bem como, os efeitos maléficoss possíveis, causados à saúde humana levando-se em consideração a presença de microorganismos patogênicos na água consumida pela população.

O sistema precisa de certo cuidado como a retirada do lodo uma vez por ano ou quando acumular, em demasia. Deve-se atentar, para que, no procedimento de limpeza, não seja retirado a totalidade do lodo, garantindo uma certa espessura deste material para o bom funcionamento do processo biológico (SANEPAR, 2015).

3 MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

O presente trabalho se propõe a otimizar o sistema de esgotamento sanitário do Loteamento Cristal I, na zona norte da cidade de Cajazeiras – PB, onde apresenta os seguintes procedimentos metodológicos: será visitado o loteamento de estudo, em seguida serão

coletados os dados da planta do local, feito levantamento fotográfico e depois será feita um dimensionamento seguindo as normas NBR 8160/1986; 9648/1986; 9649/1986; 12208/1992 e 12209/1992.

3.1 Objeto de Estudo

A cidade de Cajazeiras, onde se localiza o objeto de estudo, é um município brasileiro no interior do estado da Paraíba. Pertence à Mesorregião do Sertão Paraibano e à Microrregião de Cajazeiras e está distante 468 km da capital do estado, João Pessoa. Ocupa uma área de 565 899 km² e sua população, de acordo com censo de 2010, é de 58446 hab, o que a classifica como o sétimo maior município em população da Paraíba (PMCZ, 2020). A figura 4 apresenta o mapa da cidade.



Fonte: WIKIPEDIA, 2019

Com temperaturas médias de 25,9°C ao ano, Cajazeiras possui um dos melhores Índices de Desenvolvimento Humano da Paraíba. Seu valor, que era de 0,679 em 2010, era o sétimo melhor do estado e maior do sertão da Paraíba, sendo considerado como médio pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. Economicamente, o setor terciário é sua principal fonte de renda, tendo o comércio e os serviços como importantes atividades econômicas (PMCZ, 2020).

O local de estudo fica situado na Zona Norte da cidade de Cajazeiras – PB, região periférica da cidade. A figura 5 expõe a delimitação do objeto de estudo.

Figura 5- Loteamento Cristal I



Fonte: AUTOR, 2020

O local a apresenta as seguintes características:

- a) Área total: $142.937,60 \text{ m}^2 = 14,29 \text{ ha}$;
- b) Números de lotes: 375 lotes.

É um loteamento residencial com a maioria das residências com dois quartos e com estrutura térrea onde tem o sistema individual de tratamento de esgoto.

No Loteamento Cristal I, a maioria das residências foram adquiridas através do financiamento do PMCMV do Governo Federal, onde os proprietários através dos bancos públicos como Caixa Econômica Federal e Banco do Brasil financiaram seus respectivos imóveis em 30 anos.

A topografia onde se encontra o loteamento é muito acidentado com muitos aclives e declives, com cotas variando entre 301 até 326,7 m. As figuras 6 e 7 mostram os aclives e declives das ruas do loteamento.

Figura 6 - Aclive da rua do Loteamento Cristal I



Fonte: AUTOR, 2020

Figura 7 - Declive da rua do Loteamento Cristal I



Fonte: AUTOR, 2020

Segundo Costa (2017), terrenos com esse tipo de configuração topográfica dificultam, e por vezes inviabilizam, a execução de pequenas ampliações da rede coletora de esgoto, na medida em que tornam as redes muito profundas.

O solo é rochoso, com rochas aflorantes como mostram as figuras 8 e 9.

Figura 8 - Rochas aflorantes no lote



Fonte: AUTOR, 2020

Figura 9- Rochas aflorantes no leito da rua



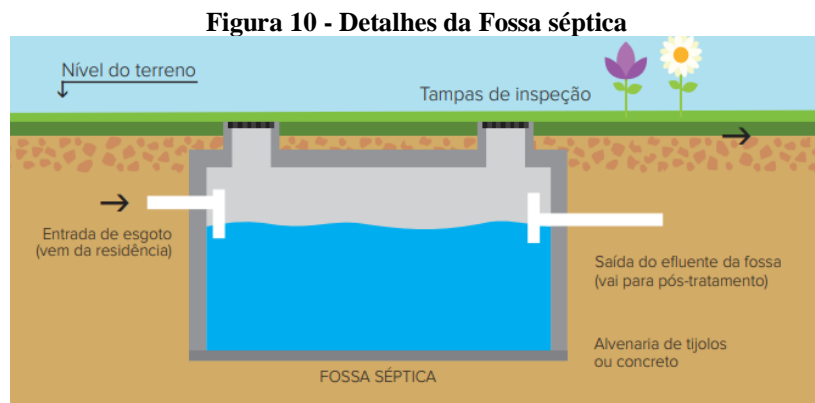
Fonte: AUTOR, 2020

O solo rochoso dificulta a construção do sistema individual de tratamento de esgoto como o sistema fossa e sumidouro, além de dificultar a eficiência de infiltração do sumidouro.

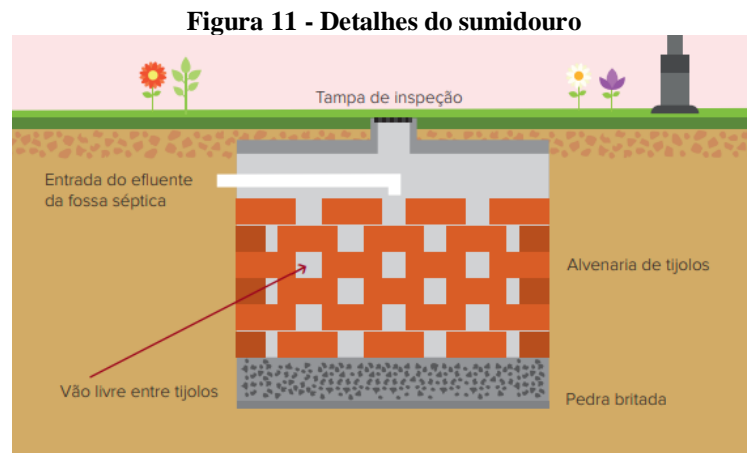
3.2 Sistema de Esgoto Atual

O sistema atual é através de fossa séptica e sumidouro, devido o loteamento não possuir rede coletora de esgoto. As figuras 10 e 11 apresenta os detalhes do sistema individual.

A fossa e o sumidouro são construídos nas referidas residências na frente (garagem) ou nos fundos da casa. Na frente da casa é melhor devido à facilitação da limpeza da fossa.



Fonte: SANEPAR, 2015



Fonte: SANEPAR, 2015

O sistema fossa séptica e sumidouro do referido loteamento não contempla os afluentes de pias e lavatórios das áreas de serviço das residências, com isso os construtores canalizam o escoamento desses afluentes pelas ruas como mostram as figuras 12 à 15.

Figura 12 – Escoamento de afluentes na rua



Fonte: AUTOR, 2020

Figura 13 – Escoamento de efluentes na rua



Fonte: AUTOR, 2020

Figura 14 – Escoamento de efluentes na rua



Fonte: AUTOR, 2020

Figura 15 – Canalização para lançamento de efluentes na rua

Fonte: AUTOR, 2020

O sistema atual apresenta esse problema de escoar afluentes nas ruas, o que pode ocasionar mau cheiro e doenças.

A empresa responsável pelo esgoto sanitário da cidade é a Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA), ela abastece a cidade com água e faz a coleta e o tratamento de esgoto. A CAGEPA é uma empresa estadual com sede administrativa na cidade de João Pessoa e possui seis gerencias regionais, a cidade de Cajazeiras está na Gerencia do Alto Piranhas.

De acordo com a tabela no Anexo A do SNIS (2019) a cidade de Cajazeiras - PB tem 3117 ligações de esgotos ativas e 11182 pessoas atendidas por esgoto sanitário possui uma extensão 23,92 km de rede de esgoto.

O Loteamento do estudo só é contemplado pelo serviço de abastecimento d'água, quanto dos serviços da CAGEPA.

3.3 Estimativa Populacional do Loteamento Cristal I

De acordo com o censo do IBGE de 2010, a população de Cajazeiras na zona urbana é de 58446, conforme pode ser visto na Tabela 2.

Tabela 2- População de Cajazeiras - PB, segundo o censo de 2010

População	Total	Urbana	Rural
1970	41.693	24.935	16.758
1980	46.448	31.566	14.882
1991	51.273	38.329	12.944
2000	54.715	41.964	12.751
2010	58.446	47.501	10.945

Fonte: IBGE, 2010.

De acordo com o IBGE 2010, Cajazeiras tem uma média de moradores por domicílios de 3,37.

O projeto só vai considerar a população de início, a população calculada através das quantidades de lotes, com relação à média de moradores por domicílio.

$$\text{Pop} = \text{Quant.}_{\text{lotes}} \times \text{Média}_{\text{m.d}} \quad (1)$$

$$\text{Pop} = 375 \times 3,37$$

$$\text{Pop} = \mathbf{1264 \text{ pessoas}}$$

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Percebe-se que o sistema atual de tratamento de esgoto do Loteamento Cristal I está ineficiente, ocasionando escoamento de efluentes nas ruas e mau cheiro, podendo provocar doenças na população, como isso a solução encontrada será a desativação do sistema fossa e sumidouro para a implantação da rede coletora de esgoto e seu tratamento com a ETE.

A desativação do sistema fossa e sumidouro é importante para evitar o mau cheiro e contaminação do solo. A presença destas fossas pode representar um risco ao aquífero subterrâneo, tendo em vista, à infiltração no solo e os efeitos ofensivos provenientes da decomposição da matéria orgânica.

4.1 Dimensionamento da Rede Coletora de Esgoto

O sistema projetado para a coleta do esgoto é do tipo Separador Absoluto, orientado em função das condições de escoamento natural. A rede coletora será dimensionada para atender a vazão inicial.

O projeto de esgotamento sanitário foi elaborado de acordo com as características de implantação, seguindo como base o projeto urbanístico e levantamentos topográficos, planialtimétrico da área e curvas de níveis do projeto de implantação, conforme planta fornecida pelo empreendedor.

O dimensionamento foi realizado dentro das normas brasileiras regulamentadoras com as normas NBR 9649, NBR 9648 e a NBR 8160.

- a) Vazão de Início
 – Coeficientes utilizados no projeto

A tabela abaixo expõe os coeficientes utilizados.

Coeficientes	Valores
q	130
C_{ret}	0,8
K_1	1,2
K_2	1,5

Fonte: ADAPTADO NBR 9649/1986

Onde:

q - vazão per capita;

c_{ret} - coeficiente de retorno;

K_1 - coeficiente de vazão máxima diária;

K_2 - coeficiente de vazão máxima horária.

- Calculando a vazão inicial:

$$Q_{INICIO} = \frac{POP_{INICIO} \times q \times c_{ret} \times K_2}{86400} \quad (2)$$

$$Q_{INICIO} = \frac{1264 \times 130 \times 0,8 \times 1,5}{86400}$$

$$Q_{INICIO} = 2,28 \text{ l/s}$$

- Taxa de contribuição linear para início de plano:

$$T_{Li} = \frac{Q_{INICIO}}{\Sigma l} + TI \quad (3)$$

$$T_{Li} = \frac{2,28}{2,89465} + 1$$

$$T_{Li} = 1,788 \text{ l/(s. km)}$$

A partir das taxas de contribuições dos trechos, determina-se as vazões de montante e jusante de cada trecho.

- Vazão mínima:

Pela norma NBR 9.649/1986, o menor valor de vazão a considerar em qualquer trecho é de 1,50 l/s.

b) Declividade do Terreno

Com o auxílio do levantamento topográfico da região, determina-se as cotas do terreno a montante e a jusante de cada trecho, determinando assim a declividade do terreno, pela equação 4:

$$Declev_{ter} = \frac{(C_m - C_j)}{L} \quad (4)$$

A declividade mínima de projeto dos trechos é calculada a partir da equação 5:

$$I_{\min} = 0,0055 \times Qi^{-0,47} \quad (5)$$

A declividade máxima de cada trecho é obtida pela equação 6:

$$I_{\max} = 4,65 \times Qf^{-0,47} \quad (6)$$

As equações 4 à 6 são de acordo com a norma NBR 9649/1986.

c) Profundidade do Coletor

A profundidade das canalizações deverá está de acordo com o que estabelece a norma NBR 9649/1986. A profundidade mínima adotada é aquela que permite um recobrimento mínimo de 0,90 m, para tubulações assentadas no leito da via de tráfego.

d) Condutividade Hidráulica

É a taxa na qual o afluente se move na tubulação, é dada a partir da equação 7:

$$k = \frac{Q}{I^{0,5}} \quad (7)$$

A partir dos coeficientes de condutividade hidráulica (k), determina-se a os diâmetros das tubulações correspondentes para cada trecho e a relação y/d (por interpolação), correspondente a lâmina de esgoto na tubulação.

