

Sinalização de alerta

São elementos que têm a função de melhorar a percepção dos condutores quanto aos obstáculos que estejam na via ou adjacentes a ela e devem estar em conformidade com o ANEXO II do CTB.

4.3.3.4 Marcadores de Alinhamento

Têm por finalidade demarcar os ramos externos de curvas acentuadas. Devem ser instalados aos pares, em suportes independentes, direcionados ao fluxo e contrafluxo de veículos. Devem ser instalados com afastamento de 1,20 metros do bordo da pista e altura de 60 (sessenta) centímetros, contados da borda inferior da placa ao solo. O espaçamento entre eles devem ser de 8 em 8 metros

Devem ser confeccionados em chapa de aço carbono laminado a frio, na espessura de 1,50 mm (MSG 16), nas dimensões de 0,50 x 0,60 m, tendo o fundo pintado na cor preta fosca com seta na cor amarela em película refletiva, tipo I-A ou I-B

4.4 ÁGUA DE SERVIÇO

4.4.1 Dimensionamento da distribuição de água de serviço

O sistema de distribuição de água de serviço contará com a distribuição por gravidade, iniciada pelo reservatório elevado de 5 m³ projetado. Sendo os pontos de demanda definidos de acordo com as demandas da ETE e informações fornecidas pela equipe técnica da SAAE.

Considerando que a demanda total de água de ETE seja de 4,20 m³, e considerando o volume de 1/4 de armazenamento de água para suprir as demandas, considerou-se um reservatório 5 m³. Além disso, as pressões requeridas na rede exigem um reservatório que apresente 15 metros de altura.

PONTOS DE DEMANDA DE SERVIÇO DE ÁGUA				
PONTOS	DESCRIÇÃO	DEMANDA (m³/DIA)	VAZÃO (l/s)	COTA PONTO
1	TORNEIRA	0,06	0,2	853,00
2	LAVAGEM PENEIRAS	0,06	0,2	853,00
3	TORNEIRA	0,06	0,2	853,00
4	TORNEIRA	0,06	0,2	853,00
5	TORNEIRA	0,06	0,2	847,00
6	TORNEIRA	0,06	0,2	847,00
7	TORNEIRA	0,06	0,2	847,00
8	TORNEIRA	0,06	0,2	847,00
9	TORNEIRA	0,06	0,2	847,00
10	LEITO DE SECAGEM	0,06	0,2	846,50
11	TORNEIRA	0,06	0,2	845,50
12	TORNEIRA	0,06	0,2	845,50
13	ESPAÇO EDUCATIVO	0,06	0,2	848,00
14	TORNEIRA	0,06	0,2	848,00
15	TORNEIRA	0,06	0,2	848,00
16	GUARITA	0,06	0,2	849,00
17	TORNEIRA	0,06	0,2	847,00
18	ESCRITÓRIO OPERACIONAL	0,06	0,2	847,00
19	TORNEIRA	0,06	0,2	843,00
20	TORNEIRA	0,06	0,2	841,00
21	TORNEIRA	0,06	0,2	841,50
TOTAL		1,26	4,20	

Quadro 4.4 – Pontos de demanda de água de serviço

4.5 PROJETO DE DRENAGEM

4.5.1 Parâmetros de Dimensionamento

4.5.1.1 Estudos Hidrológicos

Os Estudos Hidrológicos têm por objetivo a estimativa das vazões máximas de projeto, as quais são obtidas adotando-se um determinado tempo de retorno. Para os cálculos, são determinados os parâmetros descritos nos itens subsequentes.

4.5.1.1.1 Bacia de Contribuição

A bacia de contribuição é definida como a projeção vertical da linha fechada dos divisores de água sobre um plano horizontal

4.5.1.1.2 Tempo de Retorno

O tempo de retorno é um dado probabilístico que corresponde ao tempo médio necessário (em anos) para que um evento pluviométrico recorra, em um ano

qualquer, sendo igual ao inverso da probabilidade de que um determinado evento de referência ocorra.

No presente projeto, serão utilizados os seguintes valores, conforme recomendações do DNIT:

- Obras de drenagem superficial: 10 anos;
- Bueiro Celular: 25 anos, com verificação para 50 anos;
- Bueiro Tubular: 15 anos, com verificação para 25 anos;
- Obras de drenagem urbana: 10 anos.

4.5.1.1.3 Tempo de concentração da bacia hidrográfica

O tempo de concentração representa o intervalo de tempo entre o início da precipitação e o instante em que toda a bacia contribui para a vazão na seção estudada. O tempo de concentração será determinado pela fórmula de Kirpich modificada.

$$t_c = 1,42 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$$

Onde:

- T_c = Tempo de Concentração (hora);
- L = Comprimento do curso d'água (quilômetro);
- H = Declividade efetiva do talvegue (metro/metro).

No projeto de drenagem superficial foram adotados o tempo de concentração igual a 10 minutos.

4.5.1.1.4 Modelos de Chuva do Projeto

Para a avaliação das relações intensidade-duração-frequência das chuvas intensas da região, a estimativa da chuva de projeto será definida por meio do documento do DAEE -Precipitações Intensas no Estado de São Paulo – Maio 2018, o qual fornece os parâmetros da Equação de Chuvas Intensas e permite a realização de interpolação dos dados fornecidos por estações pluviométricas encontradas em todo o território brasileiro.

4.5.1.1.5 Vazões de Projeto

Face ao porte das bacias de drenagem da área, o cálculo das vazões e dos hidrogramas de projeto serão calculados conforme método racional recomendado para área menores que 4 km², denominado Método Racional. Desta forma, foi utilizado a seguir para o cálculo de vazão de contribuição:

$$Q = \frac{CiA}{3,6}$$

Onde:

- Q = vazão, em m³/s;
- C = coeficiente de deflúvio (valor adimensional);
- i = intensidade de precipitação, em mm/h;
- A = área da bacia, em km².

4.5.1.1.6 Coeficiente de Escoamento Superficial

O coeficiente de escoamento superficial, ou coeficiente de “Run off”, pode ser definido como a fração da intensidade de chuva bruta que irá produzir o deflúvio superficial máximo por área elementar, estando relacionado com a tipologia do uso e da ocupação do solo da bacia hidrográfica em questão.

A definição dos coeficientes de “run-off” (C) para aplicação no método racional foi procedida a partir de tabelas apresentadas na obra “Handbook of Applied Hidrology”, organizada por Ven Te Chow, conforme apresentado na Seção 14 – “Runoff” - página 14-8 e na Seção 21 “Hidrology Of Agricultural Lands” – página 21-38 da referida obra. São apresentadas a seguir reproduções traduzidas nos Quadros 4.5, 4.6 e 4.7.

TIPO DA ÁREA DE DRENAGEM	COEFICIENTE DE 'RUN-OFF', C
Solo arenoso, declividades baixas, 2%	0,05-0,10
Solo arenoso, declividades médias, 2 a 7%	0,10-0,15
Solo arenoso, declividades altas, 7%	0,15-0,20
Solo impermeável, declividades baixas, 2%	0,13-0,17
Solo impermeável, declividades médias, 2 a 7%	0,18-0,22
Solo impermeável, declividades altas, 7%	0,25-0,35

Quadro 4.5 - Tabela Apresentada na Seção 14, Página 14-8 da Obra "Handbook Of Applied Hydrology"
Fonte: "Handbook of Applied Hidrology", Ven Te Chow, Seção 14 Pg 14-8. Tradução: Engº Achilles Buscacio.

TIPO DE SOLO	COBERTURA VEGETAL		
	ÁREAS CULTIVADAS	PASTAGENS	MATAS
Com índices de infiltração acima da média; usualmente solos arenosos ou saibrosos	0,20	0,15	0,10
Com índices médios de infiltração; sem panelas de argila, barro e solos similares	0,40	0,35	0,30
Com índices de infiltração abaixo da média; solos fortemente argilosos ou solos com panelas de argila próximo a superfície; finas camadas de solo sobre rocha impermeável	0,50	0,45	0,40

Quadro 4.6 - Tabela Apresentada na Seção 21, Página 21-38 da Obra "Handbook Of Applied Hydrology"
Fonte: "Handbook of Applied Hidrology", Ven Te Chow, Seção 21, Pg 21-38. Tradução: Engº Achilles Buscacio

OCUPAÇÃO DO SOLO	C
EDIFICAÇÃO MUITO Densa: Partes centrais, densamente construídas de uma cidade com rua e calçadas pavimentadas	0,70 a 0,95
EDIFICAÇÃO NÃO MUITO Densa: Partes adjacentes ao centro, de menor densidade de habitações, mas com ruas e calçadas pavimentadas	0,60 a 0,70
EDIFICAÇÃO COM POUCAS SUPERFÍCIES LIVRES: Partes residenciais com construções cerradas, ruas pavimentadas	0,50 a 0,60
EDIFICAÇÃO COM MUITAS SUPERFÍCIES LIVRES: Partes residências com ruas macadamizadas ou pavimentadas, mas com muitas áreas verdes	0,25 a 0,50
SUBÚRBIOS COM ALGUMA EDIFICAÇÃO: Partes de arrabaldes e subúrbios com pequena densidade de construções	0,10 a 0,25
MATAS, PARQUES E CAMPOS DE ESPORTES: Partes rurais, áreas verdes, superfícies arborizadas, parques ajardinados e campos de esporte sem pavimentação	0,05 a 0,20

Quadro 4.7 – Valores do Coeficiente de Escoamento Superficial Direto Adotados pela Prefeitura do Município de São Paulo (P.S. Wilken, 1978).

4.5.1.2 Estudos Hidráulicos

O dimensionamento das estruturas a serem construídas, face às vazões de projeto obtidas nos estudos hidrológicos, correspondentes ao período de retorno de 15/25 anos com verificação para 25/50 anos, serão efetuados a partir da teoria do regime crítico de escoamento, considerando-se sua operação com lâmina d'água livre à montante.

4.5.1.2.1 Dimensionamento Hidráulico

O dimensionamento hidráulico das seções de vazões dos dispositivos de drenagem foi feito aplicando-se a equação de Manning associada à equação da continuidade, ou seja:

$$V = \frac{1}{n} \cdot R_h^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

Eq. de Manning

$$Q = A . V$$

Eq. da continuidade

Onde:

- Q - Vazão admissível, em m³/s;
- V - Velocidade de escoamento, em m/s;
- A - Área molhada, em m²;
- I - Declividade longitudinal, em m/m;
- N - Coeficiente de rugosidade.

No dimensionamento das estruturas de drenagem serão feitas as comparações entre a vazão admissível com sua vazão de projeto, que é a vazão de contribuição que cada estrutura deverá receber, conduzindo-a de forma segura e adequada até o seu ponto de deságue. Foram adotados no cálculo hidráulico os seguintes limites de variáveis:

- Valor máximo de 0,70 para a relação entre o tirante d'água e o diâmetro da tubulação ou seção de canaleta;
- Diâmetro mínimo da rede de drenagem urbana de 0,60 m;
- Bueiros em manilha cerâmica para a rede de drenagem urbana.

Para cada dispositivo adotado no projeto de drenagem em questão foram adotados parâmetros diferentes, como mostrado a seguir:

CANALETAS / SARJETA

- Revestimento: concreto;
- Seção: retangular, semicírculo e trapezoidal;
- Coeficiente de rugosidade: $n = 0,013$ (concreto);
- Lâmina máxima: $h = 0,80 H$, para uma borda livre mínima de 10 cm;
- Velocidade mínima de escoamento: $V_m = 0,75$ m/s, podendo ser menor, desde que justificável;

- Velocidade máxima de escoamento: $V_m = 4,5$ m/s (concreto).

TUBULAÇÕES EM CONCRETO CONFORME NBR 8890

- Tubos de concreto armado, considerando-se preferencialmente os seguintes diâmetros comerciais: 600 mm, 800 mm, 1000 mm, 1.200 mm;
- Tubos e meias-canais em concreto simples;
- Coeficiente de rugosidade (n): 0,013;
- Lâmina máxima no conduto: $h = 0,70 \varnothing$ (correspondendo a $\frac{3}{4}$ da seção);
- Velocidade mínima de escoamento: $V_m = 0,60$ m/s, podendo ser menor, desde que justificável;
- Velocidade máxima de escoamento: $V_m = 5,0$ m/s.

ALA DE REDE TUBULAR

As alas de rede tubular são os dispositivos a serem executados nas entradas e/ou saídas das redes, com o objetivo de conduzir o fluxo no sentido de escoamento, evitando o processo erosivo a montante e a jusante.

BUEIROS DE GREIDE

Os bueiros de greide coletam as águas escoadas por meio de valetas de proteção e sarjetas dos acessos, direcionando-as para caixas coletoras de greide ou bocas de bueiro até o deságue em lugar apropriado e em condições seguras.

Devem ser dimensionados a partir da fórmula de Manning, considerando-se regime permanente, lâmina d'água máxima (y/D) igual a 0,80 e coeficiente de rugosidade igual a 0,013, para tubos de concreto. As velocidades devem estar entre 0,60 m/s e 5,00 m/s, exceto no trecho final, no qual a velocidade máxima deve ser inferior a 4,50 m/s. O diâmetro mínimo deve ser de 600 mm.

Os tubos devem ser assentados sobre berço de concreto.

REDE COLETORA DE DRENAGEM URBANA

A rede de drenagem pluvial coleta as águas de chuva por meio das bocas de lobo, que geralmente são retangulares e ficam próximas às calçadas. Essa rede será indicada em manilha cerâmica permitindo uma agilidade na execução da obra. O diâmetro mínimo adotado será de Ø 0,50 nas ligações das bocas de lobo e de Ø 0,60 na rede de drenagem.

4.5.2 Dimensionamento

O projeto de drenagem foi elaborado com base nos subsídios fornecidos pelos projetos das disciplinas de geometria e terraplenagem no local de implantação da ETE Três Pontas.

O objetivo dos dispositivos de drenagem, aqui definidos, é disciplinar o fluxo d'água superficial que aflui aos taludes e às plataformas. Para tal, projetou-se um sistema de drenagem de modo a captar, conduzir e descarregar essas águas em lugar apropriado e seguro que atendam não somente às especificações técnicas de projeto, mas também àqueles relacionados ao aspecto funcional e econômico da solução a ser adotada.

Serão adotadas sarjetas de concreto, canaletas com grelhas e canaleta de drenagem nas regiões de aterro e corte. No ponto de lançamento será adotado a ala de lançamento, objetivando manter a velocidade baixa com dissipadores de energia para evitar o processo de erosão à jusante.

4.5.2.1 Estudos Hidrológicos

O desenvolvimento de estudos hidrológicos para qualquer finalidade exige a pesquisa e coleta de dados básicos, envolvendo, principalmente, estudos existentes, informações cartográficas, informações pluviométricas e observações de campo.

As informações cartográficas são importantes na caracterização morfométrica das bacias hidrográficas em estudo. As observações de campo, por sua vez, possibilitam a avaliação de parâmetros relativos ao solo, tipo de cobertura vegetal, estimativa de percentagens de áreas permeáveis e impermeáveis e existência de áreas urbanizadas.

Para a definição do modelo de chuvas, em função da duração e dos períodos de recorrência, foram identificados, por:

- Precipitações Intensas no Estado de São Paulo DAEE-CTH Maio de 2018;
- Cartas Geográficas do IBGE na escala 1:50.000, folha: SF-23-Y-A-V-1 (Limeira).

A partir desses elementos verificou-se que a área em estudos se localiza na área de influência do posto de Caxambu. Este posto foi o que apresentou maior proximidade geográfica da ETE Três Pontas.

4.5.2.2 Equação de Chuva

A expressão de chuvas intensas estabelecidas para este posto e a seguinte:

$$i_{t,T} = (t+16)^{-0,935} \cdot 25,33 T^{0,236}$$

Onde:

i = intensidade da chuva, correspondente à duração t e período de retorno T, em mm/h;

t = duração da chuva, em minutos;

T = período de recorrência, em anos.

4.5.2.3 Estimativas das Descargas Máximas nas Bacias

Para o cálculo das descargas máximas prováveis nas bacias de contribuição relativas às estruturas e as redes de drenagem urbana foram adotados critérios diferenciados em função das áreas das bacias. O método de calculado adotado foi o Método Racional, explicitado anteriormente.

A definição do coeficiente de run-off foi feito considerando a proposta de urbanização da ETE Três Pontas, apresentado no desenho bacias de drenagem. Na análise foram consideradas as porções do terreno que tem previsão de área execução de pavimentação em asfalto, piso cimentado e área verde (paisagismo e grama). Como mostra o Quadro 4.8, os valores do coeficiente de run-off considerando para cada tipo de ocupação, e os Quadros 4.5, 4.6 e 4.7.

ÁREA PERMEÁVEL (VEGETAÇÃO)	ÁREA CONCRETO MAGRO	ÁREA ASFALTO
0,2	0,95	0,7

Quadro 5.4 – Coeficientes de run-off adotados

Para o cálculo de vazão das microbacias de contribuição adotou-se um coeficiente de run-off ponderado, considerando diferentes escoamentos. O mosaico de microbacias foi apresentado no desenho de bacias.