Lembrando que a lâmina deve apresentar valores entre 0,2 e 0,75, para garantir o funcionamento adequado da rede de coleta de esgoto, seguindo a norma NBR 9649/1986.

e) Velocidades

A velocidade se dar através da equação 8:

$$v = \frac{4 \times Q}{\pi \times D^2} \quad (8)$$

A velocidade mínima adquire especial importância na prevenção e controle da geração de sulfatos e na garantia de minimizar a deposição de partículas sólidas no interior da canalização (GOES, 2011).

A velocidade máxima é limitada a valores que possam garantir a integridade das superfícies internas das canalizações, principalmente pelo efeito do atrito causado pelos sólidos presentes no esgoto (GOES, 2011).

A velocidade crítica se dar na equação 9:

$$v_c = 6 \times \sqrt{g \times Rh} \quad (9)$$

f) Tensão Trativa

A tensão trativa é força que promove a auto limpeza das tubulações. A tensão trativa mínima de acordo com a norma NBR 9649/1986 é de 1,0 Pa, a tensão é calculada através da equação 10 de acordo com a norma NBR 9649/1986:

$$\sigma t = \gamma \cdot Rh \cdot I \quad (10)$$

As equações 2 à 10 são de acordo com a norma NBR 9649/1986.

g) Poço de Visita (PV)

A NBR 9646/1986 define os parâmetros de execução do dispositivo PV.

O mesmo será projetado como uma caixa de inspeção de alvenaria, devido o solo ser rochoso, dificulta sua execução PV e diminui o volume de escavação, a distância máxima entre dois PV consecutivos e de 100 m conforme a NBR 9649/1986. Na figura 16 tem o detalhe do PV.

Figura 16 – Caixa de Inspeção para esgoto



Fonte: RADIO E TELEVISÃO RECORD SA, 2020

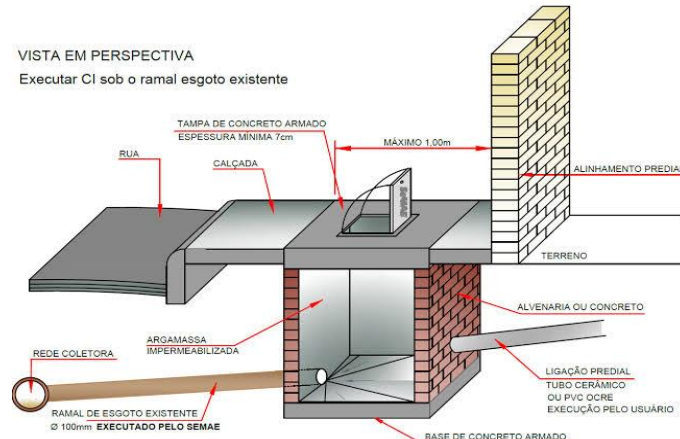
h) Traçado da Rede de Esgoto

O traçado da rede coletora de esgotos é função das condições topográficas da bacia de drenagem. Depende por outro lado, da concepção a ser utilizada, se sistema separador absoluto e unitário (SILVA, 2008).

i) Ligação Predial de Esgoto

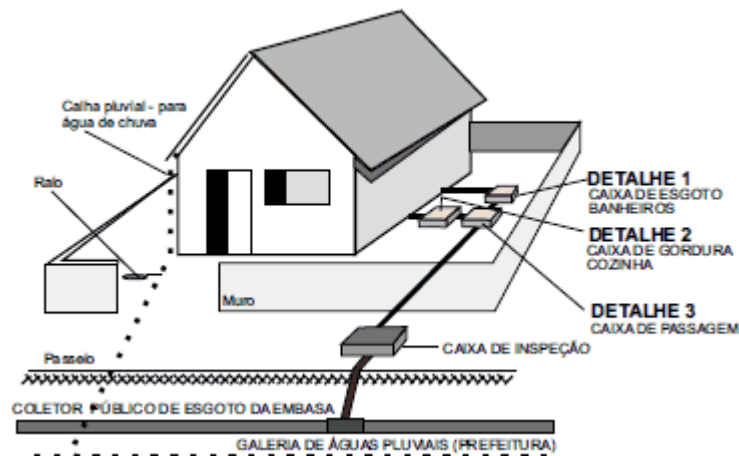
A ligação predial será feita de uma caixa de inspeção do lado de fora da residência até o coletor de esgoto, como mostra a figura abaixo e os detalhes está no Anexo B.

Figura 17 – Ligação predial de esgoto



Fonte: SEMAE, 2016

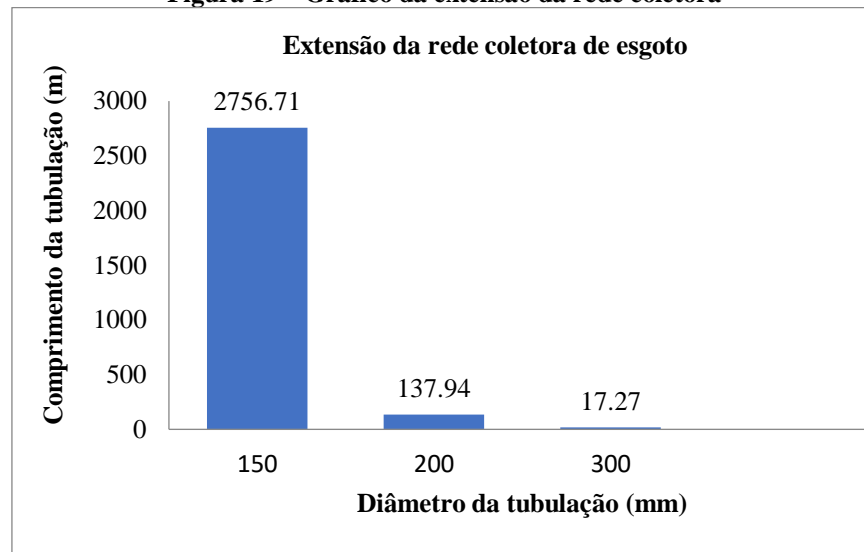
Figura 18 – Ligação predial de esgoto



Fonte: FAZFÁCIL, 2017

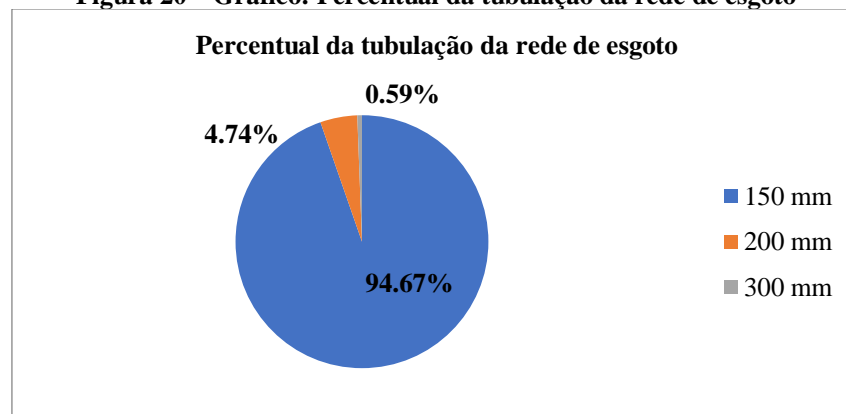
A rede coletora será instalada no leito das ruas, no eixo da rua. Quando da execução, deverá ser verificado as condições da rede de esgoto cloacal com as demais redes, evitando trespasse em mesma cota de instalação entre as canalizações de rede de água, coletora de esgoto pluvial e equipamentos de rede elétrica. A rede coletora de esgoto tem uma extensão de 2,91 km entre coletores e interceptores, o resultado obtido através da planilha da maioria dos coletores foi de diâmetro 100 mm, mas optou-se um diâmetro comercial superior a 100 mm no caso de 150 mm, assim evitando entupimentos e obstruções, dando uma vida útil maior para rede de esgoto, o diâmetro da tubulação de 150 mm tem um comprimento de 2756,71m e representa 94,67% da extensão total da rede coletora como mostram as figuras 22 e 23.

Figura 19 – Gráfico da extensão da rede coletora



Fonte: AUTOR, 2020

Figura 20 – Gráfico: Percentual da tubulação da rede de esgoto



Fonte: AUTOR, 2020

O maior diâmetro encontrado foi de 300 mm, mas representando 0,59% da extensão total da rede, que liga o trecho entre o ultimo PV35 a EEE, com uma vazão de 5,19 l/s.

A maior profundidade da rede coletora se deu no trecho PV35- EEE com 1,15 m, o restante da rede obteve-se uma profundidade de 1,05 m como mostra a planilha no Apêndice B.

Os poços de visita se apresentam em 35 unidades, onde optou-se por menores dimensões comparado a norma, com mostra o desenho do Apêndice B, devido ao terreno possuir solo cristalino e rochas aflorantes que dificultam a execução de PV padrão, e além de economizar orçamento com a execução.

As declividades das tubulações ficaram dentro do intervalo das declividades mínima e máxima estabelecidas.

A velocidade crítica máxima foi de 3,62 m/s no trecho PV35 a EEE e a tensão trativa máxima foi de 24,63 Pa no trecho TIL24 à PV10. A tensão trativa estão todas acima de 1,0 Pa, o que estabelece a norma NBR 9649/1986.

4.2 Dimensionamento da EEE

O dimensionamento da EEE seguiu a norma da NBR 12208/1992, com objetivo de calcular o volume do poço de sucção e as condições de funcionamento da bomba. O dimensionamento da EEE é feito de acordo com os parâmetros a seguir:

População: Pop = 1264 hab

Tabela 4 – Coeficientes de vazões para EEE

Coeficientes	Valores
C	130
q	0,8
K_1	1,2
K_2	1,5
K_3	0,5

Fonte: ADAPTADO NBR 9649/1986

Onde:

q - vazão per capita;

C- coeficiente de atrito do tubo;

K_1 - coeficiente de vazão máxima diária;

K_2 - coeficiente de vazão máxima horária;

K_3 - coeficiente de vazão mínima.

a) Vazão média da bacia:

$$Q_{med} = \frac{Pop_{inicio} \times C \times q_{ret}}{86400} \quad (11)$$

$$Q_{med} = \frac{1264 \times 130 \times 0,8}{86400}$$

$$Q_{med} = 1,52 \text{ l/s} = 0,0912 \text{ m}^3/\text{min}$$

b) Vazão máxima do dimensionamento de acordo com a planilha no Apêndice B:

$$Q_{\text{máx}} = 5,19 \text{ l/s} \quad (12)$$

c) Vazão mínima da bacia:

$$Q_{\text{min}} = k_3 \times Q_{\text{med}} \quad (13)$$

$$Q_{\text{min}} = 0,5 \times 1,52$$

$$Q_{\text{min}} = 0,76 \text{ l/s}$$

d) Vazão máxima da bomba:

$$Q_b = 1,20 \times Q_{\text{max}} \quad (14)$$

$$Q_b = 1,20 \times 5,19$$

$$Q_b = 6,23 \frac{\text{l}}{\text{s}} = 0,37 \frac{\text{m}^3}{\text{min}}$$

e) Volume útil do poço:

$$V_{\text{útil}} = 2,50 \times Q_b \quad (15)$$

$$V_{\text{útil}} = 2,50 \times 0,37$$

$$V_{\text{útil}} = 0,93 \text{ m}^3$$

f) Dimensões do poço:

Adotando os seguintes parâmetros:

$$h = 0,80 \text{ m}$$

$$b = \frac{3}{4} L$$

$$V = h \times b \times L \quad (16)$$

$$V = 0,80 \times \frac{3}{4} L \times L$$

$$L = 1,24 \text{ m} \approx 1,25 \text{ m}$$

Logo, temos as seguintes dimensões do poço:

$$h = 0,80 \text{ m}$$

$$b = 1,0 \text{ m}$$

$$L = 1,25 \text{ m}$$

g) Volume útil corrigido:

$$V_{\text{útil corrigido}} = h \times b \times L \quad (17)$$

$$V_{\text{útil corrigido}} = 0,80 \times 1,0 \times 1,25$$

$$V_{\text{útil corrigido}} = \mathbf{1,0 \text{ m}^3}$$

h) Tempo para encher o volume do poço:

$$T_p = \frac{V_{\text{útil corrigido}}}{Q_{\text{med}}} \quad (18)$$

$$T_p = \frac{1,0}{0,0912}$$

$$T_p = \mathbf{10,96 \text{ min}}$$

i) Tempo de funcionamento médio da bomba:

$$T_f = \frac{V_{\text{útil corrigido}}}{Q_b} - Q_{\text{med}} \quad (19)$$

$$T_f = \frac{1,0}{0,37} - 0,0912$$

$$T_f = \mathbf{2,61 \text{ min}}$$

j) Tempo de ciclo da bomba:

$$T_c = T_p + T_f \quad (20)$$

$$T_c = 10,96 + 2,61$$

$$T_c = \mathbf{13,57 \text{ min}}$$

k) Número máximo de partidas por hora na bomba:

$$N = \frac{60}{T_c} \quad (21)$$

$$N = \frac{60}{13,57}$$

$$N = 4,42 = 5 \text{ partidas/hora}$$

l) Tempo de Funcionamento diário dos equipamentos:

$$T_{fd} = \frac{T_f}{T_c} \times 24 \quad (22)$$

$$T_{fd} = \frac{2,61}{13,57} \times 24$$

$$T_{fd} = 4,62 \text{ horas/dia}$$

A EEE foi projetada numa área verde do loteamento com uma cota de terreno de 301 m e a chegada do coletor de 209 m, onde obteve-se uma bomba de potência de 2,5 cv com um tempo de ciclo de 13,57 min, com número de 5 partidas/hora com um total de 4,62 horas diárias. O poço de vista tem um volume de 1,0 m³, com profundidade de 0,80 m e leva um tempo de 10,95 min para enchê-lo. As equações 11 à 22 são de acordo com Silva (2008).

4.3 Dimensionamento do Emissário de Recalque da EEE à ETE

Os dados necessários para o dimensionamento do emissário são os seguintes:

Comprimento do Emissário (L) = 1,34 km

Profundidade do coletor = 1,15 m

Tabela 5 – Cotas para o cálculo do emissário

Local	Cotas
Terreno na EEE	301,0 m
Chegada do coletor	299,637 m
Nível mínimo do poço de sucção	299,837 m
De descarga do emissário na caixa de areia do sistema de tratamento	314,0 m

Fonte: AUTOR, 2020

Tabela 6 – Peças para efeito de cálculo das perdas de carga localizadas

Peças	Quantidades	Comprimento Virtual (m)
Entrada de Canalização	1	0,50
Registro de gaveta aberto	2	0,40
Redução excêntrica	1	0,30
Ampliação gradual	1	0,30
Curva de 90°	1	0,40
Tê de saída de lado	1	1,30
Válvula de Retenção	1	2,50
	Σ	5,70

Fonte: AUTOR, 2020

a) Diâmetro de Recalque:

$$D_R = K X^{1/4} \sqrt{Q} \quad (23)$$

$$D_R = 1 \times \left(\frac{6,14 \times 60}{24} \right)^{1/4} \times \sqrt{5,19 \cdot 10^{-3}}$$

$$D_R = 0,143 \text{ m} = 150 \text{ mm}$$

b) Velocidade de Recalque:

$$v_r = \frac{Q}{A} \quad (24)$$

$$v_r = \frac{4 \times 5,19 \cdot 10^{-3}}{3,1416 \times 0,15^2}$$

$$v_r = 0,65 \text{ m/s}$$

c) Perda de carga unitária, (Hanzen -Willians para C=140):

$$J = \left(\frac{Q}{0,2788 \times C \times D^{2,63}} \right)^{1,85} \quad (25)$$

$$J = \left(\frac{5,19 \cdot 10^{-3}}{0,2788 \times 140 \times 0,150^{2,63}} \right)^{1,85}$$

$$J = 0,000688 \text{ m/m}$$

d) Perda de carga ao longo do emissário:

$$h_f = J \times L \quad (26)$$

$$h_f = 0,000688 \times 1340$$

$$\mathbf{h_f = 0,93 m}$$

e) Perda de carga virtual:

$$h_f' = \sum K \left(\frac{v_r^2}{2g} \right) \quad (27)$$

$$h_f' = 5,70 \times \frac{0,65^2}{2 \times 9,81}$$

$$\mathbf{h_f' = 0,123 m}$$

f) Altura Geométrica:

$$HG = 314,0 - 299,837 \quad (28)$$

$$\mathbf{HG = 14,163 m}$$

g) Altura manométrica:

$$AMT = HG + h_f' + h_f \quad (29)$$

$$AMT = 14,163 + 0,123 + 0,40$$

$$\mathbf{AMT \approx 15,21 m}$$

h) Potência do conjunto elevatório, admitindo-se que o rendimento do conjunto motor-bomba seja de 50%.

$$P = \frac{Q \times AMT}{75 \times \eta} \quad (30)$$

$$P = \frac{5,19 \times 15,21}{75 \times 0,50}$$

$$\mathbf{P = 2,11 CV \rightarrow valor adotado P = 2,5 CV}$$

De acordo com a norma 12208/1992 serão instaladas duas bombas de 2,5 cv, assim ficando uma de reserva em caso de defeitos. As equações 23 à 30 são de acordo com Silva (2008).

O emissário apresenta comprimento de 1340 m, declividade de 0,00107 m/m e diâmetro de 150 mm. O mesmo interliga a EEE à ETE.

4.4 Dimensionamento da Calha Parshall e da Caixa de Areia da EEE

A calha Parshall é um dispositivo tradicional para medição de vazão em canais abertos de líquidos fluindo por gravidade. A seguir os parâmetros necessários para dimensionar a calha Parshall:

Tabela 7 – Vazões de projeto

Vazões	Quantidade (l/s)
Q_{min}	0,76
$Q_{méd}$	1,52
$Q_{máx}$	5,19

Fonte: AUTOR, 2020

a) Alturas das lâminas d'água sobre a Calha Parshall:

De acordo com as vazões acima, encontra-se na figura abaixo o W que é a garganta da calha:

Figura 21 – Tabela de parâmetros da Calhas Parshall padronizadas

GARGANTA (W)		VAZOES (l/s)		DIMENSÕES (mm)									
(pol)	(cm)	mínima	máxima	A	B	C	D	E	F	G	L	K	N
1	2,54	0,14	5,66	363	356	93	168	356	76	203	637	19	29
3	7,62	0,80	53,80	467	457	179	259	610	152	305	914	25	57
6	15,24	1,40	110,50	621	610	394	397	610	305	610	1525	76	114
9	22,86	2,50	252,00	880	864	381	575	762	305	457	1626	76	114
12	30,48	3,10	456,00	1372	1344	610	845	914	610	915	2869	76	114
18	45,72	4,20	696,60	1448	1420	762	1026	914	610	915	2945	76	114
24	60,96	11,90	937,30	1524	1496	914	1499	914	610	915	3021	76	114
36	91,44	17,30	1427,30	1676	1645	1219	1572	914	610	915	3170	76	114
48	121,92	36,80	1922,70	1829	1785	1524	1937	914	610	915	3310	76	114
60	152,40	45,30	2423,90	1981	1941	1829	2302	914	610	915	3466	76	114
72	182,88	73,60	2930,80	2134	2080	2134	2667	914	610	915	3605	76	114
84	213,36	85,00	3437,70	2286	2240	2438	3032	914	610	915	3765	76	114
96	243,84	99,10	3950,20	2438	2392	2743	3397	914	610	915	3917	76	114

Fonte: SILVA, 2008

O valor adotado de W é 3” que equivale a 7,62 cm, de acordo com as vazões calculadas:

$$H = \left(\frac{Q_i}{2,2 \times W} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (31)$$

Alturas das laminas d'água são de acordo com Tabela 8:

Tabela 8 – Laminas d'água na Calha Parshall	
Alturas	Quantidade (m)
H_{min}	0,0274
$H_{méd}$	0,0435
$H_{máx}$	0,099

Fonte: AUTOR, 2020

Na figura 20, a Calha Parshall:

Figura 22 - Calha Parshall



Fonte: <https://www.flickr.com/photos/agemeioambiente/5634717510>

b) Rebaixamento da Calha Parshall

As Calhas Parshall são construídas de forma que fiquem ligeiramente rebaixadas em relação ao nível do canal da caixa de areia (SILVA, 2008).

$$Z = \frac{Q_{máx} \times H_{min} - Q_{min} \times H_{máx}}{Q_{máx} - Q_{min}} \quad (32)$$

$$Z = \frac{5,19 \times 0,0274 - 0,76 \times 0,099}{5,19 - 0,76}$$

$$\mathbf{Z = 0,0151 \text{ m}}$$

c) Altura máxima da lamina d'água na caixa de areia

$$H_a = H_{m\acute{a}x} - Z \quad (33)$$

$$H_a = 0,099 - 0,0151$$

$$\mathbf{H_a = 0,0839 m}$$

d) Área da seção de escoamento da caixa

$$S = b \times H_a \quad (34)$$

$$S = \frac{Q_{m\acute{a}x}}{v} \quad (35)$$

$$b \times H_a = \frac{Q_{m\acute{a}x}}{v} \quad (36)$$

Sabendo que a velocidade v deve ser da ordem de 0,30 m/s, logo:

$$b = \frac{Q_{m\acute{a}x}}{v \times H_a} \quad (37)$$

$$b = \frac{5,19 \cdot 10^{-3}}{0,30 \times 0,0512}$$

$$\mathbf{b = 0,206 m}$$

A tabela a seguir indica o resumo das informações referentes às vazões e suas respectivas velocidades.

Tabela 9 – Velocidades na Calha Parshall

Q (m ³ /s)	H (m)	H - Z (m)	S = (H - Z)b (m ²)	v = Q/S (m/s)
0,00076	0,0274	0,0123	0,0025	0,304
0,00152	0,0435	0,0284	0,0059	0,258
0,00519	0,099	0,0839	0,0173	0,300

Fonte: AUTOR, 2020

Como as velocidades estão no intervalo $0,15 \text{ m/s} \leq v \leq 0,40 \text{ m/s}$, satisfazem as condições.

e) Comprimento da caixa de areia

$$L_{\text{areia}} = 25 \times H_{\text{med}} \quad (38)$$

$$L_{\text{areia}} = 25 \times 0,0435$$

$$\mathbf{L_{\text{areia}} = 1,09 \text{ m}}$$

f) Área superficial da caixa de areia

$$A_{\text{areia}} = L_{\text{areia}} \times b \quad (39)$$

$$A_{\text{areia}} = 1,09 \times 0,206$$

$$\mathbf{A_{\text{areia}} = 0,22 \text{ m}^2}$$

g) Taxa de escoamento superficial

$$Q_{\text{areia}} = \frac{Q_{\text{med}}}{A_{\text{areia}}} \quad (40)$$

$$Q_{\text{areia}} = \frac{131,33}{0,22}$$

$$\mathbf{Q_{\text{areia}} = 596,95 \text{ m}^3/\text{dia}}$$

h) Taxa de material retido

Considerando uma retenção da ordem de 20 litros /1000 m³.

$$V_r = Q_{\text{med}} \times V_{t,r} \quad (41)$$

$$V_r = 131,32 \times \frac{20}{1000}$$

$$\mathbf{V_r = 2,62 \text{ l/dia} = 0,00262 \text{ m}^3/\text{dia}}$$

i) Volume do material retido

Considerando que a limpeza deverá ser feita a cada 15 dias, o volume do material será.

$$V_{m,r} = V_r \times T \quad (42)$$

$$V_{m,r} = 2,62 \times 15$$

$$\mathbf{V_{m,r} = 39,31 = 0,0391 \text{ m}^3}$$

j) Profundidade do depósito

$$h_d = \frac{V_{m r}}{A_{\text{areia}}} \quad (43)$$

$$h_d = \frac{0,0391}{0,22}$$

$$\mathbf{h_d = 0,18 m \approx 0,20 m}$$

As equações 31 à 43 são de acordo com Silva (2008).

k) Dimensões da caixa de areia

A Tabela 9 expõe as dimensões da caixa de areia:

Tabela 10 – Dimensões da caixa de areia	
Dimensões	Quantidade (m)
b	0,206
L _{areia}	1,09
h _d	0,20

Fonte: AUTOR, 2020

4.5 Dimensionamento da Grade de Barras da EEE

A grade de barras terá as seguintes características:

Limpeza: manual

Tipo: média

Inclinação: 45°

Espaçamento: a = 1" (25,4 mm) e t = 3/8" (9,525 mm)

Seção transversal das barras: 3/8" x 1 1/2" (10 x 40 mm)

Eficiência da grade: 0,727

a) Área útil entre as barras

A velocidade pode variar de 0,40 a 0,75 m/s , adotando o valor de 0,50 m/s.

$$A_u = \frac{Q_{\text{máx}}}{v} \quad (44)$$

$$A_u = \frac{5,19 \cdot 10^{-3}}{0,50}$$

$$\mathbf{A_u = 0,010 m^2}$$

b) Área da seção molhada

$$S_g = \frac{A_u}{e} \quad (45)$$

$$S_g = \frac{0,010}{0,727}$$

$$S_g = 0,014 \text{ m}^2$$

c) Largura do canal

$$b_g = \frac{S_g}{H_{\text{máx}}} \quad (45)$$

$$b_g = \frac{0,014}{0,099}$$

$$b_g = 0,14 \text{ m} = 14 \text{ cm}$$

d) Verificação da velocidade

Para verificação precisa-se dos valores de H e Z que estão na tabela 8 e no resultado da equação (32), Logo:

Tabela 11 – Velocidades na Calha Parshall

Q (m³/s)	H – Z (m)	S = (H - Z)b_g (m²)	A_u = S . e (m²)	v = Q/A_u (m/s)
0,00076	0,0123	0,00172	0,0013	0,585
0,00152	0,0284	0,00398	0,0029	0,524
0,00519	0,0839	0,0117	0,0085	0,611

Fonte: AUTOR, 2020

Como as velocidades estão compreendidas na faixa de tolerância (0,40 a 0,75 m/s), tudo certo.