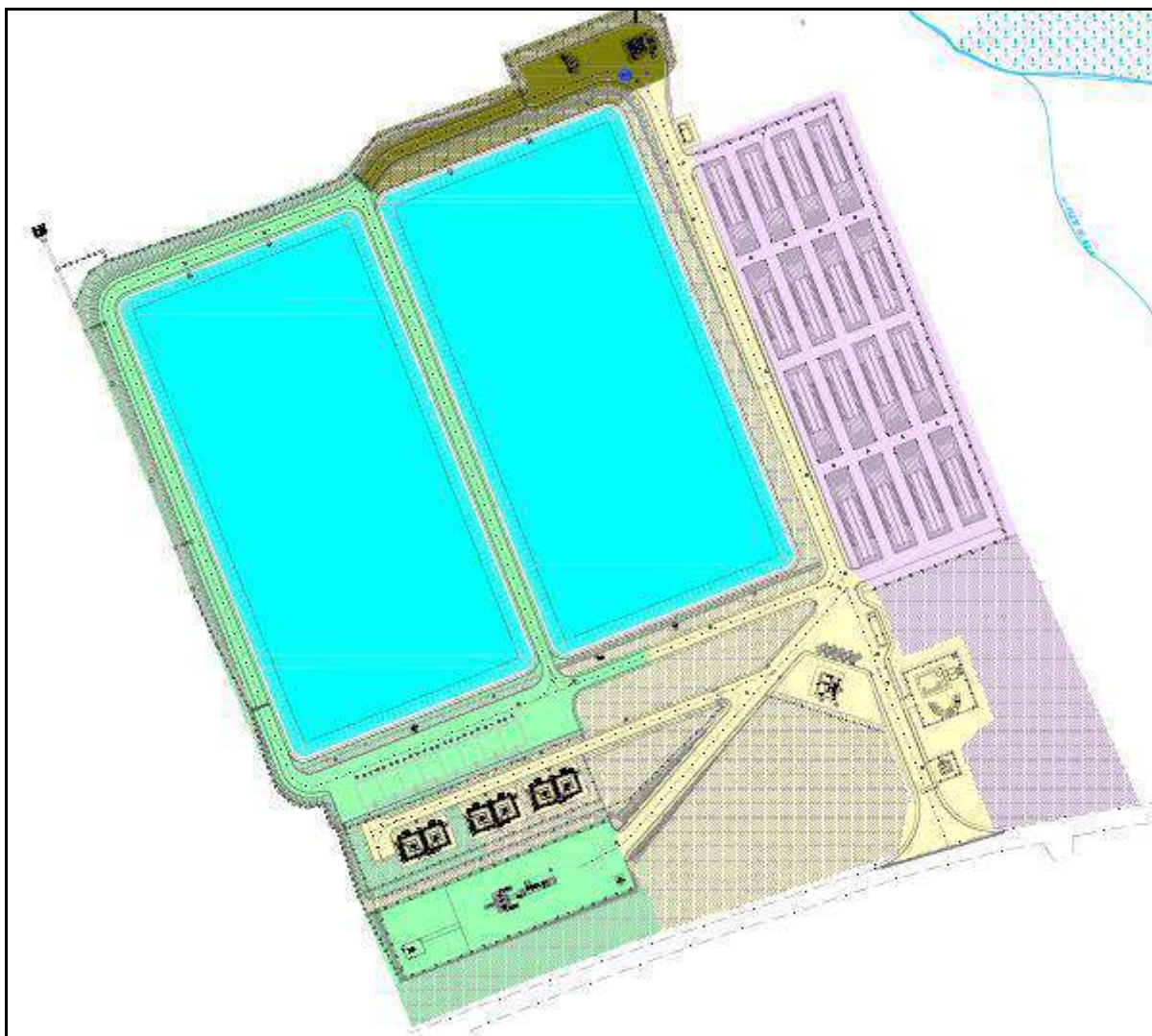


Figura 4.1 – Microbacias da área da ETE Três Pontas

4.5.2.4 Dimensionamento do Sistema de Coleta de Água Pluvial

O Projeto de Drenagem constou do dimensionamento de dispositivos para a captação das águas pluviais provenientes de diversas bacias de contribuição, sejam elas localizadas nas adjacências da plataforma das vias ou em terrenos a montante, bem

como as águas subterrâneas, além das tubulações que visam encaminhá-las adequadamente ao ponto de lançamento, de modo a não comprometer os elementos do corpo viário e suas imediações. A partir dessa avaliação foram projetados os dispositivos que se fazem necessários para a drenagem urbana.

O projeto de drenagem urbana visou posicionar os diversos dispositivos de coleta das águas superficiais que incidem na plataforma das vias, conduzindo-as convenientemente para fora de seu corpo. Os dispositivos utilizados no projeto foram:

- Sarjeta Urbana;
- Boca de Lobo;
- Poços de Visita;
- Caixa de Passagem;
- Bueiros de Greide;
- Dissipador;
- Canaleta de Drenagem

4.5.2.4.1 Sarjeta Urbana

A drenagem superficial foi projetada, sempre que possível, utilizando os dispositivos recomendados pela SUDECAP, sendo os métodos e procedimentos apresentados a seguir:

A determinação dos locais das bocas de lobo foi efetuada a partir de comprimentos máximos de utilização da Sarjeta tipo B para uma extensão de alagamento de 1,67m, conforme ilustração seguinte (Figura 5.2).

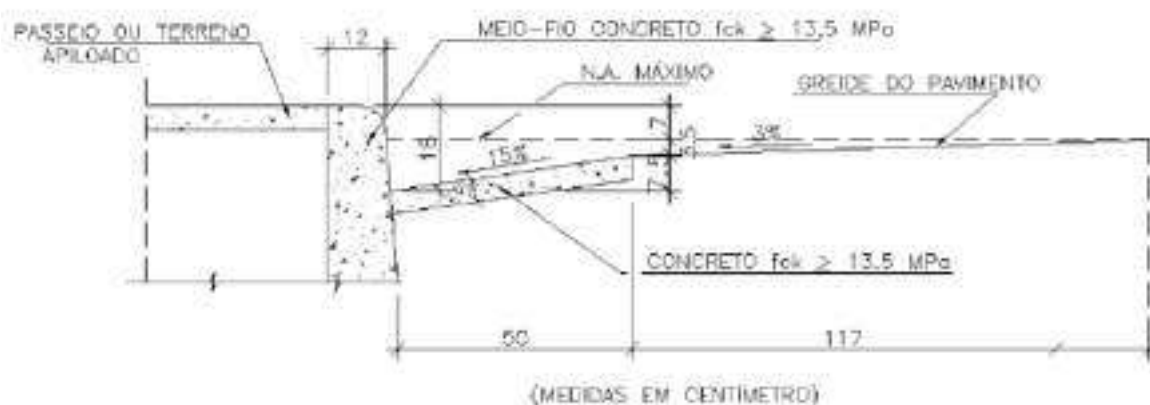


Figura 4.2 – Sarjeta tipo B

A intensidade de chuva considerada foi de 167,93 mm/h, que corresponde a uma chuva para um período de recorrência de 10 anos, tendo como referência para a determinação da intensidade de chuva adotou-se o modelo de Otto Pfafsteter, cidade de Caxambu, conforme se descreve a seguir.

Nas áreas urbanas as sarjetas junto aos passeios foram projetadas em conjunto com as bocas de lobo, de modo a captar as águas e conduzi-las até as redes de drenagem pluvial, previstas em tubos de PEAD.

Para a drenagem superficial o escoamento ao longo dos meios-fios foi calculado considerando que o pavimento ou meio-fio tem uma declividade transversal uniforme no sentido da face da guia, o que forma uma sarjeta triangular.

As bocas de lobo foram posicionadas imediatamente à montante das curvas das guias nos cruzamentos (lados de montante), em pontos baixos de greide, em pontos intermediários, sempre que necessário.

A capacidade das sarjetas do Tipo B (vazão - Q_s) e respectivas velocidades (U_s) para faixa de inundação $T = 1,67m$ foram definidas conforma apresentado no Quadro 4.9.

TIPO DE SARJETA	VAZÃO (Q_s) (L/s)	VELOCIDADE (U_s) (m/s)
B	$553,766.(i)^{1/2}$	$9,762.(i)^{1/2}$

Quadro 4.9 – Capacidade da sarjeta Tipo B

Fonte: Sudecap (2004).

Seguindo procedimentos usuais, a velocidade máxima admitida nas sarjetas de concreto foi de 4,0m/s. Para determinar o melhor posicionamento das bocas de lobo, o projeto procedeu-se a elaboração de tabelas de comprimentos máximos de utilização da sarjeta tipo B, em função da largura média das áreas lindeiras de contribuição e das declividades das vias.

Adicionalmente, procedeu-se a comparação das vazões específicas contribuintes com as capacidades de vazão da sarjeta. Tendo conhecimento da vazão de contribuição daquela sarjeta, sabe-se quantas boca de lobo são necessárias para manter o escoamento adequado no trecho.

4.5.2.4.2 Boca de Lobo

A capacidade máxima de engolimento das bocas de lobo foi verificada de acordo com a metodologia recomendada pela SUDECAP e, dessa forma, foi utilizada a boca de lobo tipo B, combinada com rebaixo e grelha de concreto.

Para a elaboração dos projetos da rede de drenagem da ETE Três Pontas foram adotados os dados hidráulicos contidos nas tabelas técnicas sugeridas pela SUDECAP, conforme Quadro 4.10.

Y	FERRO FUNDIDO		CONCRETO	
	SIMPLES	DUPLA	SIMPLES	DUPLA
5	42	84	43	87
10	119	239	123	245
11	138	276	142	283
16	214	429	218	435

Quadro 4.10 – Capacidade das BL Combinadas (l/s), Faixa de alagamento de 1,67 m e Boca de Lobo localizada em ponto baixo da via

Fonte: Sudecap (2004).

4.5.2.4.3 Poço de Visita / Caixa de Passagem

Foi projetado poço de visita e caixas coletoras tipo A e B. Todos os dispositivos de drenagem indicados no projeto são apresentados nos desenhos referentes aos detalhes construtivos. A profundidade mínima adotada para o Poço de Visita foi de 1,6 m.

4.5.2.4.4 Metodologia de Dimensionamento

Conforme apresentado no mosaico de microbacias, as áreas de contribuição foram correlacionadas com os poços de visita que receberão cada contribuição.

O lançamento final do sistema de águas pluviais ocorrerá em quatro pontos especificados no projeto, em ala de lançamento.

O dimensionamento das redes foi efetuado de forma automatizada, tanto para o estudo hidrológico (Cálculos de Descargas) como para o Dimensionamento Hidráulico das redes. O dimensionamento das Redes passou pelos seguintes passos:

- Identificação do trecho da rede a que se refere o projeto;
- Diâmetro da rede dimensionada para o trecho considerado;
- Declividade do trecho de rede projetado;
- Coeficiente de rugosidade de Manning;
- Vazão calculada para a área de contribuição total correspondente a cada segmento de rede;
- Altura do nível d'água na rede para as condições do projeto;
- Velocidade da água no trecho projetado.

O diâmetro mínimo adotado para a rede pluvial foi de 0,60m. Para os ramais de ligação de bocas de lobo foi adotado o diâmetro de 0,40m, com declividade mínima de 3,00%. Para todas as redes foram utilizados tubos manilha de concreto.

As descargas das bacias para o dimensionamento das redes (áreas de contribuição) foram calculadas pela aplicação do método racional. Todas as bacias apresentaram áreas inferiores a 1 km²).

O escoamento hidráulico nas redes foi calculado adotando-se o seu funcionamento como canal, através da aplicação da fórmula de Manning apresentada no item 4.5.1.2.1, associada à equação da Continuidade.

Foram adotados os coeficientes de rugosidade de 0,013 para as redes de Manilha Cerâmica. No Quadro 4.11 está apresentado o dimensionamento das redes de água pluvial.

Município	TRÊS PONTAS
Unidade	ETE
TR	10 anos
Duração	10 min
Intensidade	167,93 mm/h

Drenagem superficial pluvial microbacias															
Bacia nº	Área	Talvegue	i	Decl.	Tc - Kispich		Tc mínimo (10 min)	Coeficiente Ponderado	Intensidade (mm/h)	Q (m³/s)	Q (l/s)	Qs (l/s)	Us (l/s)	q (l/s.m)	Lu (m)
					horas	min									
A1	0,287	0,08	3,20	4,00	0,03	1,97	10	0,9	167,93	0,120	120,49	110,753	1,75	1,506	73,54
A2	0,652	0,11	5,78	5,22	0,04	2,28	10	0,2	167,93	0,061	60,83	126,560	2,35	0,550	230,24
A3	0,095	0,08	4,00	5,00	0,03	1,81	10	0,9	167,93	0,040	39,88	123,826	1,95	0,499	248,38
A4	0,102	0,06	4,00	6,53	0,02	1,33	10	0,2	167,93	0,010	9,52	141,550	1,95	0,155	910,64
A5.1	0,187	0,10	0,20	0,21	0,12	7,13	10	0,9	167,93	0,079	78,51	25,188	0,44	0,812	31,02
A5.2	0,010	0,10	0,20	0,21	0,12	7,13	10	0,2	167,93	0,001	0,93	25,188	0,44	0,010	2609,95
A5.3	0,048	0,10	0,20	0,21	0,12	7,13	10	0,2	167,93	0,004	4,48	25,188	0,44	0,046	543,74
A5.4	0,053						10	0,2	167,93	0,005	4,94				
A6	0,064	0,08	0,08	0,10	0,13	8,10	10	0,9	167,93	0,027	26,87	17,561	0,28	0,338	51,99
A7	0,192	0,04	1,48	3,31	0,02	1,36	10	0,9	167,93	0,081	80,61	100,696	1,19	1,801	55,92
A8	0,166	0,08	0,39	0,50	0,07	4,29	10	0,2	167,93	0,015	15,49	39,197	0,61	0,199	197,01
A9	0,052	0,08	0,85	1,06	0,05	3,28	10	0,9	167,93	0,022	21,83	57,081	0,90	0,273	209,17
A10	0,239	0,06	2,55	4,26	0,03	1,54	10	0,9	167,93	0,100	100,34	114,353	1,56	1,678	68,15
A11	0,121	0,20	0,41	0,20	0,21	12,80	10	0,2	167,93	0,011	11,29	24,834	0,63	0,055	448,48
A12	0,111	0,12	0,12	0,10	0,18	10,82	10	0,2	167,93	0,010	10,36	17,735	0,34	0,089	200,37
B1	0,594						10	0,2	167,93	0,055	55,42				
B2	1,291						10	0,2	167,93	0,120	120,44				
C1	0,200						10	0,2	167,93	0,019	18,68				
C2.1	0,230						10	0,9	167,93	0,097	96,56				
C2.2	0,096						10	0,2	167,93	0,009	8,96				
C3.1	0,042						10	0,2	167,93	0,004	3,92				
C3.2	0,294						10	0,9	167,93	0,123	123,43				
C3.3	0,076						10	0,2	167,93	0,007	7,09				
C4	0,055						10	0,2	167,93	0,005	5,13				
C5	0,076						10	0,9	167,93	0,032	31,91				
C6	0,077						10	0,9	167,93	0,032	32,33				
C7	0,076						10	0,2	167,93	0,007	7,09				
C8	0,100						10	0,9	167,93	0,042	41,98				
C9	0,089						10	0,2	167,93	0,008	8,30				
C10	0,152						10	0,9	167,93	0,064	63,81				
D1	0,124						10	0,9	167,93	0,052	52,06				
D2	0,060						10	0,9	167,93	0,025	25,19				
D3	0,087						10	0,2	167,93	0,008	8,12				
D4	0,095						10	0,2	167,93	0,009	8,86				

Sera apersentado a seguir as planilhas de dimensionamento da drenagem:

PLANILHA DE CÁLCULO - BACIAS A, B e D														
SAAE - SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO														
DRENAGEM PLUVIAL - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS - TRÊS PONTAS - MG														
T R E C H O S														
TRECHO	COMPR.	DECLIV.	DIAM.	COTA	QUEDA	CONC.	JUS.	LAM.	VELOC.	TENSÃO	F.L.1			
	(m)	(%)	(mm)	COLETOR	JUS.	(L/s)	(L/s)	DÁGUA	(m/s)	TRATIVA	TIPO	TERRENO	FUNDO	PROF.
				(m)	(m)	(L/s)	(L/s)	(%)	(m/s)	(Pa)		(m)	(m)	(m)
PVD-1 - PVD-4	35,00	2,711	600	Mont	845,709	Inic 120,49	120,49	23	2,40	22,42	PV	847,209	845,709	1,500
	Terra		MC	Jus	844,760	Final120,49	120,49	23	2,40	22,42				
PVD-2 - PVD-3	24,00	0,500	600	Mont	845,179	Inic 125,25	125,25	36	1,33	6,03	PV	846,679	845,179	1,500
	Terra		MC	Jus	845,059	Final125,25	125,25	36	1,33	6,03				
PVD-3 - PVD-4	45,00	0,500	600	Mont	845,059	Inic 100,71	225,96	51	1,55	7,61	PV	846,603	845,059	1,544
	Terra		MC	Jus	844,834	Final100,71	225,96	51	1,55	7,61				
PVD-4 - PVD-5	89,00	1,608	600	Mont	844,760	Inic 117,92	464,37	55	2,87	25,71	PV	846,260	844,760	1,500
	Terra		MC	Jus	843,329	Final117,92	464,37	55	2,87	25,71				
PVD-5 - PVD-6	89,00	2,045	600	Mont	843,329	Inic 111,63	576,00	59	3,31	33,79	PV	844,829	843,329	1,500
	Terra		MC	Jus	841,509	Final111,63	576,00	59	3,31	33,79				
PVD-6 - PVD-7	42,00	2,507	600	Mont	841,509	Inic 10,36	586,36	56	3,60	40,24	PV	843,009	841,509	1,500
	Terra		MC	Jus	840,456	Final 10,36	586,36	56	3,60	40,24				
PVD-7 - PVD-8	68,00	0,634	700	Mont	840,356	Inic	586,36	67	2,13	12,97	PV	841,956	840,356	1,600
	Terra		MC	Jus	839,925	Final	586,36	67	2,13	12,97				
PVD-8 - ALA-AB	7,00	0,714	800	Mont	839,825	Inic	762,21	60	2,39	15,95	PV	839,725	839,825	-0,100
	Terra		MC	Jus	839,775	Final	762,21	60	2,39	15,95				
1 - CPC1	62,00	0,200	600	Mont	845,700	Inic 55,42	55,42	30	0,76	2,08	CP	846,000	845,700	0,300
	Terra		CMC	Jus	845,576	Final 55,42	55,42	30	0,76	2,08				
CPC1 - CPC2	190,00	1,514	600	Mont	845,576	Inic 80,29	135,71	28	2,02	14,96	CP	846,000	845,576	0,424
	Asfalto		CMC	Jus	842,700	Final 80,29	135,71	28	2,02	14,96				
CPC2 - PVD-7	34,00	7,668	600	Mont	842,582	Inic	175,85	21	3,88	59,62	CP	843,000	842,582	0,418
	Asfalto		CMC	Jus	839,975	Final	175,85	21	3,88	59,62				
2 - CPC2	59,00	0,200	600	Mont	842,700	Inic 40,14	40,14	25	0,69	1,81	CP	843,000	842,700	0,300
	Terra		CMC	Jus	842,582	Final 40,14	40,14	25	0,69	1,81				
CPG3 - CPC47	2,00	0,201	600	Mont	841,689	Inic 33,31	33,31	23	0,66	1,68	CP	841,989	841,689	0,300
	Terra		CMC	Jus	841,685	Final 33,31	33,31	23	0,66	1,68				
CPC47 - CPC48	15,00	4,294	600	Mont	841,602	Inic	42,17	12	2,07	20,07	CP	842,226	841,602	0,624
	Terra		CMC	Jus	840,958	Final	42,17	12	2,07	20,07				

PLANILHA DE CÁLCULO- BACIAS A, B e D													
SAAE - SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO													
DRENAGEM PLUVIAL - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS - TRÊS PONTAS - MG													
T R E C H O S													
TRECHO	COMPR.	DECLIV.	DIAM.	(m)	(%)	CMC	Mont	Jus	COLETOR	QUEDA	CONC.	JUS.	LAM. VELOC. TENSÃO
											(l/s)	(m/s)	(Pa)

CPC48 - CPC50	56,00	3,191	600	Mont	840,958	Inic	42,17	13	1,87	15,96			
	Terra		CMC	Jus	839,171	0,09	Final	42,17	13	1,87	15,96		

CPC50 - ALA-D	21,00	0,343	600	Mont	839,078	Inic	95,23	35	1,07	3,99			
	Terra		CMC	Jus	839,006	Final	95,23	35	1,07	3,99			

CPC53 - CPC50	6,00	31,317	300	Mont	841,350	Inic	52,06	20	4,84	118,04			
	Terra		CMC	Jus	839,471	0,39	Final	52,06	20	4,84	118,04		

3 - CPC49	18,00	6,578	300	Mont	840,767	Inic	1,00	5	0,96	7,01			
	Terra		CMC	Jus	839,583	0,15	Final	1,00	5	0,96	7,01		

CPC49 - CPC50	12,00	0,458	300	Mont	839,433	Inic	1,00	10	0,38	0,91			
	Terra		CMC	Jus	839,378	0,30	Final	1,00	10	0,38	0,91		

4 - CPC30	50,00	0,221	300	Mont	846,850	Inic	7,09	26	0,47	1,03			
	Terra		CMC	Jus	846,740	Final	7,09	26	0,47	1,03			

CPC30 - CPC31	27,00	0,221	300	Mont	846,740	Inic	7,09	26	0,47	1,03			
	Terra		CMC	Jus	846,680	Final	7,09	26	0,47	1,03			

5 - CPC31	52,00	0,447	300	Mont	846,850	Inic	1,58	10	0,38	0,91			
	Terra		CMC	Jus	846,618	Final	1,58	10	0,38	0,91			

6 - CPC32	50,00	0,458	300	Mont	846,850	Inic	0,93	10	0,38	0,91			
	Terra		CMC	Jus	846,621	Final	0,93	10	0,38	0,91			

CPC32 - SARJ1	3,00	20,099	300	Mont	846,621	Inic	0,93	4	1,40	16,46			
	Terra		CMC	Jus	846,018	Final	0,93	4	1,40	16,46			

7 - CPC33	49,00	0,262	300	Mont	846,850	Inic	4,94	21	0,45	1,00			
	Terra		CMC	Jus	846,722	Final	4,94	21	0,45	1,00			

CPC33 - SARJ2	20,00	0,509	300	Mont	846,722	Inic	4,94	18	0,57	1,68			
	Terra		CMC	Jus	846,620	Final	4,94	18	0,57	1,68			

8 - CPC34	101,00	0,274	300	Mont	849,850	Inic	4,48	20	0,44	1,00			
	Terra		CMC	Jus	849,573	Final	4,48	20	0,44	1,00			

CPC34 - CPC35	12,00	0,274	300	Mont	849,573	Inic	4,48	20	0,44	1,00			
	Terra		CMC	Jus	849,540	Final	4,48	20	0,44	1,00			

16-05-2022

Fl.2

ÓRGÃOS ACESSÓRIOS MONTANTE

TIPO ----COTAS----- PROF.

TERRENO FUNDO

(m) (m)

CP 841,258 840,958 0,300

CP 839,471 839,078 0,393

CP 841,500 841,350 0,150

CP 840,917 840,767 0,150

CP 839,583 839,433 0,150

CP 847,000 846,850 0,150

CP 847,000 846,740 0,260

CP 847,000 846,850 0,150

CP 847,000 846,850 0,150

CP 847,000 846,621 0,379

CP 847,000 846,850 0,150

CP 847,000 846,722 0,278

CP 850,000 849,850 0,150

CP 850,000 849,573 0,427

PLANILHA DE CÁLCULO - BACIAS A, B E D									
SAAE - SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO									
DRENAGEM PLUVIAL - ESTÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS - TRÊS PONTAS - MG - BACIAS A, B E D									
T R Ê S P O N T A S									
TRECHO	COMPR.	DECLIV.	DIM.	COTA	QUEDA	CONC.	JUS.	LAM. VELOC.	TENSÃO
	(m)	(%)	(mm)	COLETOR	JUS.	(L/s)	(L/s)	(m/s)	TRATIVA
				(m)	(m)				(Pa)
CPC35 - CPC36									
	52,00	3,859	300	Mont	849,540	Inic	4,48	10	1,11
	Terra		CMC	Jus	847,534	0,15 Final	4,48	10	1,11
CPC36 - SARJ3									
	3,00	22,534	300	Mont	847,384	Inic	4,48	6	2,07
	Terra		CMC	Jus	846,708	Final	4,48	6	2,07
CPC41 - CPC42									
	23,00	0,200	300	Mont	847,850	Inic	11,42	35	0,52
	Terra		CMC	Jus	847,804	Final	11,42	35	0,52
CPC42 - CPC43									
	9,00	0,200	300	Mont	847,804	Inic	11,42	35	0,52
	Terra		CMC	Jus	847,786	Final	11,42	35	0,52
CPC43 - CPC46									
	4,00	0,200	300	Mont	847,786	Inic	11,42	35	0,52
	Terra		CMC	Jus	847,778	0,39 Final	11,42	35	0,52
CPC46 - SARJ5									
	5,00	0,200	600	Mont	847,383	Inic	22,84	19	0,59
	Terra		CMC	Jus	847,373	Final	22,84	19	0,59
CPC44 - CPC45									
	23,00	0,200	300	Mont	847,749	Inic	11,42	35	0,52
	Terra		CMC	Jus	847,703	Final	11,42	35	0,52
CPC45 - CPC46									
	10,00	0,200	300	Mont	847,703	Inic	11,42	35	0,52
	Terra		CMC	Jus	847,683	0,30 Final	11,42	35	0,52
CPC38 - CPC39									
	9,00	0,282	300	Mont	848,822	Inic	4,20	19	0,44
	Terra		CMC	Jus	848,796	Final	4,20	19	0,44
CPC39 - SARJ4									
	10,00	0,283	300	Mont	848,796	Inic	4,20	19	0,44
	Terra		CMC	Jus	848,768	Final	4,20	19	0,44
CPC51 - CPC52									
	11,00	0,973	300	Mont	842,261	Inic	8,86	20	0,84
	Terra		CMC	Jus	842,154	0,15 Final	8,86	20	0,84
CPC52 - CPC47									
	51,00	0,200	300	Mont	842,004	Inic	8,86	30	0,48
	Terra		CMC	Jus	841,902	0,30 Final	8,86	30	0,48
9 - SARJ6									
	50,00	1,972	300	Mont	847,850	Inic	60,83	46	1,87
	Terra		CMC	Jus	846,864	Final	60,83	46	1,87
10 - CPC51									
	14,00	3,136	300	Mont	842,850	Inic	8,86	15	1,27
	Terra		CMC	Jus	842,411	0,15 Final	8,86	15	1,27

16-05-2022									
Fl.3									
ÓRGÃOS ACESSÓRIOS INSTANTE									
TIPO	----	COTAS	----	PROF.					
TERRENO	FUNDO	(m)	(m)	(m)					
CP	849,850	849,540	0,310						
CP	847,534	847,384	0,150						
CP	848,000	847,850	0,150						
CP	848,000	847,804	0,196						
CP	848,000	847,786	0,214						
CP	848,000	847,383	0,617						
CP	848,000	847,749	0,251						
CP	848,000	847,703	0,297						
CP	849,000	848,822	0,178						
CP	849,000	848,796	0,204						
CP	842,411	842,261	0,150						
CP	842,154	842,004	0,150						
CP	848,000	847,850	0,150						
CP	843,000	842,850	0,150						

PLANTILHA DE CÁLCULO

SAAE - SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO
DRENAGEM PLUVIAL - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS - TRÊS PONTAS - MG - BACIAS A, B E D

16-05-2022
FL. 4

*****ÓRGÃOS ACESSÓRIOS MONTANTE*****									
TRECHO	COMPR.	DECLIV.	DIAM.	COTA COLETOR	QUEDA JUS.	CONC. (L/s)	VAZÃO (L/s)	LAM. DÁGUA (%)	VELOC. TRATATIVA (m/s) (Pa)
*****T R E C H O S*****									
11	- CPC38	10,00	0,283	300 CMC	Mont 848,850 Jus 848,822	Inic 4,20 Final 4,20	4,20	19	0,44 0,99
Terra									
12	- CPC44	22,00	0,458	300 CMC	Mont 847,850 Jus 847,749	Inic 0,00 Final 0,00	0,00	10	0,38 0,91
Terra									
*****ALAB (lançamento)*****									
ALA-AB	(lançamento)					Inic. 762,21 Final 762,21			
*****ALAD (lançamento)*****									
ALA-D	(lançamento)					Inic. 95,23 Final 95,23			
*****CPC31 (lançamento)*****									
CPC31	(lançamento)					Inic. 7,09 Final 7,09			
*****CPC31 (lançamento)*****									
CPC31	(lançamento)					Inic. 1,58 Final 1,58			
*****SARJ1 (lançamento)*****									
SARJ1	(lançamento)					Inic. 0,93 Final 0,93			
*****SARJ2 (lançamento)*****									
SARJ2	(lançamento)					Inic. 4,94 Final 4,94			
*****SARJ3 (lançamento)*****									
SARJ3	(lançamento)					Inic. 4,48 Final 4,48			
*****SARJ5 (lançamento)*****									
SARJ5	(lançamento)					Inic. 22,84 Final 22,84			
*****SARJ4 (lançamento)*****									
SARJ4	(lançamento)					Inic. 4,20 Final 4,20			
*****SARJ6 (lançamento)*****									
SARJ6	(lançamento)					Inic. 60,83 Final 60,83			
*****TIPOTERRENO (m)FUNDOTERRENO (m)PROF. (m)*****									
CP	849,000	848,850	0,150						
CP	848,000	847,850	0,150						
PV	839,825	839,775	0,050						
PV	839,306	839,006	0,300						
PV	847,000	846,680	0,320						
PV	847,000	846,618	0,382						
PV	846,018	846,018	0,000						
PV	846,620	846,620	0,000						
PV	846,708	846,708	0,000						
PV	848,000	847,373	0,627						
PV	849,000	848,768	0,232						
PV	846,864	846,864	0,000						

PLANILHA DE CÁLCULO – BACIA C													
SAAE - SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO													
DRENAGEM PLUVIAL - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS - TRÊS PONTAS - MG													
T R Ê S P O N T A S													
TRECHO	COMPR.	DECLIV.	DIAM.	COTA	QUEDA	VAZÃO	JUS.	LAM.	VELOC.	TENSÃO			
	(m)	(%)	(mm)	COLETOR	JUS.	CONC.	(L/s)	DÁGUA	(m/s)	TRATIVA			
				(m)	(m)	(L/s)		(%)		(Pa)			
13 - CPC3	100,00	0,200	600	Mont 852,700	Inic 66,96	66,96	33	0,80	2,25				
	Terra		CMC	Jus 852,500	Final 66,96	66,96	33	0,80	2,25				
CPC3 - CPC4	2,00	0,201	600	Mont 852,500	Inic 66,96	66,96	33	0,80	2,26				
	Terra		CMC	Jus 852,496	Final 66,96	66,96	33	0,80	2,26				
CPC4 - CPC6	29,00	6,145	600	Mont 852,496	Inic 66,96	66,96	14	2,70	32,67				
	Terra		CMC	Jus 850,714	Final 66,96	66,96	14	2,70	32,67				
CPC6 - CPC7	8,00	7,100	600	Mont 850,714	Inic 124,19	124,19	18	3,41	48,15				
	Terra		CMC	Jus 850,146	Final 124,19	124,19	18	3,41	48,15				
CPC7 - CPC8	28,00	6,011	600	Mont 850,146	Inic 124,19	124,19	19	3,21	42,29				
	Terra		CMC	Jus 848,463	Final 124,19	124,19	19	3,21	42,29				
CPC8 - CPC9	4,00	5,624	600	Mont 848,463	Inic 124,19	124,19	19	3,14	40,18				
	Terra		CMC	Jus 848,238	Final 124,19	124,19	19	3,14	40,18				
CPC9 - CPC10	8,00	6,163	600	Mont 848,238	Inic 124,19	124,19	19	3,24	43,13				
	Terra		CMC	Jus 847,745	Final 124,19	124,19	19	3,24	43,13				
CPC10 - CPC11	7,00	0,514	600	Mont 847,745	Inic 124,19	124,19	36	1,34	6,14				
	Terra		CMC	Jus 847,709	Final 124,19	124,19	36	1,34	6,14				
CPC11 - CPC12	6,00	3,133	600	Mont 847,709	Inic 124,19	124,19	22	2,55	25,44				
	Terra		CMC	Jus 847,521	Final 124,19	124,19	22	2,55	25,44				
CPC12 - CPC13	8,00	5,300	600	Mont 847,521	Inic 124,19	124,19	20	3,08	38,41				
	Terra		CMC	Jus 847,097	Final 124,19	124,19	20	3,08	38,41				
CPC13 - CPC14	5,00	6,019	600	Mont 847,097	Inic 124,19	124,19	19	3,22	42,34				
	Terra		CMC	Jus 846,796	Final 124,19	124,19	19	3,22	42,34				
CPC14 - CPC15	30,00	6,270	600	Mont 846,796	Inic 124,19	124,19	19	3,26	43,72				
	Terra		CMC	Jus 844,915	Final 124,19	124,19	19	3,26	43,72				
CPC15 - CPC16	30,00	6,210	600	Mont 844,915	Inic 139,57	263,76	28	4,05	60,31				
	Terra		CMC	Jus 843,052	Final 139,57	263,76	28	4,05	60,31				
CPC16 - CPC17	24,00	3,038	600	Mont 843,052	Inic 263,76	263,76	33	3,13	34,32				
	Terra		CMC	Jus 842,323	Final 263,76	263,76	33	3,13	34,32				

16-05-2022
FL.1
ORGÃOS ACESSÓRIOS MONTANTE
TIPO -----COTAS----- PROF.
TERRENO FUNDO
(m) (m) (m)

CP 853,000 852,700 0,300
CP 853,000 852,500 0,500
CP 853,000 852,496 0,504
CP 851,014 850,714 0,300
CP 850,446 850,146 0,300
CP 848,763 848,463 0,300
CP 848,538 848,238 0,300
CP 848,045 847,745 0,300
CP 848,009 847,709 0,300
CP 847,821 847,521 0,300
CP 847,397 847,097 0,300
CP 847,096 846,796 0,300
CP 845,215 844,915 0,300
CP 843,352 843,052 0,300