e) Perda de carga na grade

Para a grade limpa:

$$h_f = 1,43 \times \left(\frac{V^2 - v^2}{2g} \right)^1 \quad (46)$$

$$h_f = 1,43 \times \left(\frac{0,60^2 - (0,60 \times 0,727)^2}{2 \times 9,81} \right)^1$$

$$\mathbf{h_f = 0,0123 \text{ m}}$$

Para a grade suja (50 % obstruída), considera-se o dobro da velocidade:

$$V_{\text{obs}} = 2 \times V \quad (47)$$

$$V_{\text{obs}} = 2 \times 0,60$$

$$\mathbf{V_{\text{obs}} = 1,20 \text{ m/s}}$$

$$h_f = 1,43 \times \left(\frac{V^2 - v^2}{2g} \right)^1 \quad (46)$$

$$h_f = 1,43 \times \left(\frac{1,20^2 - (1,20 \times 0,727)^2}{2 \times 9,81} \right)^1$$

$$\mathbf{h_f = 0,049 \text{ m}}$$

f) Altura da lâmina de água máxima antes da grade

$$H_{\text{máx}} = H_{\text{máx caixa}} + h_f \quad (47)$$

$$H_{\text{máx}} = 0,0839 + 0,049$$

$$\mathbf{H_{\text{máx}} = 0,133 \text{ m}}$$

g) Velocidade no canal da grade

$$v_{\text{canal}} = \frac{Q_{\text{med}}}{S} \quad (48)$$

$$v_{\text{canal}} = \frac{0,00152}{0,0117}$$

$$\mathbf{v_{\text{canal}} = 0,13 \text{ m/s}}$$

h) Comprimento do canal

Adota-se o $t = 3 \text{ s}$:

$$L_{\text{canal}} = v_{\text{canal}} \times t \quad (49)$$

$$L_{\text{canal}} = 0,13 \times 3$$

$$\mathbf{L_{\text{canal}} = 0,40 \text{ m}}$$

Temos abaixo com Tabela 12 com as dimensões do canal:

Dimensões	Quantidade (m)
b	0,14
L_{canal}	0,40
$H_{\text{máx}}$	0,133

Fonte: AUTOR, 2020

Temos abaixo com Tabela 13 com as dimensões da grade:

Dimensões	Quantidade (m)
Largura	0,14
L_{grade}	1,0
Inclinação	45°

Fonte: AUTOR, 2020

A caixa de areia e a grade da EEE as suas dimensões estão dentro das normas estabelecidas em torno de 1,0 m de comprimento. As equações 44 à 49 são de acordo com Silva (2008).

4.6 Dimensionamento da ETE: Lagoa Facultativa

Em relação a ETE o sistema escolhido foi a lagoa facultativa, devido o clima favorece esse sistema, devido a região apresenta altas temperaturas e insolação ao longo de todo ano. O dimensionamento da lagoa é feito de acordo com os parâmetros a seguir.

População: Pop=1264 hab

Profundidade: H=1,50 m

Vazão afluyente: Q= 5,19192 l/s

Taxa de aplicação superficial de acordo com a NBR 12209/1992: $L_s = 0,0540 \text{ kg.DBO}_5 / \text{m}^2.\text{dia}$

Acúmulo de lodo de acordo com a NBR 12209/1992= 0,05 m³/hab.ano

DBO afluyente(concentração) de acordo com Duarte (2014): $S_0 = 211,4 \text{ mg/l}$

a) Vazão Afluente:

$$Q = 5,19192 \frac{\text{l}}{\text{s}} = 5,19192 \frac{\frac{10^{-3} \text{ m}^3}{1 \text{ dia}}}{86400 \text{ s}} \quad (50)$$

$$\mathbf{Q = 448,42 \text{ m}^3/\text{dia}}$$

b) Calculo da carga de afluente de DBO₅:

$$\text{Carga} = S_0 \times Q \quad (51)$$

$$\text{Carga} = 211,4 \times 10^{-3} \cdot 448,42 \text{ m}^3/\text{dia}$$

$$\mathbf{\text{Carga} = 103,25 \text{ kg DBO}/\text{dia}}$$

c) Área requerida:

$$A = \frac{L}{L_s} \quad (52)$$

$$A = \frac{103,25}{0,0540} \rightarrow \mathbf{A = 1912 \text{ m}^2}$$

d) Volume da lagoa:

$$V = A \cdot H = 1912 \cdot 1,50 \quad (53)$$

$$\mathbf{V = 2868 \text{ m}^3}$$

e) Tempo de Detenção:

$$t = \frac{V}{Q} = \frac{2868}{448,42} \rightarrow \mathbf{t = 7 \text{ dias}} \quad (54)$$

f) Dimensão da lagoa:

Adotando uma proporção de 2:1 para uma lagoa facultativa:

Adotando um valor de $\mathbf{B = 31 \text{ m}}$

$$A = L \cdot B \quad (55)$$

$$1912 = L \cdot 31$$

$$\mathbf{L = 61,68 \text{ m} \approx 62 \text{ m}}$$

g) Área requerida para todo sistema:

A área requerida para lagoa, incluindo os taludes, urbanização, vias internas, laboratório, estacionamento e áreas de influencia, é cerca de 25% a 33% maior do que área líquida calculada a meia altura: Assim adotando um valor de 30%:

$$A = 1,3 \cdot A = 1,3 \cdot 1912 \quad (56)$$

$$\mathbf{A = 2486 \text{ m}^2}$$

h) Área per capita:

$$A_{\text{per capita}} = \frac{A_L}{\text{Pop}} = \frac{1912}{1264} \quad (57)$$

$$\mathbf{A_{\text{per capita}} = 1,51 \text{ m}^2/\text{hab}}$$

i) Acumulo de lodo:

$$A_{\text{c.anual lodo}} = A_{\text{c. lodo}} \cdot \text{Pop} \quad (58)$$

$$\mathbf{A_{\text{c.anual lodo}} = 0,05 \cdot 1264 = 63,2 \text{ m}^3/\text{ano}}$$

j) Espessura do lodo em um ano:

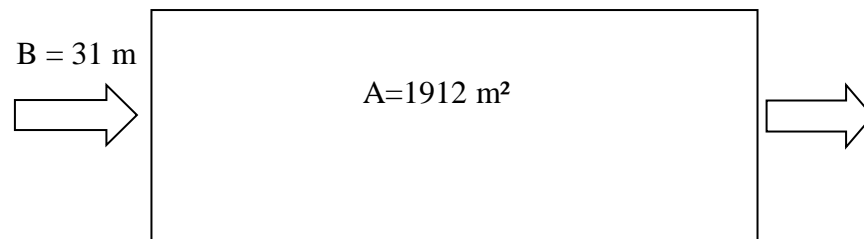
$$E = \frac{A_{\text{c.anual lodo}} \times \text{Ano}}{A_L} = \frac{63,2 \times 1}{1912} \quad (59)$$

$$\mathbf{E = 0,033 \frac{\text{m}}{\text{ano}} \text{ ou } 3,3 \text{ cm/ano}}$$

k) Detalhe da lagoa facultativa:

Figura 23 – Dimensões da lagoa facultativa

$$L = 62 \text{ m}$$



Fonte: AUTOR, 2020

A ETE possuirá as seguintes dimensões, 31 m de largura, 62 m de comprimento e altura de 1,50 m assim com uma área de 1292 m² e volume de 2868 m³, com um tempo de detenção de 7 dias, com acúmulo anual de lodo de 63,2 m³ e espessura de 3,3 cm de lodo anual. As equações 50 à 59 são de acordo com a norma NBR 12209/1992.

5 CONCLUSÃO

O sistema atual de tratamento do Loteamento Cristal I não é tão eficiente, devido ter escoamento de afluentes nas ruas ocasionando mau cheiro e possivelmente ocasionando doenças na população e o solo do local ser cristalino e ter rochas aflorantes dificultando a infiltração, assim diminuindo sua eficiência.

Buscando então a otimização do sistema atual, procurou-se neste trabalho corrigir as situações problemas existentes através do dimensionamento do sistema de esgotamento sanitário coletivo (rede coletora, elevatória e ETE).

O presente trabalho correspondeu às expectativas, onde dimensionou a rede coletora de esgoto, a EEE e a ETE. O dimensionamento foi realizado dentro do que estabelece as normas brasileiras.

Como a cidade se encontra em expansão na região norte, onde fica localizada o loteamento, a ETE poderá ser redimensionada para atender a população da expansão da região, caso isso seja necessário.

REFERÊNCIAS

- ABRANTES, Lorena Lemes Martins. **Tratamento de esgoto sanitário em sistemas alagados construídos utilizando**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Engenharia do Meio Ambiente. Goiânia, 2009.
- ANA. **Atlas esgotos**: despoluição de bacias hidrográficas. Agência Nacional de Águas, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Brasília: ANA, 2017.
- AMORIM, E. L. C.; OLIVEIRA NETTO, A.P.; BARBOZA, M.G.; FREIRE, C. C. **Análise do comportamento da pluma de efluente de fossa séptica no lençol freático**. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 16. 2005, João Pessoa. Anais... João Pessoa: ABRH, 2005.
- ABNT. **NBR 8160**: Instalações prediais de esgotos sanitários. Rio de Janeiro: ABNT, 1986.
- _____. **NBR 9648**: Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário. Rio de Janeiro: ABNT, 1986.
- _____. **NBR 9649**: Projeto de redes coletoras esgoto sanitário. Rio de Janeiro: ABNT, 1986.
- _____. **NBR 12208**: Projeto de estações de elevatórias de esgoto sanitário. Rio de Janeiro: ABNT, 1992.
- _____. **NBR 12209**: Projeto de estações de tratamento de esgoto sanitário. Rio de Janeiro: ABNT, 1992.
- BRAGA, R. e CARVALHO, P. F.(org.).**Perspectivas de Gestão Ambiental em Cidades Médias**. Laboratório de Planejamento Municipal. UNESP (IGCE/. Deplan). Rio Claro. 2001.
- BRASIL, Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Saneamento**. 3ª ed.rev.- Brasília: Fundação Nacional de Saúde,2004.
- Brasil. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: 24º Diagnóstico dos serviços de água e esgotos – 2018**. Brasília: SNS/MDR, 2019.
- BRASIL. **Minha Casa Minha Vida**: Moradia para as famílias Renda para os trabalhadores Desenvolvimento para o Brasil. Caixa Econômica Federal.Brasília – DF. Governo Federal.
- BRASIL. Lei 11.445 de 05 de janeiro de 2007. **Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico**. Brasília – DF. Governo Federal.
- COSTA, Beatriz Veras. **Sistema de esgotamento sanitário – estudo de caso: Treviso/SC**.2013.Trabalho de Conclusão de Curso- Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2013.

COSTA, Douglas Batista da. **Sistema de esgotamento sanitário projeto de ampliação de rede coletora de esgoto em Aquiraz/CE**. Trabalho de Conclusão de Curso - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará. Fortaleza, 2017.

Costa, Juliana Camargos e [et al.]. **O desenvolvimento econômico brasileiro e a Caixa: trabalhos premiados**. Centro Internacional Celso Furtado de Políticas para o Desenvolvimento: Caixa Econômica Federal. Rio de Janeiro. 2011.

DIAS, Alexandre Pessoa. **Análise da interconexão dos sistemas de esgotos sanitário e pluvial da cidade do Rio de Janeiro: valorização das coleções hídricas sob perspectiva sistêmica**. . Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Engenharia Ambiental. Rio de Janeiro, 2003.

DUARTE, Antonio Tardelli Gomes. **Potencialidades de reuso das ETE'S das cidades de Patos e Cajazeiras na Paraíba**. Trabalho de Conclusão de Curso- Universidade Estadual da Paraíba. Campina Grande, 2014.

FAZFÁCIL. Reforma construção. **Ligação esgoto rua**, 2017. Disponível em: <<https://www.fazfacil.com.br/reforma-construcao/ligacao-esgoto-rua/>> Acesso em: 18 jan. 2020. Il. color.

GALVÃO JÚNIOR, A.C. e PAGANINI, W.S.. **Aspectos conceituais da regulação dos serviços de água e esgoto no Brasil**. Engenharia Sanitária e Ambiental, 14, n. 1, Rio de Janeiro, 79-88, 2009.

GOES, ALEX SANDRO. **Projeto rede coletora de esgoto sanitário**. Cooperativa de habitação dos agricultores familiares. Erichim, 2011

JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C. A. **Tratamento de esgotos domésticos**. 3. ed. Rio de Janeiro: ABES, 1995.

KELLNER, Erich; PIRES, Eduardo Cleto. **Lagoas de estabilização: projeto e operação**. Rio de Janeiro, ABES, 1998.

MADEIRA, Rodrigo Ferreira. **O setor de saneamento básico no Brasil e as implicações do marco regulatório para universalização do acesso**. Revista do BNDES, Rio de Janeiro, n. 33, p. 123-154, jun. 2010.

NUVOLARI, Ariovaldo et al. **Esgoto sanitário: coleta ,transporte, tratamento e reuso agrícola**. 2ª ed.rev.atualizada e ampl. São Paulo, 2011.

OLIVEIRA, FF de; GONÇALVES, Ricardo Franci. Principais tecnologias empregadas no polimento do efluente de lagoas de estabilização. In: **20º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES). Rio de Janeiro, 1999.

PIMENTA, Handson Cláudio Dias; TORRES, Felipe Ruzo Macêdo; RODRIGUES, Bernardo Silva; JÚNIOR, Josenberg Martins da Rocha. O esgoto: a importância do tratamento e as opções tecnológicas. In: **22º Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO). Curitiba, 2002.

PM CZ. O Município: História. **Cajazeiras**, 2020. Disponível em:
<<https://cajazeiras.pb.gov.br/omunicipio.php>> Acesso em: 15 jan. 2020.

RECORD, Radio e Televisão. Caixa de esgoto. **Poluição**, 2020. Disponível em:
<<https://meioambiente.culturamix.com/poluicao/caixa-de-esgoto>> Acesso em 18 jan. 2020. Il. color.

REANI, R. Tortorella e SEGALLA, Renata. **A Situação do Esgotamento Sanitário na Ocupação Periférica de Baixa Renda em Áreas de Mananciais: Consequências Ambientais no Meio Urbano**. III Encontro da ANPPAS. Universidade Federal de São Carlos (CCET/PPEU). Brasília-DF, 2006.

RODRIGUES, Ivete Oliveira e SILVA, Maurício Gonçalves. **Dinâmica populacional e rede coletora de esgoto**. Atlas de saneamento. IBGE. Brasília – DF. 2011.

SANEPAR. **Projeto unifamiliar construção, operação e manutenção das fossas sépticas**. Paraná, 2015.

SANTOS, Paulo Roberto dos. **Lagoas de estabilização: solução para o tratamento de esgotos domiciliares**. 2007. Trabalho de Conclusão de Curso- Universidade São Francisco. Itatiba, 2007.

SANTOS, Igor Puff Floriano dos. **Estudo de alternativas para concepção de sistemas de esgotamento sanitário em áreas isoladas, conforme metas 35, 36,37 e 38 do plano de saneamento básico de Florianópolis/SC**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso- Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2014.

SEMAE. **Instalar caixa de inspeção**, 2016. Disponível em:
<<https://semae.riopreto.sp.gov.br/instalar-caixa-de-inspe%C3%A7%C3%A3o.aspx>> Acesso em: 18 jan. 2020. In color.

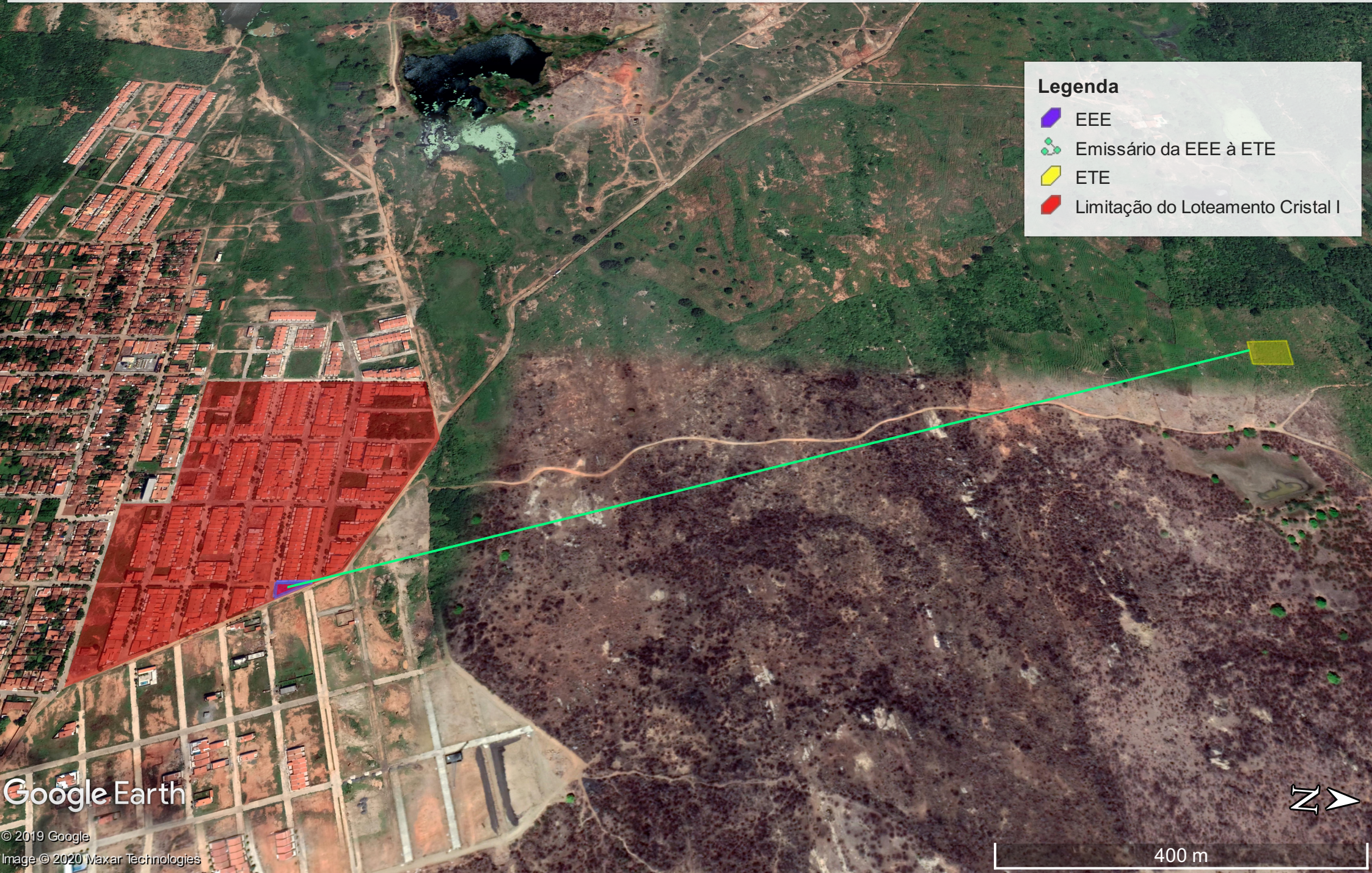
SILVA, Valmir Melo da. **Sistemas urbanos de água e esgotos 2ª parte: sistemas de esgotos**. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2008.

SNSA. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: diagnóstico dos serviços de água e esgotos – 2010**. Brasília: MCIDADES.SNSA, 2012.

VAZ, Alexssandra Juliane. **A Importância da Rede Coletora de Esgoto na Promoção da Qualidade Sócio-Ambiental**. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2011.

WIKIPÉDIA. **Cajazeiras**, 2019. Disponível em:
<<https://pt.wikipedia.org/wiki/Cajazeiras>> Acesso em: 15 jan. 2020. Il color.

APÊNDICE A- DELIMITAÇÃO DO SISTEMA DE ESGOTO SANITÁRIO DO LOTEAMENTO CRISTAL I



Legenda

- EEE
- Emissário da EEE à ETE
- ETE
- Limitação do Loteamento Cristal I

Google Earth

© 2019 Google
Image © 2020 Maxar Technologies



400 m

APÊNDICE B – PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO DA REDE COLETORA DE ESGOTO

PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO DA REDE COLETORA DE ESGOTO DO LOTEAMENTO CRISTAL I											
PVm - PV [Trecho]	Extensão [Km]	Taxa de Contr. Lin. [1/ s km]	Vazão do Trecho [1/ s]	Vazão a Montante [1/ s]	Vazão a Jusante [1/ s]	Vazão de Projeto [1/ s]	It [m/m]	I min [m/m]	I max [m/m]	I proj [m/m]	K
TIL01 - PV01	0.07530	1.782988544	0.134259037	0	0.134259037	1.5	0.00929615	0.00454569	3.543821261	0.00929615	0.0155575
PV01 - PV02	0.08475	1.782988544	0.151108279	0.134259	0.285367316	1.5	0.01061947	0.00454569	3.543821261	0.01061947	0.01455593
PV02 - PV03	0.09570	1.782988544	0.170632004	0.2853673	0.45599932	1.5	0.04284222	0.00454569	3.543821261	0.04284222	0.00724695
PV03 - PV06	0.05287	1.782988544	0.094266604	0.4559993	0.550265924	1.5	0.10592018	0.00454569	3.543821261	0.10592018	0.00460895
TIL02 - PV04	0.08484	1.782988544	0.151268748	0	0.151268748	1.5	0.03889675	0.00454569	3.543821261	0.03889675	0.00760562
PV04 - PV05	0.08284	1.782988544	0.147702771	0.1512687	0.298971519	1.5	0.05552873	0.00454569	3.543821261	0.05552873	0.0063655
PV05 - PV06	0.07705	1.782988544	0.137379267	0.2989715	0.436350786	1.5	0.08046723	0.00454569	3.543821261	0.08046723	0.00528788
PV06 - PV07	0.05227	1.782988544	0.093196811	0.9866167	1.079813522	1.5	0.04208915	0.00454569	3.543821261	0.04208915	0.00731149
TIL22 - PV07	0.04842	1.782988544	0.086332305	0	0.086332305	1.5	0.08674102	0.00454569	3.543821261	0.08674102	0.00509306
PV07 - PV08	0.04807	1.782988544	0.085708259	1.1661458	1.251854086	1.5	0.04992719	0.00454569	3.543821261	0.04992719	0.00671309
TIL23 - PV08	0.04689	1.782988544	0.083604333	0	0.083604333	1.5	0.07037748	0.00454569	3.543821261	0.07037748	0.00565424
PV08 - PV09	0.03573	1.782988544	0.063706181	1.3354584	1.3991646	1.5	0.10075567	0.00454569	3.543821261	0.10075567	0.0047256
PV09 - PV10	0.01619	1.782988544	0.028866585	1.3991646	1.428031184	1.5	0.00617665	0.00454569	3.543821261	0.00617665	0.01908599
TIL24 - PV10	0.03591	1.782988544	0.064027119	0	0.064027119	1.5	0.14480646	0.00454569	3.543821261	0.14480646	0.00394182
TIL20 - PV13	0.04706	1.782988544	0.083907441	0	0.083907441	1.5	0.10837229	0.00454569	3.543821261	0.10837229	0.00455651