PLANILHA DE CÁLCULO- BACIA C													
SAAE - SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO													
DRENAGEM PLUVIAL - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS - TRÊS PONTAS - MG													
T R E C H O S													
TRECHO	COMPR.	DECLIV.	DIAM.	COTA	QUEDA	CONC.	JUS.	LAM.	VELOC.	TENSÃO			
	(m)	(%)	(mm)	COLETOR	JUS.	(L/s)	(L/s)	(%)	(m/s)	TRATIVA			
				(m)	(m)					(Pa)			
						Inic	Final						
CPC17 - CPC18	18,00	0,200	1000	Mont	841,923	263,76	263,76	33	1,13	3,76			
	Terra		CMC	Jus	841,887			33	1,13	3,76			
CPC18 - CPC19	29,00	0,200	1000	Mont	841,887	302,76	302,76	36	1,17	3,98			
	Terra		CMC	Jus	841,829			36	1,17	3,98			
CPC19 - CPC20	42,00	0,200	1000	Mont	841,829	302,76	302,76	36	1,17	3,98			
	Terra		CMC	Jus	841,745			36	1,17	3,98			
CPC20 - CPC21	24,00	3,787	1000	Mont	841,745	302,76	302,76	17	3,34	39,89			
	Terra		CMC	Jus	840,836			17	3,34	39,89			
CPC21 - CPC22	12,00	8,508	1000	Mont	840,836	377,07	377,07	15	4,74	82,63			
	Terra		CMC	Jus	839,815			15	4,74	82,63			
CPC22 - CPC29	16,00	9,657	1000	Mont	839,815	377,07	377,07	15	4,95	91,10			
	Terra		CMC	Jus	838,270			15	4,95	91,10			
CPC29 - ALAC	13,00	7,461	1000	Mont	838,270	449,19	449,19	17	4,77	80,64			
	Terra		CMC	Jus	837,300			17	4,77	80,64			
CPC23 - CPC27	8,00	0,344	300	Mont	840,177	2,76	2,76	15	0,41	0,96			
	Terra		CMC	Jus	840,149			15	0,41	0,96			
CPC27 - CPC28	5,00	1,869	600	Mont	839,849	72,12	72,12	19	1,81	13,40			
	Terra		CMC	Jus	839,756			19	1,81	13,40			
CPC24 - CPC25	5,00	0,200	600	Mont	842,761	63,81	63,81	32	0,79	2,21			
	Terra		CMC	Jus	842,751			32	0,79	2,21			
CPC25 - CPC26	11,00	0,200	600	Mont	842,751	69,36	69,36	34	0,81	2,28			
	Terra		CMC	Jus	842,729			34	0,81	2,28			
CPC26 - CPC27	89,00	2,994	600	Mont	842,729	69,36	69,36	17	2,12	18,97			
	Terra		CMC	Jus	840,064			17	2,12	18,97			
14 - CPC23	13,00	2,362	300	Mont	840,484	2,76	2,76	9	0,81	4,24			
	Terra		CMC	Jus	840,177			9	0,81	4,24			
15 - CPC5	100,00	0,200	600	Mont	852,700	48,27	48,27	28	0,73	1,96			
	Terra		CMC	Jus	852,500			28	0,73	1,96			

16-05-2022
Fl.2

ÓRGÃOS ACESSÓRIOS MONTANTE

TIPO ----COTAS----- PROF.

TERRENO FUNDO

(m) (m)

CP 842,623 841,923 0,700

CP 842,785 841,887 0,898

CP 843,100 841,829 1,271

CP 842,956 841,745 1,211

CP 841,536 840,836 0,700

CP 840,515 839,815 0,700

CP 838,970 838,270 0,700

CP 840,177 840,177 0,000

CP 840,364 839,849 0,515

CP 843,061 842,761 0,300

CP 843,184 842,751 0,433

CP 843,293 842,729 0,564

CP 840,484 840,484 0,000

CP 853,000 852,700 0,300



PLANILHA DE CÁLCULO - BACIA C											
SAAE - SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO											
DRENAGEM PLUVIAL - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS - TRÊS PONTAS - MG											
T R E C H O S											
TRECHO	COMPR.	DECLIV.	DIAM.	COTA COLETOR	QUEDA JUS.	----	VAZÃO	CONC.	JUS.	DÁGUA	TRATATIVA
	(m)	(%)	(mm)	(m)	(m)		(L/s)	(L/s)	(%)	(m/s)	(Pa)
CPC5 - CPC6	5,00	35,720	600	Mont 852,500	Inic 8,96	57,23	8	4,75	118,59		
	Terra		CMC	Jus 850,714	Final 8,96	57,23	8	4,75	118,59		
CPC28 - CPC29	19,00	5,716	600	Mont 839,756	Inic	72,12	15	2,69	31,97		
	Terra		CMC	Jus 838,670	0,40 Final	72,12	15	2,69	31,97		
ALAC (lançamento)				Inic.	449,19						
				Final	449,19						

16-05-2022											
Fl.3											

ÓRGÃOS ACESSÓRIOS MONTANTE											

TIPO	----	COTAS	----	PROF.							
		TERRENO		FUNDO	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)

CP	853,000	852,500	0,500								

CP	840,056	839,756	0,300								

CP	838,000	837,300	0,700								

4.6 URBANIZAÇÃO

O projeto de urbanização da área da Estação de Tratamento de Esgotos Três Pontas teve como premissa básica a manutenção das características de permeabilidade da área ocupada. O revestimento do piso da área de manobra de veículos será executado com pavimentação asfáltica. Para a atribuição de uma estética mais agradável à unidade, o projeto de paisagismo da área previu o plantio das espécies apresentadas no Quadro 4.12.

ESPÉCIES SELECIONADAS PARA O PROJETO PAISAGÍSTICO

ITEM	NOME CIENTÍFICO/ VULGAR	TIPO	QUANT.	ESPAÇAMENTO ENTRE MUDAS
	<i>Tibouchina granulosa</i> /Quaresmeira	árvore	4 mudas	onde indicado
	<i>Mimosa caesia</i> /piniaefolia/Sansão do campo	cerca viva	1741 mudas	30 em 30 cent.
	Árvores nativas da região		16 mudas	
	<i>Duranta repens</i> "Aurea"/Fingo de ouro	arbusto	175 mudas	30 em 30 cent.
	<i>Tibouchina granulosa</i> /Quaresmeira rosa	arbusto	22 mudas	1 em 1m
	<i>Tabebuia impetiginosa</i> /Ipê roxo	arbusto	3 mudas	onde indicado
	<i>Tibouchina granulosa</i> /Quaresmeira roxa	arbusto	17 mudas	onde indicado
	<i>Tabebuia serratifolia</i> /Ipê amarelo	arbusto	4 mudas	onde indicado
	<i>chrysalidocarpus lutescens</i> /Areca bambu	arbusto	9 mudas	onde indicado
	<i>Bougainvillea glabra</i> /Roseiro	arbusto	3 mudas	onde indicado
	<i>Rhododendron</i> sinsi/Azulêla	arbusto	13 mudas	onde indicado
	<i>syacens nomato riana</i> (jenivá-licuri)/Palmeira	arbusto	24 mudas	onde indicado

Quadro 4.12. Espécies selecionadas para o Projeto Paisagístico

O quadro 4.13 mostra a quantidade dos materiais sugeridos para urbanização da área da ETE Três Pontas.

PROJETO URBANÍSTICO

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UNID.	QUANT.
	LAMA ASFÁLTICA	m ²	7440
	MEIO FIO TIPO RETO 80x45x11	m	1915
	ÁREA PARA PISO DE PASSEIO EM CONCRETO MAGRO	m ²	970,00
	CERCA DE PROTEÇÃO EM MOURÕES DE CONCRETO	m	1250
	GRAMA TIPO "ESMERALDA"	m ²	12500
	PASSEIO CIMENTADO C/ REVESTIMENTO DE ARGAMASSA CIMENTO E AREIA 1:3, 1:3 SOBRE BASE DE CONCRETO	m	1250
	LONA PEAD	m	44620
	PASSEIO	m	2707

Quadro 4.13. Quantidade de Materiais da Urbanização da Área da ETE Três Pontas

4.7 INTERLIGAÇÃO

4.7.1 Parâmetros e critérios para dimensionamento de redes e interceptores

Os critérios e parâmetros utilizados para o dimensionamento de redes coletoras e do sistema de interceptação foram definidos com base nas normas da ABNT (NBR-9649/86 – Projeto de Redes Coletoras de Esgoto Sanitário; NBR-14486/00 – Sistemas Enterrados para Condução de Esgoto Sanitário – Projeto de Redes Coletoras com Tubos de PVC; NBR-12207/92 – Projeto de Interceptores de Esgoto Sanitário).

As redes e os interceptores serão dimensionados para fim de plano, e verificados para início de plano.

Os principais parâmetros e critérios de projeto utilizados no dimensionamento são:

- Vazão de dimensionamento para início de plano

De acordo com a Norma NBR 9.649/1986, a vazão de início de plano será a vazão doméstica, multiplicada pelo coeficiente da hora de maior consumo ($K_2 = 1,5$) e acrescida da vazão de infiltração.

- Vazão de dimensionamento para final de plano

De acordo com a Norma NBR 9.649/1986, a vazão de final de plano será a

vazão doméstica, multiplicada pelos coeficientes do dia e da hora de maior consumo ($K_1 = 1,2$ e $K_2 = 1,5$) e acrescida da vazão de infiltração.

- Vazão mínima de dimensionamento..... 1,5 l/s
- Coeficiente de Manning
 - Para tubos de PVC 0,010
 - Para tubos de Concreto 0,014
 - Para tubos nos demais materiais 0,013
- Diâmetro mínimo 150 mm
- Recobrimento mínimo da tubulação a ser assentada na rua..... 0,90 m
- Lâmina d'água máxima para vazão máxima de fim de plano
 - Velocidade inferior à velocidade crítica..... 75%
 - Velocidade superior à velocidade crítica..... 50%
- Velocidade máxima na tubulação 5,0 m/s
- Material
 - Diâmetros de 150 mm a 400 mm serão em PVC rígido ocre, junta elástica, ponta e bolsa, conforme ABNT 7362 e anel de borracha conforme NBR-9063 da ABNT;
 - Diâmetros superiores a 400 mm serão em concreto armado centrifugado, junta elástica, ponta e bolsa, conforme NBR-8890 da ABNT.
- Declividade
 - Para redes / interceptores em tubos de PVC, a declividade mínima admissível, determinada a partir da vazão inicial e coeficiente de Manning igual a 0,010, será aquela necessária para garantir tensão trativa média de 0,6 Pa.
 - Para redes coletoras em materiais diferentes de PVC, a declividade mínima admissível, determinada a partir da vazão inicial e coeficiente de Manning igual a 0,013, será aquela necessária para garantir tensão trativa média de 1,0 Pa.
 - Para interceptores em materiais diferentes de PVC, a declividade mínima admissível, determinada a partir da vazão inicial e coeficiente de Manning igual a 0,013, será aquela necessária para garantir tensão trativa média de 1,5 Pa.
- Degrau e tubo de queda

- Sempre que o desnível entre a tubulação de chegada ao poço de visita e a de saída for superior a 0,50 m, será previsto um tubo de queda. Em desníveis de até 0,50 m haverá apenas um degrau.
- Controle de remanso
 - A cota de fundo na saída de um poço deve ser fixada para as vazões finais de dimensionamento, de modo a garantir no interior do mesmo, um nível d'água mais baixo do que o de qualquer tubulação de entrada.
- Posições obrigatórias para os poços de visita
 - Serão previstos poços de visita sempre que houver mudança na direção dos coletores, na declividade da linha, no diâmetro das tubulações, no material dos tubos ou quando houver descontinuidade vertical.
- Distância entre poços de visita:
 - 80m nas tubulações com $\phi \leq 375$ mm;
 - 100m nas tubulações com $400 \leq \phi < 600$ mm;
 - 120m nas tubulações com $\phi > 600$ mm.
- Tipos de poços de visita
 - Nos trechos cujas profundidades forem superiores a 2,50 m ou cujos diâmetros forem maiores que 300 mm e menores ou iguais a 1.000 mm, serão utilizados poços de visita com diâmetro de 1,00 m e chaminé de 60 cm;
 - Nos trechos cujas profundidades forem inferiores ou iguais a 2,50 m e cujos diâmetros forem menores ou iguais a 300 mm, serão utilizados poços de visita com diâmetro de 60 cm.
- Ponta seca
 - Serão instalados no início de rede onde não for prevista a implantação de um novo trecho de montante.
- Rede coletora auxiliar
- Sempre que a profundidade da rede coletora exceder a 4,50 m será prevista a implantação de rede coletora auxiliar, posicionada na rua, no trecho mais desfavorável.

SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO
DISCRIMINAÇÃO: INTERLIGAÇÃO TP / CDV
LOCAL: TRÊS PONTAS

.Cotas Piezométricas

..Dinâmica Mínima (m) :	851,40
..Vazão (l/s):	154,83
..Diâmetro (mm) :	500
..Velocidade (m/s) :	0,79
..Coeficiente de rugosidade :	110
..Perda de carga unitária (m/m)	
$h_u = 10,643 \times Q^{1,85} \times C^{-1,85} \times D^{-4,87}$	
... hu :	0,0017
..Extensão (m) :	24,00
..Perda de carga (m) :	0,04
..Perda de carga localizada (m)	
Peças:	Quant. K total
Saída de Canalização.....	1 1,00
Curva 45°.....	0 0,40
Entrada de Canalização.....	1 0,50
Total	1,90
..Perda de carga (m) :	0,06
..Pressões Disponível	
.. N.A CDV01 (m) :	851,28
.. Pressão disponível (m) :	0,02

SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO
DISCRIMINAÇÃO: INTERLIGAÇÃO CDV / UASB
LOCAL: TRES PONTAS

.Cotas Piezométricas

..Dinâmica Mínima (m) :	850,95
..Vazão (l/s):	51,61
..Diâmetro (mm) :	300
..Velocidade (m/s) :	0,73
..Coeficiente de rugosidade :	110
..Perda de carga unitária (m/m)	
$h_u = 10,643 \times Q^{1,85} \times C^{-1,85} \times D^{-4,87}$	
... hu :	0,0026
..Extensão (m) :	44,00
..Perda de carga (m) :	0,11
..Perda de carga localizada (m)	
Peças:	Quant. K total
Saída de Canalização.....	1 1,00
Curva 90°.....	1 1,20
Tê saída lateral	0 1,30
Entrada de Canalização.....	1 0,50
Total	4,00
..Perda de carga (m) :	0,11
..Pressões Disponível	
.. N.A UASB (m) :	850,73
.. Pressão disponível (m) :	0,00

INTERLIGAÇÃO - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS - TRÊS PONTAS - MG

Fl.1

T R E C H O S													ÓRGÃOS ACESSÓRIOS MONTANTE			
TRECHO	COMPR.	DECLIV.	DIAM.		COTA	QUEDA	----VAZÃO----			LAM.	VELOC.	TENSÃO	TIPO	----COTAS-----		PROF.
	(m)	(%)	(mm)	COLETOR	JUS.	CONC.	JUS.	DÁGUA	TRATIVA	(m/s)	(Pa)	TERRENO	FUNDO	(m)	(m)	(m)
CP-01 - PV-01	8,00	4,650	150	Mont	848,250	Inic	1,00	1,00	12	1,13	5,59	PV	849,000	848,250	0,750	
		Terra		PVC	Jus	847,878	0,30	Final	1,50	1,50	12	5,59				
PV-01 - PV-02	37,00	3,449	150	Mont	847,578	Inic		1,00	13	1,02	4,43	PV	848,628	847,578	1,050	
		Terra		PVC	Jus	846,302		Final	1,50	13	1,02	4,43				
PV-02 - PV-04	12,00	3,108	150	Mont	846,302	Inic		1,00	14	0,98	4,09	PV	847,352	846,302	1,050	
		Terra		PVC	Jus	845,929	0,19	Final	1,50	14	0,98	4,09				
PV-04 - PV-31	35,00	2,063	150	Mont	845,743	Inic		2,50	20	0,99	3,74	PV	846,979	845,743	1,236	
		Terra		PVC	Jus	845,021	2,19	Final	3,00	21	1,04	4,05				
PV-31 - PV-32	43,00	0,500	150	Mont	842,830	Inic		2,50	28	0,60	1,23	PV	846,071	842,830	3,241	
		Terra		PVC	Jus	842,615		Final	3,00	31	0,63	1,33				
PV-32 - PV-33	45,00	0,500	150	Mont	842,615	Inic		4,00	36	0,68	1,50	PV	845,253	842,615	2,638	
		Terra		PVC	Jus	842,390		Final	4,50	38	0,71	1,58				
PV-33 - PV-34	45,00	0,500	150	Mont	842,390	Inic		4,00	36	0,68	1,50	PV	844,736	842,390	2,346	
		Terra		PVC	Jus	842,165		Final	4,50	38	0,71	1,58				
PV-34 - PV-35	46,00	1,298	150	Mont	842,165	Inic		5,50	33	1,05	3,65	PV	844,252	842,165	2,087	
		Terra		PVC	Jus	841,568		Final	6,00	35	1,08	3,78				
PV-35 - PV-36	39,00	2,777	150	Mont	841,568	Inic		5,50	27	1,38	6,64	PV	842,618	841,568	1,050	
		Terra		PVC	Jus	840,485		Final	6,00	28	1,42	6,90				
PV-36 - INT	16,00	0,500	150	Mont	840,485	Inic		5,50	43	0,74	1,71	PV	841,535	840,485	1,050	
		Terra		PVC	Jus	840,405		Final	6,00	45	0,76	1,77				
CP-02 - CP-03	2,00	0,519	150	Mont	847,250	Inic		0,00	21	0,52	1,02	PV	848,000	847,250	0,750	
		Terra		PVC	Jus	847,240		Final	0,00	21	0,52	1,02				
CP-03 - CP-04	5,00	0,519	150	Mont	847,240	Inic		0,00	21	0,52	1,02	PV	848,000	847,240	0,760	
		Terra		PVC	Jus	847,214		Final	0,00	21	0,52	1,02				
CP-04 - PV-02	29,00	2,109	150	Mont	847,214	Inic		0,00	15	0,86	3,02	PV	848,000	847,214	0,786	
		Terra		PVC	Jus	846,602	0,30	Final	0,00	15	0,86	3,02				
CP-05 - CP-06	6,00	0,518	150	Mont	846,250	Inic	1,50	1,50	21	0,52	1,01	PV	847,000	846,250	0,750	
		Terra		PVC	Jus	846,219		Final	1,50	21	0,52	1,01				