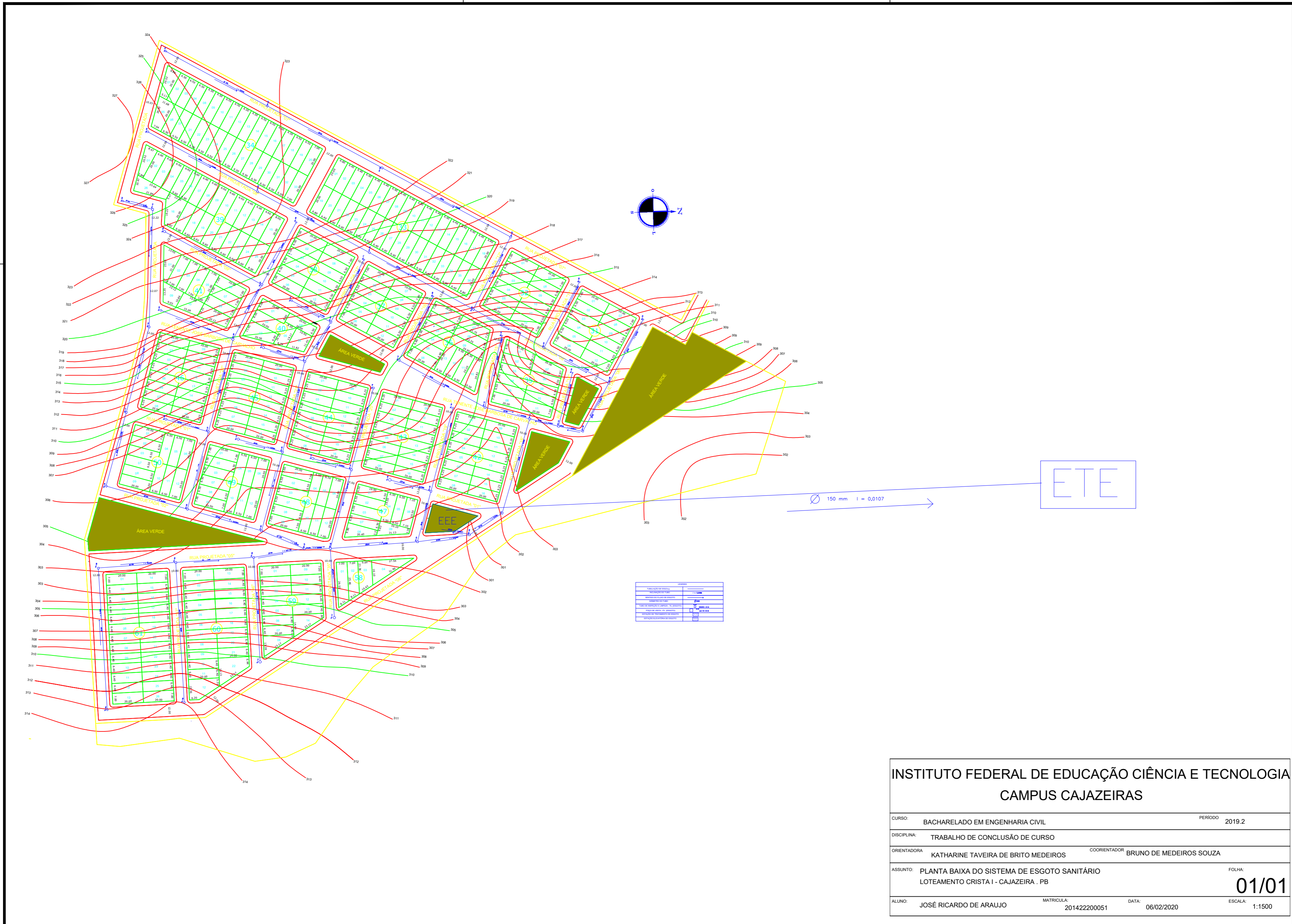
PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO DA REDE COLETORA DE ESGOTO DO LOTEAMENTO CRISTAL I											
PVm - PV [Trecho]	Extensão [Km]	Taxa de Contr. Lin. [l / s km]	Vazão do Trecho [l / s]	Vazão a Montante [l / s]	Vazão a Jusante [l / s]	Vazão de Projeto [l / s]	It [m/m]	I min [m/m]	I max [m/m]	I proj [m/m]	K
PV13 - PV12	0.06377	1.782988544	0.113701179	0.0839074	0.19760862	1.5	0.09095186	0.00454569	3.543821261	0.09095186	0.00497377
TIL21 - PV12	0.0478	1.782988544	0.085226852	0	0.085226852	1.5	0.06694561	0.00454569	3.543821261	0.06694561	0.00579736
PV12 - PV11	0.03005	1.782988544	0.053578806	0.2828355	0.336414278	1.5	0.00998336	0.00454569	3.543821261	0.00998336	0.01501249
PV10 - PV11	0.01932	1.782988544	0.034447339	1.4920583	1.526505642	1.526506	0.02070393	0.004508421	3.502474771	0.02070393	0.01060894
PV11 - PV14	0.06392	1.782988544	0.113968628	1.8629199	1.976888548	1.976889	0.0281602	0.003992556	2.945404111	0.0281602	0.01178052
PV14 - PV35	0.02565	1.782988544	0.045733656	1.9768885	2.022622204	2.022622	0.04288499	0.00394987	2.900614787	0.04288499	0.00976702
TIL03 - PV15	0.01991	1.782988544	0.035499302	0	0.035499302	1.5	0.05022602	0.00454569	3.543821261	0.05022602	0.00669309
PV15 - PV16	0.07658	1.782988544	0.136541263	0.0354993	0.172040565	1.5	0.07443197	0.00454569	3.543821261	0.07443197	0.00549809
PV16 - PV17	0.05753	1.782988544	0.102575331	0.1720406	0.274615895	1.5	0.14079611	0.00454569	3.543821261	0.14079611	0.00399757
PV17 - PV18	0.04969	1.782988544	0.088596701	0.2746159	0.363212596	1.5	0.10062387	0.00454569	3.543821261	0.10062387	0.00472869
PV18 - PV22	0.05513	1.782988544	0.098296158	0.3632126	0.461508755	1.5	0.0326501	0.00454569	3.543821261	0.0326501	0.00830136
TIL05 - PV19	0.07221	1.782988544	0.128749603	0	0.128749603	1.5	0.06093339	0.00454569	3.543821261	0.06093339	0.00607664
TIL06 - PV19	0.04622	1.782988544	0.08240973	0	0.08240973	1.5	0.0692341	0.00454569	3.543821261	0.0692341	0.00570074
PV19 - PV20	0.0403	1.782988544	0.071854438	0.2111593	0.283013772	1.5	0.11166253	0.00454569	3.543821261	0.11166253	0.00448888
TIL07 - PV20	0.05069	1.782988544	0.090379689	0	0.090379689	1.5	0.10455711	0.00454569	3.543821261	0.10455711	0.00463889
PV20 - PV21	0.06214	1.782988544	0.110794908	0.3733935	0.484188369	1.5	0.14000644	0.00454569	3.543821261	0.14000644	0.00400883
PV21 - PV22	0.05124	1.782988544	0.091360333	0.5355384	0.626898772	1.5	0.029274	0.00454569	3.543821261	0.029274	0.00876698
TIL08 - PV21	0.0288	1.782988544	0.05135007	0	0.05135007	1.5	0.09375	0.00454569	3.543821261	0.09375	0.00489898
TIL10 - PV23	0.03038	1.782988544	0.054167192	0	0.054167192	1.5	0.10204082	0.00454569	3.543821261	0.10204082	0.00469574

PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO DA REDE COLETORA DE ESGOTO DO LOTEAMENTO CRISTAL I											
PVm - PV [Trecho]	Extensão [Km]	Taxa de Contr. Lin. [l / s km]	Vazão do Trecho [l / s]	Vazão a Montante [l / s]	Vazão a Jusante [l / s]	Vazão de Projeto [l / s]	It [m/m]	I min [m/m]	I max [m/m]	I proj [m/m]	K
TIL11 - PV23	0.04593	1.782988544	0.081892664	0	0.081892664	1.5	0.08491182	0.00454569	3.543821261	0.08491182	0.00514763
PV23 - PV24	0.02868	1.782988544	0.051136111	0.1360599	0.187195967	1.5	0.06624826	0.00454569	3.543821261	0.06624826	0.00582779
TIL12 - PV24	0.0303	1.782988544	0.054024553	0	0.054024553	1.5	0.0330033	0.00454569	3.543821261	0.0330033	0.00825682
PV24 - PV25	0.06221	1.782988544	0.110919717	0.2412205	0.352140237	1.5	0.12216685	0.00454569	3.543821261	0.12216685	0.00429155
TIL13 - PV25	0.03	1.782988544	0.053489656	0	0.053489656	1.5	0.00666667	0.00454569	3.543821261	0.00666667	0.01837117
PV25 - PV26	0.05104	1.782988544	0.091003735	0.4056299	0.496633629	1.5	0.06073668	0.00454569	3.543821261	0.06073668	0.00608647
PV26 - PV27	0.03026	1.782988544	0.053953233	1.6749929	1.728946161	1.728946	0.00330469	0.004252119	3.222102621	0.00425212	0.02651421
TIL04 - PV28	0.09251	1.782988544	0.16494427	0	0.16494427	1.5	0.10593449	0.00454569	3.543821261	0.10593449	0.00460864
PV28 - PV29	0.04951	1.782988544	0.088275763	0.1649443	0.253220033	1.5	0.00605938	0.00454569	3.543821261	0.00605938	0.0192698
TIL09 - PV29	0.09134	1.782988544	0.162858174	0	0.162858174	1.5	0.11933436	0.00454569	3.543821261	0.11933436	0.00434219
PV29 - PV30	0.05077	1.782988544	0.090522328	0.4160782	0.506600535	1.5	0.011818	0.00454569	3.543821261	0.011818	0.0137981
TIL14 - PV30	0.06817	1.782988544	0.121546329	0	0.121546329	1.5	0.11441983	0.00454569	3.543821261	0.11441983	0.00443446
PV30 - PV27	0.03353	1.782988544	0.059783606	0.6281469	0.68793047	1.5	0.01192962	0.00454569	3.543821261	0.01192962	0.0137334
PV27 - PV32	0.01678	1.782988544	0.029918548	2.4168766	2.446795178	2.446795	0.0000000	0.003611784	2.553245353	0.00361178	0.04071334
TIL17 - PV32	0.04517	1.782988544	0.080537593	0	0.080537593	1.5	0.07748506	0.00454569	3.543821261	0.07748506	0.00538868
TIL16 - PV31	0.05498	1.782988544	0.09802871	0	0.09802871	1.5	0.10731175	0.00454569	3.543821261	0.10731175	0.00457897
TIL15 - PV31	0.02611	1.782988544	0.046553831	0	0.046553831	1.5	0.0306396	0.00454569	3.543821261	0.0306396	0.00856939
PV31 - PV32	0.05309	1.782988544	0.094658862	0.1445825	0.239241403	1.5	0.04708985	0.00454569	3.543821261	0.04708985	0.00691238

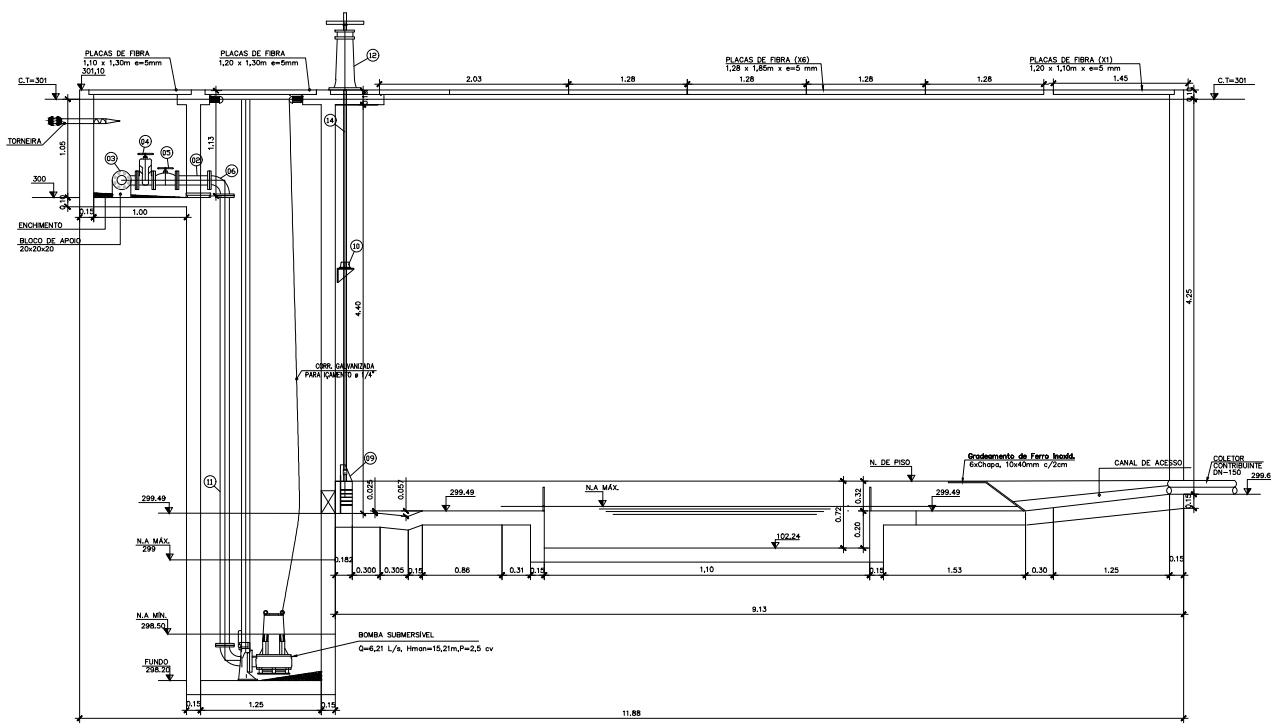
PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO DA REDE COLETORA DE ESGOTO DO LOTEAMENTO CRISTAL I											
Pvm - PV [Trecho]	Diâmetro [m]	Diâmetro Comercial [mm]	Y/D	V [m/s]	Vc [m/s]	Tensão Trativa [Pa]	Profundidade do Coletor [m]	Cota do Terreno	Cota do Coletor	B	Rh
							Montante	Montante	Montante		
							Jusante	Jusante	Jusante		
TIL01 - PV01	0.129586091	150	0.215	0.08488264	2.61209709	1.796015936	1.05	323.9	322.85	0.1288	0.01932
							1.05	323.2	322.15		
PV01 - PV02	0.126392393	150	0.209	0.08488264	2.58026594	2.001982301	1.05	323.2	322.15	0.12568	0.018852
							1.05	322.3	321.25		
PV02 - PV03	0.097305912	150	0.1484	0.08488264	2.20762497	5.912225705	1.05	322.3	321.25	0.092	0.0138
							1.05	318.2	317.15		
PV03 - PV06	0.082116741	150	0.1184	0.08488264	1.99325111	11.91602043	1.05	318.2	317.15	0.075	0.01125
							1.05	312.6	311.55		
TIL02 - PV04	0.099084671	150	0.2589	0.08488264	2.83013583	8.821782178	1.05	326.7	325.65	0.1512	0.02268
							1.05	323.4	322.35		
PV04 - PV05	0.092686853	150	0.2375	0.08488264	2.72815817	11.70267986	1.05	323.4	322.35	0.1405	0.021075
							1.05	318.8	317.75		
PV05 - PV06	0.086459285	150	0.2167	0.08488264	2.62120732	15.65489942	1.05	318.8	317.75	0.1297	0.019455
							1.05	312.6	311.55		
PV06 - PV07	0.097630003	150	0.1489	0.08488264	2.20762497	5.808303042	1.05	312.6	311.55	0.092	0.0138
							1.05	310.4	309.35		
TIL22 - PV07	0.085250732	150	0.2125	0.08488264	2.59888149	16.58921933	1.05	314.6	313.55	0.1275	0.019125
							1.05	310.4	309.35		
PV07 - PV08	0.094553368	150	0.1424	0.08488264	2.16767013	6.642812565	1.05	310.4	309.35	0.0887	0.013305
							1.05	308	306.95		
TIL23 - PV08	0.088658707	150	0.225	0.08488264	2.66430404	14.14587332	1.05	311.3	310.25	0.134	0.0201
							1.05	308	306.95		
PV08 - PV09	0.082890009	150	0.1197	0.08488264	2.00385359	11.4559194	1.05	308	306.95	0.0758	0.01137
							1.05	304.4	303.35		
PV09 - PV10	0.139910078	150	0.2381	0.08488264	2.73106924	1.304508956	1.05	304.4	303.35	0.1408	0.02112
							1.05	304.3	303.25		
TIL24 - PV10	0.07744038	150	0.1864	0.08488264	2.45096952	24.63157895	1.05	309.5	308.45	0.1134	0.01701
							1.05	304.3	303.25		
TIL20 - PV13	0.081765113	150	0.2	0.08488264	2.53176895	19.66957076	1.05	315.1	314.05	0.121	0.01815
							1.05	310	308.95		
PV13 - PV12	0.084496368	150	0.2083	0.08488264	2.5763622	17.09440176	1.05	310	308.95	0.1253	0.018795
							1.05	304.2	303.15		
TIL21 - PV12	0.089493671	150	0.2267	0.08488264	2.67323635	13.54644351	1.05	307.4	306.35	0.1349	0.020235
							1.05	304.2	303.15		
PV12 - PV11	0.127864745	150	0.2118	0.08488264	2.59480161	1.903327787	1.05	304.2	303.15	0.1271	0.019065
							1.05	303.9	302.85		
PV10 - PV11	0.112255592	150	0.1785	0.08638255	2.40184691	3.381987578	1.05	304.3	303.25	0.1089	0.016335
							1.05	303.9	302.85		
PV11 - PV14	0.116752882	150	0.2087	0.11186901	2.57841754	5.301157697	1.05	303.9	302.85	0.1255	0.018825
							1.05	302.1	301.05		

PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO DA REDE COLETORA DE ESGOTO DO LOTEAMENTO CRISTAL I											
Pvm - PV [Trecho]	Diâmetro [m]	Diâmetro Comercial [mm]	Y/D	V [m/s]	Vc [m/s]	Tensão Tratativa [Pa]	Profundidade do Coletor [m]	Cota do Terreno	Cota do Coletor	B	Rh
							Montante	Montante	Montante		
							Jusante	Jusante	Jusante		
PV14 - PV35	0.108828284	150	0.1713	0.114457	2.35732319	6.747953216	1.05	302.1	301.05	0.1049	0.015735
							1.05	301	299.95		
TIL03 - PV15	0.094447632	150	0.2429	0.08488264	2.75520856	10.79608237	1.05	326.2	325.15	0.1433	0.021495
							1.05	325.2	324.15		
PV15 - PV16	0.08773246	150	0.2208	0.08488264	2.64234237	14.71519979	1.05	325.2	324.15	0.1318	0.01977
							1.05	319.5	318.45		
PV16 - PV17	0.077849256	150	0.1884	0.08488264	2.46282825	24.18173127	1.05	319.5	318.45	0.1145	0.017175
							1.05	311.4	310.35		
PV17 - PV18	0.082910355	150	0.2042	0.08488264	2.55468135	18.5952908	1.05	311.4	310.35	0.1232	0.01848
							1.05	306.4	305.35		
PV18 - PV22	0.102391019	150	0.1465	0.08488264	2.19559422	4.456738618	1.05	306.4	305.35	0.091	0.01365
							1.05	304.6	303.55		
TIL05 - PV19	0.091086673	150	0.2321	0.08488264	2.70083687	12.58579144	1.05	323.7	322.65	0.1377	0.020655
							1.05	319.3	318.25		
TIL06 - PV19	0.088931416	150	0.225	0.08488264	2.66430404	13.91605366	1.05	322.5	321.45	0.134	0.0201
							1.05	319.3	318.25		
PV19 - PV20	0.081307866	150	0.2	0.08488264	2.53176895	20.26674938	1.05	319.3	318.25	0.121	0.01815
							1.05	314.8	313.75		
TIL07 - PV20	0.082316409	150	0.2021	0.08488264	2.54325095	19.14963504	1.05	320.1	319.05	0.1221	0.018315
							1.05	314.8	313.75		
PV20 - PV21	0.077931397	150	0.1886	0.08488264	2.46390349	24.06710653	1.05	314.8	313.75	0.1146	0.01719
							1.05	306.1	305.05		
PV21 - PV22	0.104508066	150	0.1625	0.08488264	2.30160813	4.391100703	1.05	306.1	305.05	0.1	0.015
							1.05	304.6	303.55		
TIL08 - PV21	0.084017663	150	0.2083	0.08488264	2.5763622	17.6203125	1.05	308.8	307.75	0.1253	0.018795
							1.05	306.1	305.05		
PV22 - PV26	0.094686471	150	0.1424	0.08488264	2.16767013	6.593161546	1.05	304.6	303.55	0.0887	0.013305
							1.05	302.1	301.05		
TIL10 - PV23	0.082693258	150	0.2042	0.08488264	2.55468135	18.85714286	1.05	317.8	316.75	0.1232	0.01848
							1.05	314.7	313.65		
TIL11 - PV23	0.0855921	150	0.2125	0.08488264	2.59888149	16.23938602	1.05	318.6	317.55	0.1275	0.019125
							1.05	314.7	313.65		
PV23 - PV24	0.089669553	150	0.2268	0.08488264	2.67323635	13.40533473	1.05	314.7	313.65	0.1349	0.020235
							1.05	312.8	311.75		
TIL12 - PV24	0.10218466	150	0.158	0.08488264	2.27265594	4.826732673	1.05	313.8	312.75	0.0975	0.014625
							1.05	312.8	311.75		
PV24 - PV25	0.079948708	150	0.1955	0.08488264	2.5054778	21.71515833	1.05	312.8	311.75	0.1185	0.017775
							1.05	305.2	304.15		

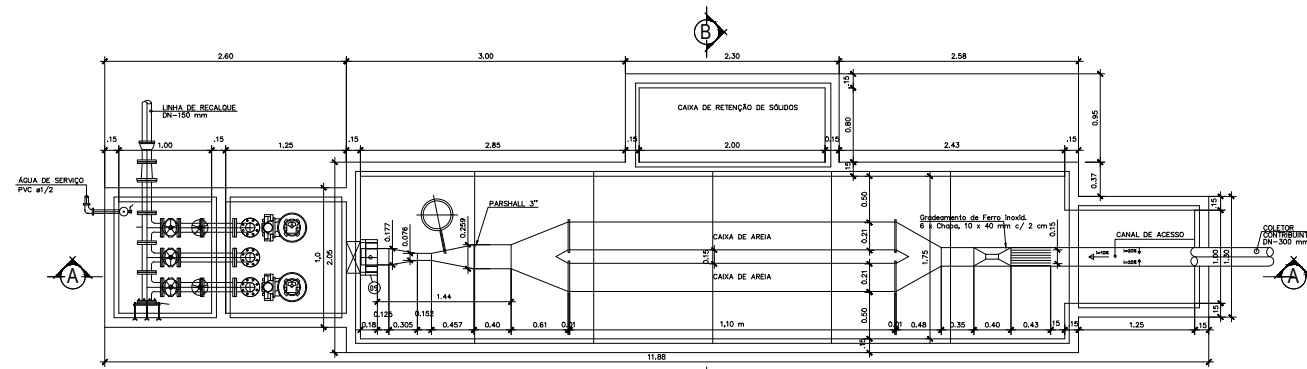
PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO DA REDE COLETORA DE ESGOTO DO LOTEAMENTO CRISTAL I											
Pvm - PV [Trecho]	Diâmetro [m]	Diâmetro Comercial [mm]	Y/D	V [m/s]	Vc [m/s]	Tensão Trativa [Pa]	Profundidade do Coletor [m]	Cota do Terreno	Cota do Coletor	B	Rh
							Montante	Montante	Montante		
							Jusante	Jusante	Jusante		
TIL13 - PV25	0.137921612	150	0.2319	0.08488264	2.699856	1.376	1.05	305.4	304.35	0.1376	0.02064
							1.05	305.2	304.15		
PV25 - PV26	0.091141914	150	0.1359	0.08488264	2.12322571	7.753036834	1.05	305.2	304.15	0.0851	0.012765
							1.05	302.1	301.05		
PV26 - PV27	0.158265236	200	0.2011	0.05503407	2.93067419	1.034115314	1.05	302.1	301.05	0.1216	0.02432
							1.07866912	302	300.9213309		
TIL04 - PV28	0.082114661	150	0.2021	0.08488264	2.54325095	19.4019025	1.05	313.1	312.05	0.1221	0.018315
							1.05	303.3	302.25		
PV28 - PV29	0.140413835	150	0.2381	0.08488264	2.73106924	1.279741466	1.05	303.3	302.25	0.1408	0.02112
							1.05	303	301.95		
TIL09 - PV29	0.080301135	150	0.1963	0.08488264	2.50970289	21.28328224	1.05	313.9	312.85	0.1189	0.017835
							1.05	303	301.95		
PV29 - PV30	0.123883423	150	0.2049	0.08488264	2.65932867	2.366555052	1.05	303	301.95	0.1335	0.020025
							1.05	302.4	301.35		
TIL14 - PV30	0.080936835	150	0.2	0.08488264	2.53176895	20.76719965	1.05	310.2	309.15	0.121	0.01815
							1.05	302.4	301.35		
PV30 - PV27	0.123665272	150	0.2049	0.08488264	2.65932867	2.388905458	1.05	302.4	301.35	0.1335	0.020025
							1.05	302	300.95		
PV27 - PV32	0.185879826	200	0.2385	0.07788391	3.15580608	1.018523182	1.05	302	300.95	0.141	0.0282
							1.11060574	302	300.8893943		
TIL17 - PV32	0.087073669	150	0.2188	0.08488264	2.63229922	15.20256808	1.05	305.5	304.45	0.1308	0.01962
							1.05	302	300.95		
TIL16 - PV31	0.081916021	150	0.2021	0.08488264	2.54325095	19.65414696	1.05	310.4	309.35	0.1221	0.018315
							1.05	304.5	303.45		
TIL15 - PV31	0.103618459	150	0.1607	0.08488264	2.28891428	4.54538491	1.05	305.3	304.25	0.0989	0.014835
							1.05	304.5	303.45		
PV31 - PV32	0.095596358	150	0.1446	0.08488264	2.1822838	6.350065926	1.05	304.5	303.45	0.0899	0.013485
							1.05	302	300.95		
PV32 - PV34	0.166923418	200	0.2062	0.0912853	2.9618397	2.187389926	1.11060574	302	300.8893943	0.1242	0.02484
							1.11060574	301.5	300.3893943		
TIL19 - PV33	0.091108504	150	0.2321	0.08488264	2.70083687	12.56971541	1.05	306.1	305.05	0.1377	0.020655
							1.05	302.7	301.65		
TIL18 - PV33	0.104787522	150	0.1625	0.08488264	2.30160813	4.329004329	1.05	303.5	302.45	0.1	0.015
							1.05	302.7	301.65		
PV33 - PV34	0.100968069	150	0.1553	0.08488264	2.25393137	5.060686016	1.05	302.7	301.65	0.0959	0.014385
							1.05	301.5	300.45		
PV34 - PV35	0.15694027	200	0.1897	0.09990174	2.85250879	3.376318875	1.11060574	301.5	300.3893943	0.1152	0.02304
							1.11060574	301	299.8893943		
PV35 - EEE	0.263359666	300	0.2246	0.07345064	3.62165189	1.083494743	1.11060574	301	299.8893943	0.1238	0.03714
							1.1544034	301	299.8455966		