PLANILHA DE CÁLCULO SAAE - SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO
INTERLIGAÇÃO - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS - TRÊS PONTAS - MG

21-03-2022
Fl.2

T R E C H O S														ÓRGÃOS ACESSÓRIOS MONTANTE		
TRECHO	COMPR.	DECLIV.	DIAM.	COTA	QUEDA	----	VAZÃO----	LAM.	VELOC.	TENSÃO	TIPO	----	COTAS-----	PROF.		
	(m)	(%)	COLETOR (mm)	JUS. (m)	CONC. (m)	JUS. (l/s)	DÁGUA (l/s)	TRATIVA (%)	(m/s)	TERRENO (Pa)	FUNDO (m)	(m)	(m)			
CP-06 - CP-07	6,00	0,518	150	Mont	846,219	Inic		1,50	21	0,52	1,01	PV	847,000	846,219	0,781	
		Terra		PVC	Jus	846,188	Final			1,50	21	1,01				
CP-07 - PV-03	12,00	0,732	150	Mont	846,188	Inic		1,50	20	0,59	1,33	PV	847,000	846,188	0,812	
		Terra		PVC	Jus	846,100	0,30 Final			1,50	20	1,33				
PV-03 - PV-04	11,00	0,518	150	Mont	845,800	Inic		1,50	21	0,52	1,02	PV	846,850	845,800	1,050	
		Terra		PVC	Jus	845,743	Final			1,50	21	1,02				
TP - PV-37	2,00	39,502	500	Mont	852,390	Inic	53,15	53,15	9	5,23	124,68	PV	853,000	852,390	0,610	
		Terra		FoFo	Jus	851,600	Final	154,86	154,86	16	7,20	201,21				
PV-37 - PV-38	29,00	2,028	500	Mont	851,600	Inic		53,15	19	1,96	11,96	PV	853,000	851,600	1,400	
		Terra		PEAD	Jus	851,012	Final			154,86	33	19,00				
PV-38 - PV-39	80,00	6,673	500	Mont	851,012	Inic		53,15	14	2,98	30,18	PV	852,412	851,012	1,400	
		Terra		PEAD	Jus	845,674	Final			154,86	24	48,49				
PV-39 - PV-40	57,00	1,439	500	Mont	845,674	Inic		53,15	21	1,74	9,16	PV	847,074	845,674	1,400	
		Terra		PEAD	Jus	844,854	Final			154,86	36	14,48				
PV-40 - PV-41	80,00	1,801	500	Mont	844,854	Inic		53,15	20	1,88	10,92	PV	846,254	844,854	1,400	
		Terra		PEAD	Jus	843,413	Final			154,86	34	17,30				
PV-41 - PV-42	80,00	1,561	500	Mont	843,413	Inic		53,15	20	1,79	9,76	PV	844,813	843,413	1,400	
		Terra		PEAD	Jus	842,164	Final			154,86	36	15,44				
PV-42 - PV-43	61,00	3,502	500	Mont	842,164	Inic		53,15	17	2,38	18,29	PV	843,564	842,164	1,400	
		Terra		PEAD	Jus	840,028	Final			154,86	29	29,24				
PV-43 - EM-01	23,00	0,500	500	Mont	840,028	Inic		53,15	27	1,19	4,01	PV	841,428	840,028	1,400	
		Terra		PEAD	Jus	839,913	Final			154,86	49	6,20				
DESJ - EM-01	15,05	0,500	500	Mont	840,100	Inic	53,15	53,15	27	1,19	4,01	PV	841,500	840,100	1,400	
		Terra		PEAD	Jus	840,025	0,11 Final	154,86	154,86	49	1,60	6,21				
EM-01 - EM-02	28,00	6,686	500	Mont	839,913	Inic		106,30	20	3,67	41,17	PV	841,500	839,913	1,587	
		Terra		PEAD	Jus	838,041	Final			309,72	35	65,20				
EM-02 - ALA	36,00	1,225	500	Mont	838,041	Inic		106,30	31	2,00	10,89	PV	839,441	838,041	1,400	



Terra PEAD Jus 837,600 Final 309,72 57 2,66 16,61

PLANILHA DE CÁLCULO SAAE - SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO
INTERLIGAÇÃO - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS - TRÊS PONTAS - MG

21-03-2022

Fl.3

T R E C H O S														ÓRGÃOS ACESSÓRIOS				MONTANTE	
TRECHO	COMPR.	DECLIV.	DIAM.		COTA	QUEDA	----	VAZÃO----	LAM.	VELOC.	TENSÃO	TIPO	----	COTAS----	PROF.				
(m)	(%)	(mm)	COLETOR	JUS.	(m)	CONC.	JUS.	DÁGUA	TRATIVA	TERRENO	FUNDO	(m)	(m)	(m)					
(m)	(%)	(mm)	COLETOR	JUS.	(m)	CONC.	JUS.	DÁGUA	TRATIVA	TERRENO	FUNDO	(m)	(m)	(m)					
PV-28 - PV-29	25,00	0,518	150	Mont	843,571		Inic		0,00	21	0,52	1,02	PV	845,321	843,571	1,750			
		Terra		PVC	Jus	843,441		Final		0,00	21	0,52	1,02						
PV-29 - PV-30	59,00	0,518	150	Mont	843,441		Inic		0,00	21	0,52	1,02	PV	845,993	843,441	2,552			
		Terra		PVC	Jus	843,136		Final		0,00	21	0,52	1,02						
PV-30 - PV-31	59,00	0,518	150	Mont	843,136		Inic		0,00	21	0,52	1,02	PV	846,509	843,136	3,373			
		Terra		PVC	Jus	842,830		Final		0,00	21	0,52	1,02						
VER-1 - PV-56	5,00	0,500	200	Mont	843,700		Inic	8,86	8,86	37	0,83	2,03	PV	845,100	843,700	1,400			
		Terra		PVC	Jus	843,675		Final	25,81	25,81	71	1,08	2,98						
PV-56 - PV-57	35,00	0,500	200	Mont	843,675		Inic		8,86	37	0,83	2,03	PV	844,831	843,675	1,156			
		Terra		PVC	Jus	843,500	0,10	Final		25,81	71	1,08	2,98						
PV-57 - PV-58	79,00	0,500	300	Mont	843,400		Inic		17,72	30	0,98	2,58	PV	844,842	843,400	1,442			
		Terra		PVC	Jus	843,005		Final		51,62	54	1,30	3,96						
PV-58 - PV-59	35,00	0,500	300	Mont	843,005		Inic		26,58	37	1,10	3,06	PV	845,000	843,005	1,995			
		Terra		PVC	Jus	842,830	0,20	Final		77,43	72	1,42	4,48						
PV-59 - PV-60	24,00	0,500	500	Mont	842,630		Inic		35,44	22	1,06	3,36	PV	845,000	842,630	2,370			
		Terra		PEAD	Jus	842,510		Final		103,24	39	1,44	5,29						
PV-60 - DESM	14,00	17,214	500	Mont	842,510		Inic		35,44	9	3,67	52,21	PV	845,000	842,510	2,490			
		Terra		PEAD	Jus	840,100		Final		103,24	16	5,08	84,97						
PV-61 - PV-62	15,00	0,518	150	Mont	842,550		Inic	1,50	1,50	21	0,52	1,02	PV	845,000	842,550	2,450			
		Terra		PVC	Jus	842,472		Final	1,50	1,50	21	0,52	1,02						
PV-62 - PV-63	15,00	0,518	150	Mont	842,472		Inic		1,50	21	0,52	1,02	PV	845,000	842,472	2,528			
		Terra		PVC	Jus	842,394		Final		1,50	21	0,52	1,02						
PV-63 - PV-64	15,00	0,518	150	Mont	842,394		Inic		1,50	21	0,52	1,02	PV	845,000	842,394	2,606			
		Terra		PVC	Jus	842,317		Final		1,50	21	0,52	1,02						



PV-64 - PV-34	12,00	0,518	150	Mont	842,317	Inic	1,50	21	0,52	1,02	PV	845,000	842,317	2,683
		Terra		PVC	Jus	842,255	0,09	Final	1,50	21	1,02			
PV-65 - PV-66	15,00	0,518	150	Mont	843,300	Inic	1,50	21	0,52	1,02	PV	845,750	843,300	2,450
		Terra		PVC	Jus	843,222		Final	1,50	21	1,02			

PLANILHA DE CÁLCULO

SAAE - SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO

21-03-2022

INTERLIGAÇÃO - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS - TRÊS PONTAS - MG

Fl.4

T R E C H O S

ÓRGÃOS ACESSÓRIOS MONTANTE

TRECHO	COMPR.	DECLIV.	DIAM.	COTA	QUEDA	----	VAZÃO----	LAM.	VELOC.	TENSÃO	TIPO	----	COTAS----	PROF.
	(m)	(%)	COLETOR	JUS.	CONC.	JUS.	DÁGUA	TRATIVA	TERRENO	FUNDO		(m)	(m)	
PV-66 - PV-67	15,00	0,518	150	Mont	843,222	Inic	1,50	21	0,52	1,02	PV	845,750	843,222	2,528
		Terra		PVC	Jus	843,144		Final	1,50	21	1,02			
PV-67 - PV-68	15,00	0,518	150	Mont	843,144	Inic	1,50	21	0,52	1,02	PV	845,750	843,144	2,606
		Terra		PVC	Jus	843,067		Final	1,50	21	1,02			
PV-68 - PV-32	12,00	0,518	150	Mont	843,067	Inic	1,50	21	0,52	1,02	PV	845,750	843,067	2,683
		Terra		PVC	Jus	843,005	0,39	Final	1,50	21	1,02			
VER-3 - PV-58	5,00	0,500	200	Mont	843,700	Inic	8,86	37	0,83	2,03	PV	845,100	843,700	1,400
		Terra		PVC	Jus	843,675	0,67	Final	25,81	71	2,98			
VER-4 - PV-59	5,00	0,500	200	Mont	843,700	Inic	8,86	37	0,83	2,03	PV	845,100	843,700	1,400
		Terra		PVC	Jus	843,675	1,04	Final	25,81	71	2,98			
VER-2 - PV-57	5,00	0,500	200	Mont	843,700	Inic	8,86	37	0,83	2,03	PV	845,100	843,700	1,400
		Terra		PVC	Jus	843,675	0,27	Final	25,81	71	2,98			
INT (lançamento)						Inic.	5,50				PV	841,500	840,405	1,095
						Final	6,00							
ALA (lançamento)						Inic.	106,30				PV	839,000	837,600	1,400
						Final	309,72							
DESM (lançamento)						Inic.	35,44				PV	841,500	840,100	1,400
						Final	103,24							

Obs: Trechos com vazão inferior a 1,5 l/s são calculados com vazão = 1,5 l/s



PLANILHA DE CÁLCULO SAAE - SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO
INTERLIGAÇÃO - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS - TRÊS PONTAS - MG

21-03-2022
Fl.1

T R E C H O S													ÓRGÃOS ACESSÓRIOS MONTANTE		
TRECHO	COMPR.	DECLIV.	DIAM.	COTA	QUEDA	----	VAZÃO----	LAM.	VELOC.	TENSÃO	TIPO	----	COTAS----	PROF.	
	(m)	(%)	COLETOR (mm)	JUS. (m)	CONC. (m)	JUS. (l/s)	DÁGUA (l/s)	TRATIVA (%)	TERRENO (m/s)	FUNDO (Pa)		(m)	(m)		
PV-44 - PV-45	30,00	0,500	300	Mont	845,947	Inic	17,71	17,71	30	0,98	2,58	PV	846,847	845,947	0,900
		Terra		PVC	Jus	845,797	0,05	Final	51,62	51,62	54	3,96			
PV-45 - PV-46	27,00	0,500	350	Mont	845,747	Inic	17,71	35,42	35	1,18	3,39	PV	846,817	845,747	1,070
		Terra		PVC	Jus	845,612	0,15	Final	51,62	103,24	65	5,07			
PV-46 - PV-47	8,00	0,500	500	Mont	845,462	Inic	17,71	53,13	27	1,19	4,00	PV	846,790	845,462	1,328
		Terra		PEAD	Jus	845,422		Final	51,62	154,86	49	6,20			
PV-47 - PV-48	29,00	0,500	500	Mont	845,422	Inic		53,13	27	1,19	4,01	PV	847,000	845,422	1,578
		Terra		PEAD	Jus	845,277		Final		154,86	49	6,21			
PV-48 - CDV1	28,00	0,500	500	Mont	845,277	Inic		53,13	27	1,19	4,01	PV	847,500	845,277	2,223
		Terra		PEAD	Jus	845,137		Final		154,86	49	6,21			
CDV1.1- PV-49	67,00	0,500	400	Mont	845,000	Inic	26,58	26,58	25	1,07	2,95	PV	846,500	845,000	1,500
		Terra		PVC	Jus	844,665		Final	77,43	77,43	44	4,61			
PV-49 - CDV2	3,00	0,500	400	Mont	844,665	Inic		26,58	25	1,07	2,95	PV	845,500	844,665	0,835
		Terra		PVC	Jus	844,650		Final		77,43	44	4,61			
CDV2.1- PV-50	25,00	0,500	250	Mont	844,600	Inic	8,86	8,86	29	0,72	2,13	PV	845,500	844,600	0,900
		Terra		FoFo	Jus	844,475		Final	25,81	25,81	53	3,27			
PV-50 - LAG1	65,00	3,346	250	Mont	844,475	Inic		8,86	18	1,41	9,42	PV	845,500	844,475	1,025
		Terra		FoFo	Jus	842,300		Final		25,81	31	14,98			
PV-53 - LAG4	65,00	3,500	250	Mont	844,575	Inic		8,86	18	1,43	9,75	PV	846,500	844,575	1,925
		Terra		FoFo	Jus	842,300		Final		25,81	31	15,52			
PV-51 - LAG3	65,00	3,354	250	Mont	844,480	Inic		8,86	18	1,41	9,43	PV	845,500	844,480	1,020
		Terra		FoFo	Jus	842,300		Final		25,81	31	15,01			
CDV2.2- LAG2	66,00	3,485	250	Mont	844,600	Inic	8,86	8,86	18	1,43	9,72	PV	845,500	844,600	0,900
		Terra		FoFo	Jus	842,300		Final	25,81	25,81	31	15,46			
CDV2.3- PV-51	24,00	0,500	250	Mont	844,600	Inic	8,86	8,86	27	0,82	1,97	PV	845,500	844,600	0,900
		Terra		PVC	Jus	844,480		Final	25,81	25,81	48	3,06			
PV-54 - LAG6	65,00	3,508	250	Mont	844,580	Inic		8,86	18	1,43	9,77	PV	846,500	844,580	1,920



Terra FoFo Jus 842,300 Final 25,81 31 1,95 15,55

PLANILHA DE CÁLCULO SAAE - SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO 21-03-2022
INTERLIGAÇÃO - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS - TRÊS PONTAS - MG Fl.2
T R E C H O S ÓRGÃOS ACESSÓRIOS MONTANTE

TRECHO	COMPR.	DECLIV.	DIAM.	COTA	QUEDA	-----VAZÃO-----	LAM.	VELOC.	TENSÃO	TIPO	-----COTAS-----	PROF.
	(m)	(%)	COLETOR (mm)	JUS. (m)	CONC. (m)	JUS. (l/s)	DÁGUA (l/s)	TRATIVA (%)	TERRENO (m/s)	FUNDO (Pa)	(m)	(m)
PV-52 - CDV3	4,00	0,500	400	Mont	844,770	Inic	26,00	24	1,07	2,92	PV	846,500
		Terra		PVC	Jus	844,750	Final	77,43	44	1,44		844,770
												1,730
CDV3.1- PV-53	25,00	0,500	250	Mont	844,700	Inic	8,86	8,86	27	0,82	PV	846,500
		Terra		PVC	Jus	844,575	Final	25,81	25,81	48		844,700
												1,800
CDV3.2- LAG5	65,00	3,692	250	Mont	844,700	Inic	8,86	8,86	18	1,46	PV	846,500
		Terra		FoFo	Jus	842,300	Final	25,81	25,81	30		844,700
												1,800
CDV3.3- PV-54	24,00	0,500	250	Mont	844,700	Inic	8,86	8,86	29	0,72	PV	846,500
		Terra		FoFo	Jus	844,580	Final	25,81	25,81	53		844,700
												1,800
CDV1.2- PV-52	46,00	0,500	400	Mont	845,000	Inic	26,00	26,00	24	1,06	PV	846,500
		Terra		PVC	Jus	844,770	Final	77,43	77,43	44		845,000
												1,500
CDV1 (lançamento)						Inic.	53,13				PV	846,500
						Final	154,86					845,137
CDV2 (lançamento)						Inic.	26,58				PV	845,500
						Final	77,43					844,650
												0,850
LAG1 (lançamento)						Inic.	8,86				PV	841,800
						Final	25,81					842,300
												-0,500
LAG4 (lançamento)						Inic.	8,86				PV	841,800
						Final	25,81					842,300
												-0,500
LAG3 (lançamento)						Inic.	8,86				PV	841,800
						Final	25,81					842,300
												-0,500
LAG2 (lançamento)						Inic.	8,86				PV	841,800
						Final	25,81					842,300
												-0,500
LAG6 (lançamento)						Inic.	8,86				PV	841,800
						Final	25,81					842,300
												-0,500
CDV3 (lançamento)						Inic.	26,00				PV	846,500
						Final	77,43					844,750
												1,750

Rua dos Pampas, 434 - Prado - Belo Horizonte / MG – CEP 30.411-030.
E-mail: despro@desproprojetos.com.br – site: www.desproprojetos.com.br
Telefax: (31) 3213-8049



LAG5 (lançamento)

Inic. 8,86
Final 25,81

PV 841,800 842,300 -0,500

SAAE – SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO



TRÊS PONTAS - MG

VOLUME V - PROJETO BÁSICO SES – ETE

TOMO II - DESENHOS DO PROJETO BÁSICO

FEVEREIRO / 2022

ALBERTO OLIVEIRA
CHAVES:31457282615

Assinado de forma digital por
ALBERTO OLIVEIRA

CHAVES:31457282615

Dados: 2022.12.02 10:04:19 -03'00'

Rua dos Pampas, 434 - Prado - Belo Horizonte / MG – CEP 30.411-030.
E-mail: despro@desproprojetos.com.br – site: www.desproprojetos.com.br
Telefax: (31) 3213-8049

ÍNDICE

APRESENTAÇÃO	4
1. INTRODUÇÃO	6
1.1 NORMAS UTILIZADAS.....	7
2. OBJETIVO DO ESTUDO.....	9
3. DESENHOS.....	11

APRESENTAÇÃO



APRESENTAÇÃO

A DESPRO – Desenvolvimento de Projetos e Consultoria Ltda., apresenta neste trabalho o Projeto Básico e Executivo do Sistema de tratamento referente ao Esgotamento Sanitário da cidade de Três Pontas - MG.

ÓRGÃO RESPONSÁVEL PELO EMPREENDIMENTO

RAZÃO SOCIAL

Sistema Autônomo de Água e Esgoto de Três Pontas

CNPJ 25.269.069/0001-46

ENDEREÇO

Av. Ipiranga 981, Centro

CEP.: 37190-000

Três Pontas – MG

Tel.: (35) 3265-2374

EMPRESA PROJETISTA

DESPRO – DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS E CONSULTORIA LTDA

Rua dos Pampas, nº 434 - Bairro Prado - Belo Horizonte/ MG - CEP: 30.411-030 -
Telefax: (31) 3213-8049

Email: despro@desproprojetos.com.br

Responsável Técnico: Alberto Oliveira Chaves – CREA MG 68.765/D

Contrato de Prestação de Serviço: CT 058/2021

Site: www.desproprojetos.com.br

EQUIPE TÉCNICA:

Alberto Oliveira Chaves	Eng.º civil e sanitarista
Jairo Batista de Oliveira	Eng.º civil e sanitarista
Renato Eustáquio França	Eng.º civil
Joana de Paula Taliberti	Engª civil
Rosangela Vieira	Projetista

Rua dos Pampas, 434 - Prado - Belo Horizonte / MG – CEP 30.411-030.
E-mail: despro@desproprojetos.com.br – site: www.desproprojetos.com.br
Telefax: (31) 3213-8049

1. INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

O **PROJETO BÁSICO E EXECUTIVO** objetivando a Implantação do Sistema de Tratamento de Esgoto de Três Pontas, compreendendo a complementação do Interceptor Araras e Estação de Tratamento em atenção ao contrato nº **058/2021**, firmado entre a **DESPRO – Desenvolvimento de Projetos e Consultoria Ltda.**, e **SAAE – Sistema Autônomo Água e Esgoto e Saneamento de Três Pontas / MG**.

O presente trabalho constitui a elaboração do Sistema de Tratamento de Esgoto de Três Pontas, assim estruturado:

VOLUME I - LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS E CADASTRO E AVALIAÇÃO

TOMO I – LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS – DESENHOS

TOMO II – DESCRIÇÕES TOPOGRÁFICAS

VOLUME II - LEVANTAMENTOS E ESTUDOS GEOTÉCNICOS

VOLUME III – ESTUDOS PRELIMINARES AO PROJETO – RELATÓRIO DE DIRETRIZES

VOLUME IV - PROJETO BÁSICO GERAL DO SISTEMA INTERCEPTOR

TOMO I - MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA E MEMÓRIA DE CÁLCULOS E
DESENHOS DO PROJETO BÁSICO

VOLUME V - PROJETO BÁSICO SES – ETE

TOMO I - MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA E MEMÓRIA DE CÁLCULOS

TOMO II - DESENHOS DO PROJETO BÁSICO

VOLUME VI - PROJETO BÁSICO SES – ETE UNIDADES

TOMO I - MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA E MEMÓRIA DE CÁLCULOS

TOMO II - DESENHOS DO PROJETO BÁSICO

VOLUME VII - PROJETO EXECUTIVO – PROJETO ELETRICO

Rua dos Pampas, 434 - Prado - Belo Horizonte / MG – CEP 30.411-030.
E-mail: despro@desproprojetos.com.br – site: www.desproprojetos.com.br
Telefax: (31) 3213-8049



TOMO I - MEMÓRIA DESCRITIVA E MEMÓRIAS DE CÁLCULOS

TOMO II - DESENHOS

VOLUME VIII - PROJETO EXECUTIVO – PROJETO ESTRUTURAL

TOMO I - MEMÓRIA DE CÁLCULO

VOLUME IX - ORÇAMENTO

1.1 NORMAS UTILIZADAS

Para elaboração do presente trabalho, foram observadas as seguintes normas e diretrizes:

- Normas técnicas da ABNT, entre outras;
- NBR-12.207 – (Projeto de interceptores de esgotos sanitários);
- NBR-14.486 – (Sistemas enterrados para condução de esgotos);
- Procedimentos, Normas e padrões adotados pelo SAAE;

2. OBJETIVO DO ESTUDO

2. OBJETIVO DO ESTUDO

O presente relatório tem como objetivo principal apresentar os desenhos referente a estrutura de implantação da Estação de Tratamento do município.

3. DESENHOS

3. DESENHOS

LAYOUT - PLANTA
TERRAPLENAGEM - PLANTA
TERRAPLENAGEM - SEÇÕES TRANSVERSAIS
TERRAPLENAGEM - SEÇÕES TRANSVERSAIS
TERRAPLENANAGEM - SEÇÕES LONGITUDINAIS
TERRAPLENAGEM SEÇÕES LONGITUDINAIS
GEOMÉTRICO - PLANTA
GEOMÉTRICO - PERFIS
GEOMÉTRICO - PERFIS
SINALIZAÇÃO - PLANTA
SINALIZAÇÃO - DETALHES
LOCAÇÃO - PLANTA
URBANIZAÇÃO - PLANTA
DRENAGEM - BACIAS DE CONTRIBUIÇÃO
DRENAGEM - PLANTA CONSTRUTIVA
DRENAGEM - PERFIS
DRENAGEM - DETALHES BOCAS DE LOBO
DRENAGEM - DETALHES POÇO DE VISITA
DRENAGEM - CAIXAS DE PASSAGEM
DRENAGEM - DETALHES GERAIS
ÁGUA DE SERVIÇO - PLANTA
ÁGUA DE SERVIÇO - DETALHES
ÁGUA DE SERVIÇO - RESERVATÓRIO ELEVADO CAP. 5m ³
INTERLIGAÇÃO - PLANTA GERAL
INTERLIGAÇÃO - CONSTRUTIVA
INTERLIGAÇÃO - CONSTRUTIVA
INTERLIGAÇÃO - PERFIS
INTERLIGAÇÃO - PERFIS
INTERLIGAÇÃO - PERFIS
INTERLIGAÇÃO - PERFIS

SAAE – SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO



TRÊS PONTAS - MG

VOLUME VI – PROJETO BÁSICO SES - ETE UNIDADES

TOMO I – MEMÓRIA DESCRITIVA, JUSTIFICATIVA E DE CÁLCULOS

JUNHO / 2022

**ALBERTO
OLIVEIRA**
CHAVES:314572
82615

Assinado de forma
digital por ALBERTO
OLIVEIRA
CHAVES:31457282615
Dados: 2022.12.02
10:10:00 -03'00'

Rua dos Pampas, 434 - Prado - Belo Horizonte / MG – CEP 30.411-030.
E-mail: despro@desproprojetos.com.br – site: www.desproprojetos.com.br
Telefax: (31) 3213-8049

SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO DE TRÊS PONTAS - MG

SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

ESTAÇÃO DE TRATAMENTO - ETE

CONTRATO: SAAE – 058/2021

RESUMO:

Contratação de serviços técnicos de engenharia para a elaboração de Projeto Básico e Executivo do Sistema de Tratamento de Esgotos da cidade de Três Pontas – MG.

VER	DATA	TIPO	DESCRIÇÃO	POR	VERIFICADO	AUTORIZADO	APROVADO

EMISSIONES

TIPOS	A - PARA APROVAÇÃO	C - ORIGINAL
	B - REVISÃO	D - CÓPIA

EMPRESA PROJETISTA:

DESPRO DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS E CONSULTORIA LTDA

Rua dos Pampas, nº 434, Prado, CEP: 30411-030 – Belo Horizonte/MG.
Tel. (31) 3213-8049 - e-mail: despro@despro.com.br



EQUIPE TÉCNICA:

Alberto Oliveira Chaves	Eng.º civil e sanitaria – Responsável Técnico
Jairo Batista de Oliveira	Eng.º civil e sanitaria – Coordenador do Projeto
Renato França	Eng.º civil
Joana de Paula Taliberti	Eng.ª civil - Orçamentista

VOLUME:

VOLUME VI: TOMO I – MEMORIAL, DESCRITIVO E DE CÁLCULO

REFERÊNCIA:

JUNHO/2022

ÍNDICE

APRESENTAÇÃO	6
SUMÁRIO	7
1. INTRODUÇÃO	9
2. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO	11
3. DESCRIÇÃO DOS SISTEMAS EXISTENTES	14
3.1. DADOS GERAIS	14
3.2. SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	14
3.3. SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	15
4. PARÂMETROS DE PROJETO	18
4.1. PARÂMETROS E CRITÉRIOS GERAIS	18
4.2. ÍNDICE DE ATENDIMENTO	18
4.3. ALCANCE DE PROJETO	18
4.4. ESTUDOS POPULACIONAIS	18
4.5. ESTUDOS DE DEMANDA	19
4.5.1. VAZÃO DE INFILTRAÇÃO	20
4.5.2. CARGA ORGÂNICA DOMÉSTICA (KG/DIA)	20
4.5.3. DE ORIGEM INDUSTRIAL	20
4.5.4. VAZÕES TOTAIS	20
4.6. PARÂMETROS E CRITÉRIOS PARA DIMENSIONAMENTO DE REDES E INTERCEPTORES	21
4.7. PARÂMETROS E CRITÉRIOS PARA DIMENSIONAMENTO DE ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS DE ESGOTOS	24
4.8. PARÂMETROS E CRITÉRIOS PARA DIMENSIONAMENTO DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO	25
5. ESTUDO DE AUTODEPURAÇÃO	27
6. DESCRIÇÃO DO SISTEMA PROJETADO	42
6.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS	42
6.2. ESTAÇÃO DE TRATAMENTO	43
6.2.1 ACESSO, LOCAÇÃO E IMPLANTAÇÃO DA ETE	43
6.2.2. DEFINIÇÃO DOS PLATÔS	43
6.2.3. ESTAÇÃO ELEVATÓRIA FINAL - EEF	44
<i>Cálculo golpe de aríete na linha da EEF</i>	<i>50</i>
6.2.4. TRATAMENTO PRELIMINAR	53

6.2.5. REATOR ANAERÓBIO DE FLUXO ASCENDENTE (RAFA) (UASB)	57
6.2.6. LAGOA FACULTATIVA / POLIMENTO	69
6.2.7. LEITOS DE SECAGEM	73
6.2.8. VALAS DE DISPOSIÇÃO DO SUBPRODUTO DO TRATAMENTO	74
6.2.9. DESINFECÇÃO POR UV.....	77

APRESENTAÇÃO

APRESENTAÇÃO

Apresenta-se a seguir o **Projeto Básico e Executivo do Sistema Esgotamento Sanitário (SES) da cidade de Três Pontas/MG**, compreendendo a complementação de **Interceptor e Estação de Tratamento – ETE**, em atendimento ao Contrato nº **058/2021** - firmado entre a **DESPRO – Desenvolvimento de Projetos e Consultoria Ltda** e o **Serviço Autônomo de Água e Esgoto – SAAE**.

O trabalho ora desenvolvido teve como referência o Estudo de Concepção também elaborado pela DESPRO para o SAAE em março de 2021, onde entre as alternativas avaliadas concluiu-se pela adoção de um processo de tratamento compatível com o corpo receptor que receberá os efluentes pós tratamento

Ressalta-se a importante colaboração dos técnicos do SAAE, que com o conhecimento local contribuíram para a consecução dos objetivos, tanto no que se refere as informações do sistema atual, como nas proposições das obras necessárias.

Para elaboração do presente trabalho, foram observadas as seguintes normas e diretrizes:

- Normas técnicas da ABNT, entre outras;
- NBR-12.207 – (Projeto de interceptores de esgotos sanitários);
- NBR-14.486 – (Sistemas enterrados para condução de esgotos);
- NBR-12.208 – (Projetos de Estações Elevatórias de Esgoto Sanitário);
- NBR-12.209 – (Projeto de Estação de Tratamento de Esgotos Sanitário);
- Procedimentos, Normas e padrões adotados pelo SAAE;
- Normas e padrões adotados pelas Concessionárias de luz e telefonia;
- Recomendações e posturas da SUPRAM.

SUMÁRIO

O conjunto de trabalhos desenvolvidos para atender a demanda de projeto do Sistema de Tratamento de Esgoto de Três Pontas, será estruturado da seguinte forma:

VOLUME I - LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS E CADASTRO E AVALIAÇÃO

TOMO I – LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS – DESENHOS

TOMO II – DESCRIÇÕES TOPOGRÁFICAS

VOLUME II - LEVANTAMENTOS E ESTUDOS GEOTÉCNICOS

VOLUME III – ESTUDOS PRELIMINARES AO PROJETO – RELATÓRIO DE DIRETRIZES

VOLUME IV - PROJETO BÁSICO GERAL DO SISTEMA INTERCEPTOR

TOMO I - MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA E MEMÓRIA DE CÁLCULOS E DESENHOS DO PROJETO BÁSICO

VOLUME V - PROJETO BÁSICO SES – ETE

TOMO I - MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA E MEMÓRIA DE CÁLCULOS

TOMO II - DESENHOS DO PROJETO BÁSICO

VOLUME VI - PROJETO BÁSICO SES – ETE UNIDADES

TOMO I - MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA E MEMÓRIA DE CÁLCULOS

TOMO II - DESENHOS DO PROJETO BÁSICO

VOLUME VII - PROJETO EXECUTIVO – PROJETO ELETRICO

TOMO I - MEMÓRIA DESCRITIVA E MEMÓRIAS DE CÁLCULOS

TOMO II - DESENHOS

VOLUME VIII - PROJETO EXECUTIVO – PROJETO ESTRUTURAL

TOMO I - MEMÓRIA DE CÁLCULO

VOLUME IX - ORÇAMENTO

1. INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

Conforme os apontamentos do Estudo de Concepção elaborado recentemente, o projeto Básico e Executivo do Sistema de Tratamento dos Esgotos da cidade de Três Pontas, foi orientado para as disposições da Alternativa 3, que se consagrou como a mais interessante no aspecto técnico / econômico.

Tendo em vista os aspectos relevantes, o processo de tratamento indicado objetiva basicamente a redução ao máximo da carga poluidora advinda das descargas domésticas, que de acordo a alternativa 3, será composto pelo sistema de Reatores UASB seguido de Lagoas de Estabilização, sendo submetido em seguida pela desinfecção através da radiação de luz ultravioleta.

Diante da eficiência na redução da carga poluidora e baixa custo de operação e manutenção, a proposição de tratamento adotada tem eficiência apontada nas publicações relacionadas ao tema da ordem 98% na redução da DBO.

Portanto, diante da área disponível para implantação da ETE, o sistema UASB/LAGOAS, é a técnica que melhor se enquadra sob a ótica da qualidade do efluente final.