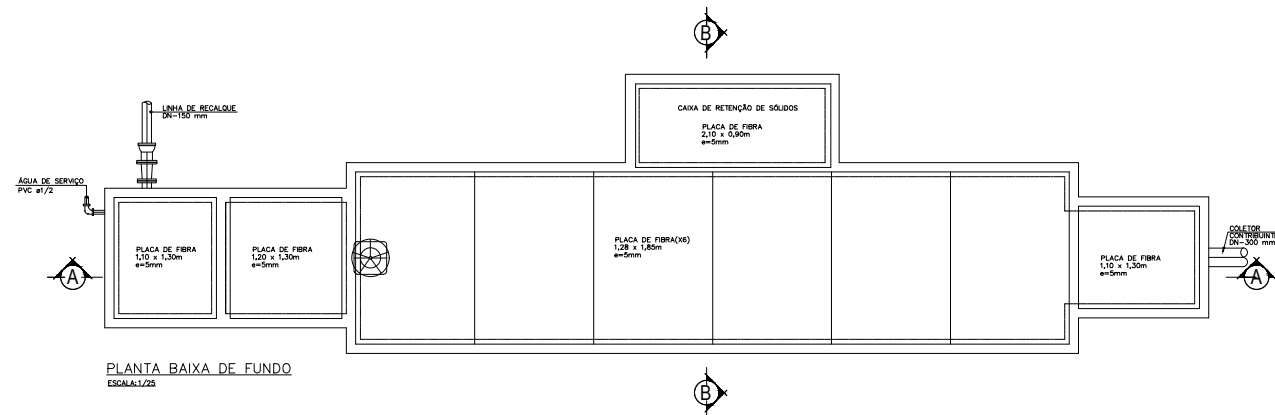
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA CAMPUS CAJAZEIRAS	
CURSO: BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL	PERÍODO 2019.2
DISCIPLINA: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO	
ORIENTADORA: KATHARINE TAVEIRA DE BRITO MEDEIROS	COORDENADOR: BRUNO DE MEDEIROS SOUZA
ASSUNTO: PLANTA BAIXA DO SISTEMA DE ESGOTO SANITÁRIO LOTEAMENTO CRISTA I - CAJAZEIRA . PB	FOLHA: 01/01
ALUNO: JOSÉ RICARDO DE ARAUJO	MATRICULA: 201422200051
DATA: 06/02/2020	ESCALA: 1:1500



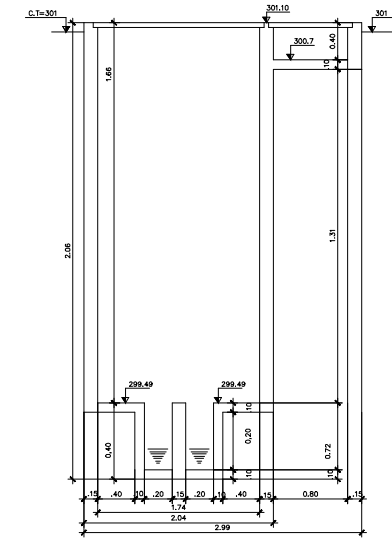
CORTE ESQUEMÁTICO AA
ESCALA: 1/25



PLANTA BAIXA DE FUNDO
ESCALA: 1/25



PLANTA BAIXA DE FUNDO
ESCALA: 1/25



CORTE ESQUEMÁTICO BB
ESCALA: 1/25

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNONOLOGIA DA PARAÍBA
CAMPUS CAJAZEIRAS

CURSO: BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

PERÍODO: 2019.2

DISCIPLINA: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ORIENTADORA: KATHARINE TAVEIRA DE BRITO MEDEIROS

COORDENADOR: BRUNO DE MEDEIROS SOUZA

ASSUNTO: PROJETO DA ESTAÇÃO ELEVATORIA DE ESGOTO DO LOTEAMENTO CRISTAL I

FOLHA: 01/01

ALUNO: JOSÉ RICARDO DE ARAUJO

MATRICULA: 201422200051

DATA: 09/02/2020

ESCALA: 1:25



PLANTA BAIXA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO

ESCALA: 1/100



CORTE AA DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO

ESCALA: 1/100

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNONOLOGIA DA PARAÍBA CAMPUS CAJAZEIRAS			
CURSO: BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL	PERÍODO: 2019.2		
DISCIPLINA: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO			
ORIENTADORA: KATHARINE TAVEIRA DE BRITO MEDEIROS	COORDENADOR: BRUNO DE MEDEIROS SOUZA		
ASSUNTO: PROJETO DA ESTAÇÃO TRATAMENTO DE ESGOTO DO LOTEAMENTO CRISTAL I	FOLHA: 01/01		
ALUNO: JOSÉ RICARDO DE ARAUJO	MATRICULA: 201422200051	DATA: 09/02/2020	ESCALA: 1:100

ANEXO A – TABELA DE DIAGNÓSTICO DE ESGOTO

MINISTÉRIO DAS CIDADES / SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL / SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO - SNIS / Diagnóstico do Serviço de Esgoto - 2018

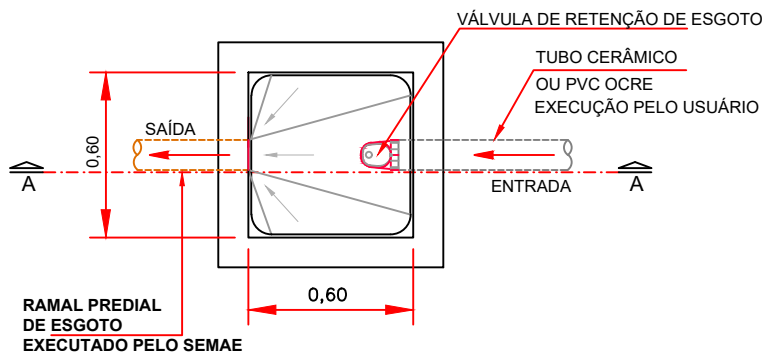
Tabela SÍNTESE 1 - DADOS OPERACIONAIS - CAGEPA - COMPANHIA DE ÁGUAS E ESGOTOS DA PARAÍBA (base agregada e desagregada) ANO DE REFERÊNCIA: 2018

Código do Município	Município	Estado	Ano de Referência	Prestadores	Serviços	ES001 - População total atendida com esgotamento sanitário	ES002 - Quantidade de ligações ativas de esgotos	ES003 - Quantidade de economias ativas de esgotos	ES004 - Extensão da rede de esgotos	ES005 - Volume de esgotos coletado	ES006 - Volume de esgotos tratado	ES007 - Volume de esgotos faturado	ES008 - Quantidade de economias residenciais ativas de esgotos	ES009 - Quantidade de ligações totais de esgotos	ES026 - População urbana atendida com esgotamento sanitário
250370	Cajazeiras	PB	2018	[25075000] Companhia de Águas e Esgotos da Paraíba - CAGEPA [25037040] Secretaria de Infraestrutura - SEINFRA	Água e Esgoto Res. Sólidos	11.182	3.117	3.724	23,92	448,5	448,5	448,5	3.358	3.886	11.182
TOTAL da AMOSTRA:	---	---	---	---	---	11.182	3.117	3.724	23,92	448,5	448,5	448,5	3.358	3.886	11.182

MODELO PADRÃO DE CAIXA DE INSPEÇÃO DE ESGOTO

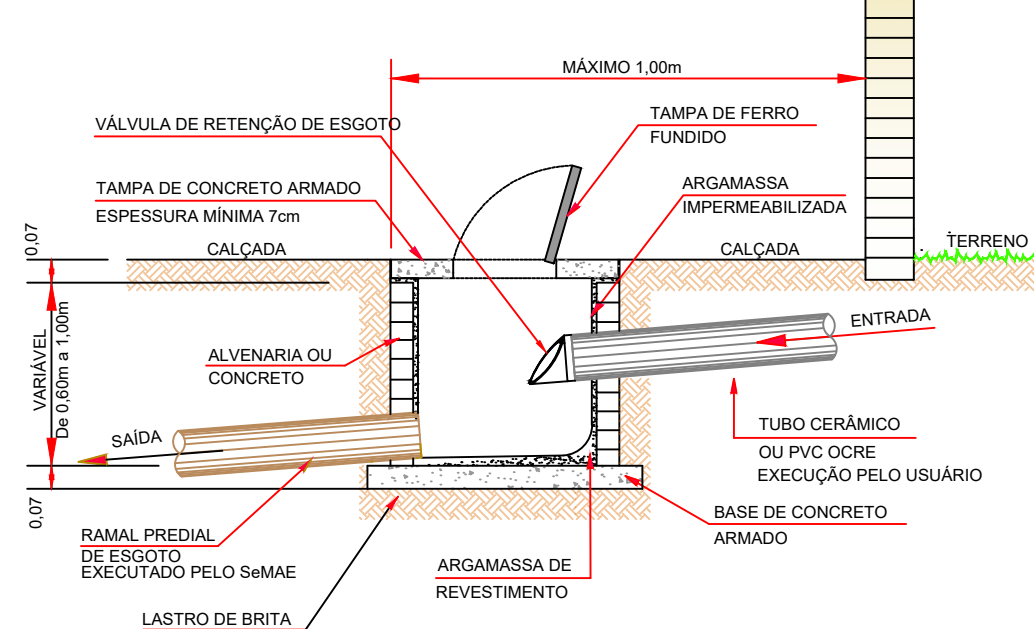
PLANTA

Executar CI sob o ramal esgoto existente



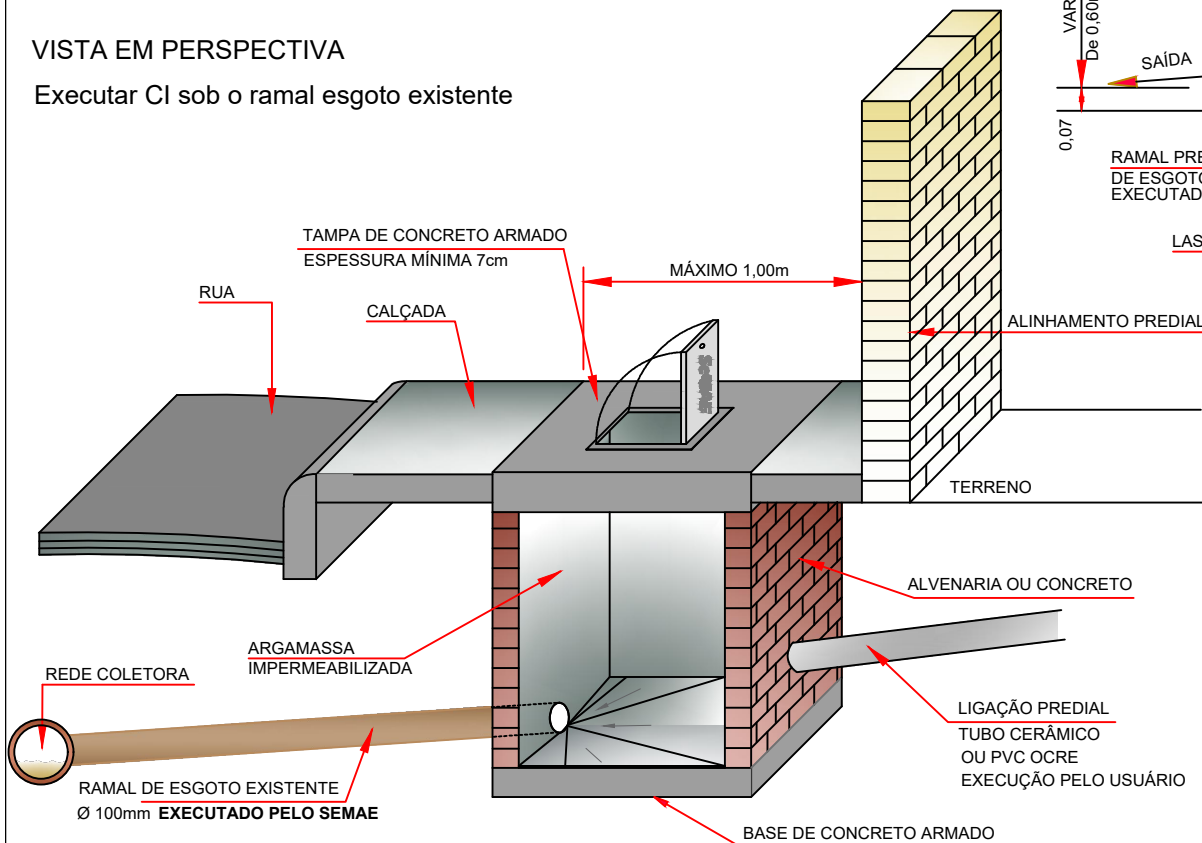
CORTE ESQUEMÁTICO

Executar CI sob o ramal esgoto existente

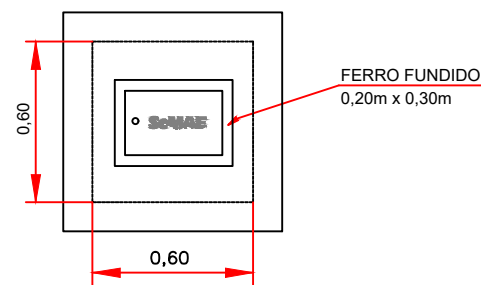


VISTA EM PERSPECTIVA

Executar CI sob o ramal esgoto existente



DETALHE DA TAMPA



DETALHE DA VÁLVULA DE RETENÇÃO DE ESGOTO



OBSERVAÇÕES:

- 1 - MEDIDAS EM METROS
- 2 - A CAIXA PODERÁ SER CILÍNDRICA C/ DIÂMETRO MÍNIMO DE 0,60m
- 3 - PROFUNDIDADE ACIMA DE 1m CONSULTAR O SEMAE