No contexto geral, a planta da Estação de Tratamento – ETE Três Pontas será concebido da seguinte forma:

- Tratamento Preliminar – caixa de areia e gradeamento mecanizados;
- Tratamento Primário – Reator Anaeróbio (UASB);
- Tratamento Secundário – Lagoa Facultativa / Polimento;
- Tratamento Terciário – Desinfecção Radiação Ultravioleta;
- Tratamento do Substrato – Valas de disposição;
- Desidratação do lodo – Leitões de secagem natural

2. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO

2. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO

O município de Três Pontas está localizado na mesorregião do sul e sudoeste de Minas Gerais e na microrregião de Varginha. Tem como limites os municípios Varginha, Santana da Vargem, Paraguaçu, Elói Mendes, Carmo da Cachoeira e Nepomuceno e Campos Gerais.

As distâncias aos principais centros urbanos e às cidades vizinhas são:

✓ Belo Horizonte.....	300 km
✓ Rio de Janeiro	425 km
✓ São Paulo	355 km
✓ Brasília	988 km
✓ Vitória	805 km

O município de Três Pontas interliga-se aos centros urbanos mais importantes por meio das rodovias federais BR-381, BR-265 e BR-491. Contando também com um aeroporto que comporta aeronaves de pequeno e médio porte.



Figura 2.1 – Localização de Três Pontas



Segundo o IBGE, em 2010 o município de Três Pontas contava com uma população total de aproximadamente 53.860 habitantes. O produto interno bruto (PIB) do município era de cerca de 1,25 Bilhões de reais. O índice de desenvolvimento humano IDH (IBGE 2010) do município era de 0,731.

3. DESCRIÇÃO DO SISTEMA EXISTENTE

3. DESCRIÇÃO DOS SISTEMAS EXISTENTES

3.1. DADOS GERAIS

O SAAE - Serviço Autônomo de Água e Esgoto – Autarquia Municipal criada pela lei 533/66, é o órgão responsável pelos sistemas de Esgotamento Sanitário (SES) e Abastecimento de Água (SAA) do município de Três Pontas.

3.2. SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

De acordo com informações disponibilizadas pelo SAAE, as principais informações operacionais/movimentações de contas da sede urbana são:

· Total de ligações ativas:	19.265
· Total de economias ativas:	21.048
· Hidrômetros em funcionamento:	20.653
· Volume real (m ³):	289.717
· Volume faturado (m ³):	385.045

O sistema de abastecimento de água utiliza manancial superficial e conta com tratamento convencional completo, sendo descrito a seguir:

A fonte de produção é o manancial superficial, sendo utilizados atualmente os córregos Custodinho, Quatis e Formiga e o ribeirão Espera.

Captação	Tipo	Diâmetro (mm)	Material
Custodinho	Barragem / tomada direta	300	PVC
Quatis	Tomada direta	250	PVC
Formiga	Tomada direta	200	PVC
Espera *	Barragem / tomada direta	-	-

* a adução é feita por canal

As Estações Elevatórias de água bruta serão descritas a seguir:

Elevatoria Agua Bruta	Potencia	Diametro (mm)	Material	Extensão (m)	Destino
Custodinho	2 x 75CV + 2 x 100CV	250	Fofo	990	ETA 01
Quatis	3 x 25CV	250	C. A.	-	Custodinho
Sete Cachoeiras - Baixo Recalque	2 x 175CV	400	Fofo	-	Sete Cachoeiras - Alto Recalque
Sete Cachoeiras - Alto Recalque	2 x 300CV	400	Fofo	-	Stand Pipe *

* A partir do Stand pipe existe uma adutora de 300 mm em Fofo que alimenta a ETA 02.

O sistema conta com duas Estações de Tratamento de Água, sendo ambas com tratamento convencional completo. A ETA 1 tem capacidade máxima de 130 L/s e a ETA 2 106 L/s. Os produtos químicos utilizados são Policloreto de alumínio, Hipoclorito de cálcio e ácido Flúorssilícico.

A cidade de Três Pontas conta com ampla setorização do sistema distribuidor de água, constando de 22 reservatórios espalhados pela área urbana, perfazendo um volume total de 7.139 m³.

Segundo dados do SAAE de 2018, o município contava com uma malha de rede distribuidora com cerca de 255 km de extensão, com diâmetros de 32 a 300 mm em PVC, ferro galvanizado, cimento amianto e ferro fundido.

O sistema conta com índice de atendimento de 100%.dos usuários do sistema público

3.3. SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

De acordo com dados fornecidos pelo SAAE, o sistema de esgotamento sanitário (SES) da cidade de Tres Pontas conta com os seguintes dados operacionais:

- Total de economias ativas: 19.226
- Total de ligações ativas: 21.009

O sistema existente é composto de ligações prediais, rede coletora e interceptores que fazem lançamentos dos efluentes diretamente nos córregos Custodinho, Bambus, Candongas, Quatis, Formiga e Araras que passam pela cidade.

Conforme dados existem cerca de 177 km de extensão de rede coletora na cidade. A rede coletora existente constas de tubos em manilha cerâmica, PVC e manilha de concreto nos diâmetros 150, 200, 250, 300, 350 e 600 mm.

Todos os cursos d'água que cortam a cidade contam com interceptor ao longo de seus vales, sendo que o trecho final do Ribeirão das Araras – cerca de 3,0 km, deverão ser implantados para que o interceptor atinja a área da futura estação de tratamento - ETE.

Segundo informações da prefeitura todas as ligações atendidas por água contam com ligação à rede de esgoto.

4. PARAMETROS DE PROJETO

4. PARÂMETROS DE PROJETO

4.1. PARÂMETROS E CRITERIOS GERAIS

Os principais parâmetros a serem utilizados no desenvolvimento do projeto são relacionados a seguir, e foram adotados de acordo com as normas da ABNT.

Parâmetros Gerais

- Consumo “per capita”: $q = 150 \text{ l/habxdia}$
- $K_1 = 1,20$ – coeficiente do dia de maior consumo
- $K_2 = 1,50$ – coeficiente da hora de maior consumo
- $K_3 = 0,50$
- $K_r = 0,80$ – coeficiente de retorno água/esgoto

4.2. ÍNDICE DE ATENDIMENTO

Será adotado um índice de atendimento de 100% para o início e fim do horizonte de projeto.

4.3. ALCANCE DE PROJETO

ANO	ETAPAS
2021 a 2023	Elaboração dos projetos e implantação das obras
2024	Início de plano
2033	Ano 10
2043	Ano 20 - Fim de plano

Quadro 4.1 – Horizonte de projeto

4.4. ESTUDOS POPULACIONAIS

No estudo de concepção foi realizado um estudo populacional. A seguir, é apresentado o Quadro 4.2 com a projeção populacional a ser adotada para o estudo do Sistema de Esgotamento Sanitário da sede do município de Três Pontas:

Ano	População
2021	50221
2022	50500
2023	50769
2024	51027
2025	51275
2026	51513
2027	51741
2028	51961
2029	52172
2030	52375
2031	52570
2032	52757
2033	52937
2034	53110
2035	53276
2036	53436
2037	53589
2038	53736
2039	53878
2040	54014
2041	54144
2042	54270
2043	54390

Quadro 4.2 - Projeção Populacional Proposta para a Área de Estudo – Três Pontas - sede

4.5. ESTUDOS DE DEMANDA

As vazões e as cargas orgânicas contribuintes ao sistema foram calculadas utilizando-se as seguintes expressões:

↳ *Vazão Média*

$$Q_{med} = \frac{P \times Q_{pc} \times Kr}{86.400}$$

Vazão Máxima

$$Q_{m\acute{a}x} = Q_{med} \times K_1 \times K_2$$

↳ *Vazão Mínima*

$$Q_{m\acute{a}x} = Q_{med} \times K_3$$

Onde:

Q = vazão em ℓ/s

P = população atendida (hab.)

4.5.1. VAZÃO DE INFILTRAÇÃO

$$Q_{inf} = t_{inf} \times L$$

Onde:

t_{inf} = taxa de infiltração por metro linear (0,00033 $\ell/s \times m$)*

L = extensão da rede coletora (m)

* A vazão de infiltração, para o cálculo da ETE, foi estimada com base no critério estabelecido pela COPASA: 25% da vazão doméstica máxima ou 0,33 $\ell/s.km$ x extensão das redes coletoras nas áreas de contribuição da ETE. Escolhe-se a MENOR das duas.

4.5.2. CARGA ORGÂNICA DOMÉSTICA (KG/DIA)

Carga = População x 0,054 kg/hab. x dia

4.5.3. DE ORIGEM INDUSTRIAL

A cidade de Três Pontas não possui contribuição de origem industrial.

4.5.4. VAZÕES TOTAIS

As vazões totais contribuintes ao sistema correspondem à somatória das vazões domésticas e de infiltração.

A seguir é apresentado o quadro resumo de população, vazões e cargas orgânicas de contribuição de esgotos de Três Pontas.

TRÊS PONTAS/ MG													
SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE TRÊS PONTAS/ MG													
QUADRO 7.1 - PROJEÇÃO DAS VAZÕES													
ANO		Popul.	Nível	Popul.	Vazão de inf.	Vazão de	Vazão Doméstica			Vazões Totais			CARGA
PROJETO	CIVIL	Urbana (hab)	Atendim. %	Atendida (hab)	Extensão de rede (l/s)	Inf. Qmed (L/s)	(L/s)			(L/s)			(mg/l)DBO5 (kg/d)DBO5
							Mín.	Média	Máx.	Mín.	Média	Máx.	
estudo	2021	50221	100	50.221	58,41	17,44	34,88	69,75	125,55	52,31	87,19	142,99	359,99 2711,92
Projeto	2022	50500	100	50.500	58,41	17,53	35,07	70,14	126,25	52,60	87,67	143,79	360,02 2727,01
Obras	2023	50769	100	50.769	58,41	17,63	35,26	70,51	126,92	52,88	88,14	144,55	360,00 2741,51
1	2024	51027	100	51.027	58,41	17,72	35,44	70,87	127,57	53,15	88,59	145,28	359,99 2755,44
2	2025	51275	100	51.275	58,41	17,80	35,61	71,21	128,19	53,41	89,02	145,99	359,99 2768,83
3	2026	51513	100	51.513	58,41	17,89	35,77	71,55	128,78	53,66	89,43	146,67	360,01 2781,69
4	2027	51741	100	51.741	58,41	17,97	35,93	71,86	129,35	53,90	89,83	147,32	360,00 2794,04
5	2028	51961	100	51.961	58,41	18,04	36,08	72,17	129,90	54,13	90,21	147,95	360,00 2805,91
6	2029	52172	100	52.172	58,41	18,12	36,23	72,46	130,43	54,35	90,58	148,55	359,99 2817,31
7	2030	52375	100	52.375	58,41	18,19	36,37	72,74	130,94	54,56	90,93	149,12	360,00 2828,27
8	2031	52570	100	52.570	58,41	18,25	36,51	73,01	131,43	54,76	91,27	149,68	359,99 2838,79
9	2032	52757	100	52.757	58,41	18,32	36,64	73,27	131,89	54,96	91,59	150,21	360,01 2848,90
10	2033	52937	100	52.937	58,41	18,38	36,76	73,52	132,34	55,14	91,91	150,72	359,98 2858,62
11	2034	53110	100	53.110	58,41	18,44	36,88	73,76	132,78	55,32	92,21	151,22	359,98 2867,95
12	2035	53276	100	53.276	58,41	18,50	37,00	73,99	133,19	55,50	92,49	151,69	360,01 2876,92
13	2036	53436	100	53.436	58,41	18,55	37,11	74,22	133,59	55,66	92,77	152,14	360,00 2885,54
14	2037	53589	100	53.589	58,41	18,61	37,21	74,43	133,97	55,82	93,04	152,58	359,99 2893,82
15	2038	53736	100	53.736	58,41	18,66	37,32	74,63	134,34	55,98	93,29	153,00	360,01 2901,77
16	2039	53878	100	53.878	58,41	18,71	37,42	74,83	134,69	56,12	93,54	153,40	359,99 2909,41
17	2040	54014	100	54.014	58,41	18,75	37,51	75,02	135,03	56,26	93,77	153,79	360,02 2916,75
18	2041	54144	100	54.144	58,41	18,80	37,60	75,20	135,36	56,40	94,00	154,16	360,00 2923,80
19	2042	54270	100	54.270	58,41	18,84	37,69	75,37	135,67	56,53	94,22	154,52	359,99 2930,58
20	2043	54390	100	54.390	58,41	18,89	37,77	75,54	135,98	56,66	94,43	154,86	359,99 2937,09

K1 = 1,2 C = 0,8
K2 = 1,5 cota " per-capita " = 150
K3 = 0,5 DBO5 - per capita (g/hab.d) = 54
Vazão de infiltração = 25% x Qmed doméstica
Extensão de rede (Km) = 176,985
Coeficiente de infiltração L/(s.km) = 0,33

4.6. PARÂMETROS E CRITÉRIOS PARA DIMENSIONAMENTO DE REDES E INTERCEPTORES

Os critérios e parâmetros utilizados para o dimensionamento de redes coletoras e do sistema de interceptação foram definidos com base nas normas da ABNT (NBR-9649/86 – Projeto de Redes Coletoras de Esgoto Sanitário; NBR-14486/00 – Sistemas Enterrados para Condução de Esgoto Sanitário – Projeto de Redes Coletoras com Tubos de PVC; NBR-12207/92 – Projeto de Interceptores de Esgoto Sanitário).

As redes e os interceptores serão dimensionados para fim de plano, e verificados para início de plano.

Os principais parâmetros e critérios de projeto utilizados no dimensionamento são:

- Vazão de dimensionamento para início de plano
De acordo com a Norma NBR 9.649/1986, a vazão de início de plano será a vazão doméstica, multiplicada pelo coeficiente da hora de maior consumo ($K_2 = 1,5$) e acrescida da vazão de infiltração.
 - Vazão de dimensionamento para final de plano
De acordo com a Norma NBR 9.649/1986, a vazão de final de plano será a vazão doméstica, multiplicada pelos coeficientes do dia e da hora de maior consumo ($K_1 = 1,2$ e $K_2 = 1,5$) e acrescida da vazão de infiltração.
 - Vazão mínima de dimensionamento..... 1,5 l/s
 - Coeficiente de Manning
 - Para tubos de PVC0,010
 - Para tubos de Concreto0,014
 - Para tubos nos demais materiais.....0,013
 - Diâmetro mínimo 150 mm
 - Recobrimento mínimo da tubulação a ser assentada na rua.....0,90 m
 - Lâmina d'água máxima para vazão máxima de fim de plano
 - Velocidade inferior à velocidade crítica.....75%
 - Velocidade superior à velocidade crítica.....50%
 - Velocidade máxima na tubulação 5,0 m/s
 - Material
 - Diâmetros de 150 mm a 400 mm serão em PVC rígido ocre, junta elástica, ponta e bolsa, conforme ABNT 7362 e anel de borracha conforme NBR-9063 da ABNT;
 - Diâmetros superiores a 400 mm serão em concreto armado centrifugado, junta elástica, ponta e bolsa, conforme NBR-8890 da ABNT.
 - Declividade
 - Para redes / interceptores em tubos de PVC, a declividade mínima admissível, determinada a partir da vazão inicial e coeficiente de Manning igual a 0,010, será aquela necessária para garantir tensão trativa média de 0,6 Pa.
 - Para redes coletoras em materiais diferentes de PVC, a declividade mínima admissível, determinada a partir da vazão inicial e coeficiente de
- 22**
- Rua dos Pampas, 434 - Prado - Belo Horizonte / MG – CEP 30.411-030.
E-mail: despro@desproprojetos.com.br – site: www.desproprojetos.com.br
Telefax: (31) 3213-8049

Manning igual a 0,013, será aquela necessária para garantir tensão trativa média de 1,0 Pa.

- Para interceptores em materiais diferentes de PVC, a declividade mínima admissível, determinada a partir da vazão inicial e coeficiente de Manning igual a 0,013, será aquela necessária para garantir tensão trativa média de 1,5 Pa.
- Degrau e tubo de queda
 - Sempre que o desnível entre a tubulação de chegada ao poço de visita e a de saída for superior a 0,50 m, será previsto um tubo de queda. Em desníveis de até 0,50 m haverá apenas um degrau.
- Controle de remanso
 - A cota de fundo na saída de um poço deve ser fixada para as vazões finais de dimensionamento, de modo a garantir no interior do mesmo, um nível d'água mais baixo do que o de qualquer tubulação de entrada.
- Posições obrigatórias para os poços de visita
 - Serão previstos poços de visita sempre que houver mudança na direção dos coletores, na declividade da linha, no diâmetro das tubulações, no material dos tubos ou quando houver descontinuidade vertical.
- Distância entre poços de visita:
 - 80m nas tubulações com $\phi \leq 375$ mm;
 - 100m nas tubulações com $400 \leq \phi < 600$ mm;
 - 120m nas tubulações com $\phi > 600$ mm.
- Tipos de poços de visita
 - Nos trechos cujas profundidades forem superiores a 2,50 m ou cujos diâmetros forem maiores que 300 mm e menores ou iguais a 1.000 mm, serão utilizados poços de visita com diâmetro de 1,00 m e chaminé de 60 cm;
 - Nos trechos cujas profundidades forem inferiores ou iguais a 2,50 m e cujos diâmetros forem menores ou iguais a 300 mm, serão utilizados poços de visita com diâmetro de 60 cm.
- Ponta seca
 - Serão instalados no início de rede onde não for prevista a implantação de um novo trecho de montante.

- Rede coletora auxiliar
 - Sempre que a profundidade da rede coletora exceder a 4,50 m será prevista a implantação de rede coletora auxiliar, posicionada na rua, no trecho mais desfavorável.

4.7. PARÂMETROS E CRITÉRIOS PARA DIMENSIONAMENTO DE ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS DE ESGOTOS

Os principais critérios adotados para o dimensionamento destas unidades são relacionados a seguir:

- As unidades elevatórias deverão ser dimensionadas em consonância com a NBR- PNUB – 12.208 (Elaboração de Projetos de Estações Elevatórias de Esgotos Sanitários).
- Os sólidos em suspensão, de maior porte, presentes nos esgotos afluentes, serão removidos no tratamento preliminar.
- A estação elevatória será totalmente automatizada, com controle de partida das bombas por bóias de níveis.
- A velocidade máxima na tubulação de recalque deverá ser de 2,5 m/s, enquanto a velocidade mínima não deverá ser inferior a 0,6 m/s.
- A altura manométrica foi determinada através da seguinte expressão:

$$Hm = Hg + hpc + hpl$$

Onde: Hm = Altura manométrica (m);

Hg = Altura geométrica (m);

hpc = Perda de carga contínua (m);

hpl = Perda de carga localizada (m).

- Para o cálculo das perdas de carga contínuas será utilizada a expressão de Hazen-Williams:

$$hpc = 10,643 \times Q^{1,85} \times C^{-1,85} \times D^{-4,87} \times L$$

Onde: Q = vazão (m³/s);
D = diâmetro (m);
L = comprimento da tubulação (m);
C = coeficiente de rugosidade, com valor igual a 110 para hpc máxima e 130 para hpc mínima.

- A seguinte expressão será adotada para o cálculo das perdas de carga localizadas:

$$hpl = k \frac{v^2}{2g}$$

Onde: v = velocidade (m/s);
g = aceleração da gravidade m/s²;
k = coeficiente que depende de cada peça.

4.8. PARÂMETROS E CRITÉRIOS PARA DIMENSIONAMENTO DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO

Os principais parâmetros a serem utilizados no desenvolvimento do projeto são apresentados a seguir:

- Carga Orgânica Doméstica
A contribuição unitária da DBO₅ foi estabelecida em 54 g/ hab x dia, conforme preconizado pela PNB-570 da ABNT;
- Carga Orgânica Volumétrica no reator (COV) < 15kgDQO/m³.d;
- Carga Hidráulica Volumétrica no reator (CHV) < 5,0 m³/m³.dia;
- Tempo de Detenção Hidráulica no reator (TDH) > 8 horas (para vazão média).

5. ESTUDO DE AUTO DEPURAÇÃO

5. ESTUDO DE AUTODEPURAÇÃO

Avaliação do Corpo Receptor

O objetivo principal deste estudo é demonstrar o impacto causado pelo lançamento de esgoto sanitário “*in natura*”, que atualmente ocorre nos cursos d’água do Município, decorrente da ausência de estação de tratamento.

Outrossim, objetiva-se simular os impactos que serão causados pelo lançamento de esgoto tratado no Ribeirão das Araras onde se localizará a Estação de Tratamento.

Caracterização da área

O Ribeirão das Araras possui uma microbacia de drenagem no ponto de lançamento do efluente com cerca de 43,88 km², que é apresentada na Figura 5.1.



Figura 5.1 - Área de drenagem do Ribeirão das Araras no lançamento do efluente da ETE.

Considerações sobre a legislação ambiental específica

No Estado de Minas Gérias, a Deliberação Normativa Conjunta do COPAM/CERH-M NO 1, de 5 de maio de 2008, define os padrões de lançamento de efluentes em cursos

de água, estabelecendo limites máximos para seus parâmetros de qualidade. Alguns destes limites máximos são mostrados na Tabela 5.1.

Tabela 5.1 - Padrão de lançamento de efluentes.

Parâmetros	Limites Máximos
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO ₅)	60 mg/L
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	90 mg/L

Segundo a Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005, o corpo d'água onde é lançado o efluente da ETE pode ser classificado como curso de água CLASSE 2, deste modo, alguns parâmetros de qualidade de água devem ser respeitados.

A Tabela 5.2 apresenta limites de alguns padrões de qualidade para corpos d'água doce Classe 2.

Tabela 5.2 - Parâmetros de qualidade de cursos de água Classe 2.

Parâmetros	Limites Máximos
Oxigênio Dissolvido (OD)	≥ 5,0 mg/L
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO ₅)	5,0 mg/L
Coliformes Fecais	1.000 NMP/100mL

As vazões médias afluentes à ETE, estimadas para início (2024) e final de plano (2043), totalizam respectivamente, 88,59 L/s e 94,43 L/s. Dado às vazões de projeto e de acordo com a Deliberação Normativa COPAM nº 74 de 9 de setembro de 2004, os empreendimentos podem ser considerados de **Classe 2**, de **médio porte** com **potencial poluidor de nível médio**.

A determinação do volume caudal do ribeirão das Araras foi feita com base na determinação das vazões mínimas de estiagem, que estabelecem os parâmetros para a definição dos limites do lançamento no fio d'água para a determinação da capacidade de autodepuração das cargas orgânicas dos esgotos sanitários.

A avaliação das disponibilidades hídricas superficiais da bacia do ribeirão das Araras foi efetuada com base nas informações das Isolinhas regionais, extraídas da publicação “Deflúvios Superficiais no Estado de Minas Gerais”

As informações regionais indicam contribuições específicas encontrada no ponto é de 5,0 l/s.km².

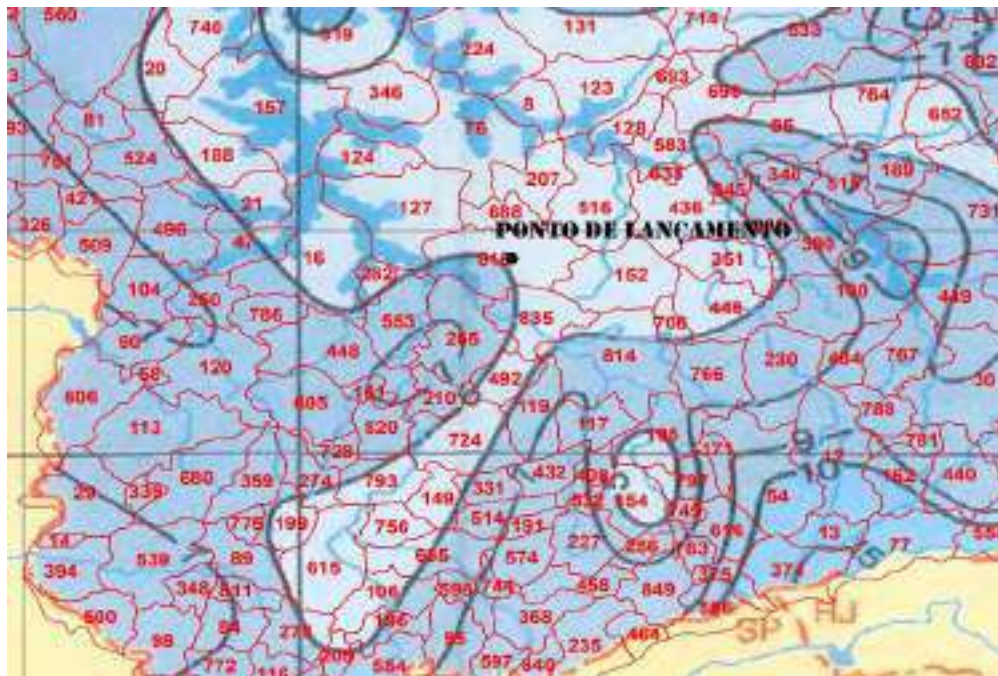


Figura 5.2 – Rendimento Mínimo Específico

Para as vazões mínimas Q10,7 com ocorrência tipológica homogênea 211.

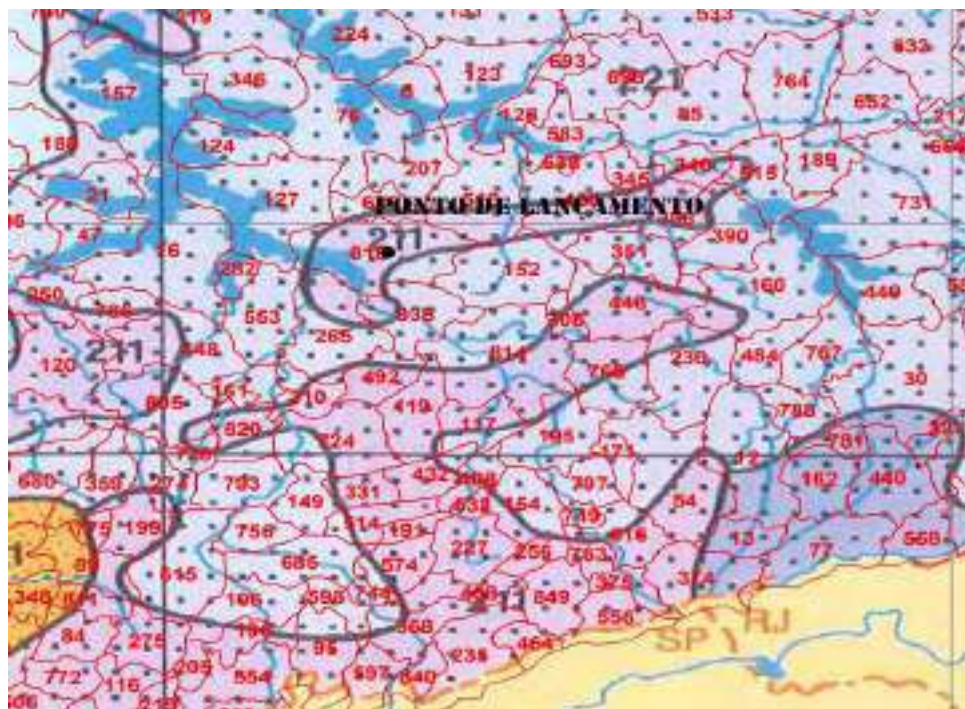


Figura 5.3 – Tipologia Homogênea no ponto de lançamento

⇒ **Tipologia homogênea - código 211**, sendo:

1o índice – 2 Pluviosidade Anual inferior a 1.000 mm e 1.500 mm;

2o índice – 1 Predominância de relevo forte ondulado a montanhoso (declividades superiores a 20%);

3o índice - 1 Predominância de terrenos com baixa capacidade de infiltração (solo argiloso associado a rochoso de baixa permeabilidade).

⇒ **Vazão mínima de duração mensal e recorrência decendial:**

$$Q_{10M} = Re_{10M} \times Ad \quad \text{onde,}$$

Ad = área de drenagem controlada pelo ponto de lançamento.

$$Q_{10M} = Re_{10M} \times Ad = 5,00 \times 43,88 \Rightarrow Q_{10M} = 219,40 \text{ l/s}$$

⇒ **Vazão mínima natural de 10 anos de recorrência e 7 dias de duração:**

$$Q_{10.7} = F_{10.7} \cdot Q_{10M} \quad \text{com } F_{10.7} = \alpha + \beta \cdot \gamma^D \quad D = 7$$

Da curva de intensidade de chuvas na região,

$$\alpha = 0,465547 \quad \beta = 0,402812 \quad \gamma = 1,007099$$

$$\text{Assim, } F_{10.7} = 0,8888$$

$$Q_{10.7} = 0,8888 \times 219,40 = 195,00 \text{ l/s logo,}$$

A vazão mínima de duração 07 dias com 10 anos de período de retorno ($Q_{7.10}$), de interesse para o estudo das condições de lançamento final está avaliada em 195,00 l/s.

CÁLCULO DA VAZÃO MÍNIMA			
RIBEIRÃO DAS ARARAS - TRES PONTAS			
	211		Tipologia Regional Homogênea
$\alpha =$	0,465547		Ver Anexo 3 - da fonte de consulta informada
$\beta =$	0,402812		Ver Anexo 3 - da fonte de consulta informada
$\gamma =$	1,007099		Ver Anexo 3 - da fonte de consulta informada
$r =$	0,175113		Ver Anexo 3 - da fonte de consulta informada
$s =$	0,212533		Ver Anexo 3 - da fonte de consulta informada
$m =$	-0,008058		Ver Anexo 3 - da fonte de consulta informada
$n =$	-0,032602		Ver Anexo 3 - da fonte de consulta informada
$A_d =$	43,88	km ²	Área de Drenagem
$T =$	10	anos	Tempo de recorrência
$D =$	7	dias	Duração
$Re_{10,m} =$	5	l/s*km ²	Recorrência decendial e duração mensal (Mapa 3 - Anexo 6)
$F_{10,7 \min} =$	0,8888		Fator de proporção fornecido pela função de inferência mínima regionalizadas (Anexo 3)
$F_{10,7 \max} =$	1,1251		Fator de proporção fornecido pela função de inferência máxima regionalizadas (Anexo 3)
$Q_{10,M} =$	219,40	l/s	Vazão mínima de duração mensal e recorrência decendial
$Q_{7,10} =$	195,00	l/s	Vazão mínima de 7 dias e recorrência decendial
FONTE: DEFLÚVIO SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS			
COPASA MG - HIDROSISTEMAS			

Entretanto a legislação ambiental admite a fase secundária como aceitável desde que o processo de tratamento proposto remova pelo menos 90% da carga poluidora, para o lançamento em cursos d'água de classe dois.

É de suma importância à realização do estudo da capacidade assimiladora do Ribeirão das Araras, de forma a subsidiar a decisão quanto ao nível de tratamento e eficiências de remoção de cargas poluidoras na ETE a ser implantada, sendo compatíveis com os requisitos ambientais.

Do ponto de vista ecológico, um dos efeitos mais nocivos do lançamento de cargas poluidoras nos cursos d'água é o decréscimo das concentrações de oxigênio no meio líquido. Portanto, utilizou-se a modelagem matemática da qualidade da água proposta por Streeter-Phelps.

Os parâmetros modelados foram:

- Oxigênio dissolvido (OD);
- Coliformes fecais (CF).

Nos estudos do impacto do lançamento dos esgotos, foram consideradas as seguintes alternativas de tratamento, englobando diferentes eficiências de tratamento, a saber:

- Lançamento de esgotos brutos referentes à demanda média do ano 2024;
- Lançamento de esgotos tratados com eficiência de 85,00% na remoção de DBO_5 referente à demanda média do ano 2024;
- Lançamento de esgotos tratados com eficiência de 85,00% na remoção de DBO_5 referente à demanda média do ano 2043.

Além do estudo de autodepuração, foi avaliado também o decaimento bacteriano, utilizando-se a equação clássica de Chick, de acordo com a qual os coliformes decrescem segundo uma reação de primeira ordem. No estudo de autodepuração foram consideradas as seguintes situações para lançamento dos efluentes:

- Lançamento de esgotos brutos referentes à demanda média do ano 2024;
- Lançamento de esgotos tratados com eficiência de 99,00% na remoção de coliformes referente à demanda média do ano 2024 (VIEIRA – 1993);
- Lançamento de esgotos tratados com eficiência de 99,00% na remoção de coliformes referente à demanda média do ano 2043 (VIEIRA – 1993).

ESTUDOS DE AUTODEPURAÇÃO

Para o oxigênio dissolvido, o modelo adotado foi o clássico de Streeter-Phelps, no qual os dois componentes no balanço de massa do oxigênio são (a) o consumo para a estabilização aeróbia da matéria carbonácea e (b) a produção por meio da reaeração atmosférica. A modelagem do decaimento de coliformes utilizou a equação clássica de Chick, de acordo com a qual os coliformes decrescem segundo uma reação de primeira ordem.

Em ambas as modelagens, o fluxo hidráulico admitido foi o de fluxo em pistão. As equações constantes dos modelos de Streeter-Phelps e Chick utilizados foram:

a) Concentração e déficit de oxigênio no rio após a mistura com o despejo

$$C_o = \frac{Q_r \times OD_r + Q_e \times OD_e}{Q_r + Q_e}$$

Onde:

- C_o = concentração inicial de oxigênio, logo após a mistura (mg/l)
- Q_r = vazão do rio a montante do lançamento (m^3/s)
- Q_e = vazão de esgotos (m^3/s)
- OD_r = concentração de oxigênio dissolvido no rio, montante lançamento (mg/l)
- OD_e = concentração de oxigênio dissolvido no esgoto (mg/l)

b) Déficit Inicial de Oxigênio no Rio, Logo Após a Mistura

$$D_o = C_s - C_o$$

Onde:

- C_s = concentração de saturação de oxigênio (mg/l)
- D_o = déficit inicial de oxigênio, logo após a mistura (mg/l)
- C_o = concentração inicial de oxigênio, logo após a mistura (mg/l)

c) Cálculo da DBO_5 e da Demanda Última no Rio Após a Mistura

↪ DBO_5 da Mistura

$$DBO_{50} = \frac{(Q_r \times DBO_r + Q_e \times DBO_e)}{Q_r + Q_e}$$

↪ DBO Última da Mistura

$$L_o = DBO_{50} \times K_T$$

Onde:

DBO_{50} = concentração de DBO_5 , logo após a mistura (mg/l)

L_0 = demanda última de oxigênio, logo após a mistura (mg/l)

DBO_r = concentração de DBO_5 do rio (mg/l)

DBO_e = concentração de DBO_5 do esgoto (mg/l)

K_T = constante para transformação da DBO_5 a DBO última (DBO_U)

$$K_T = \frac{1}{1 - e^{-5K_1}}$$

Onde:

K_1 = coeficiente de desoxigenação (d^{-1})

d) Cálculo do Perfil de Oxigênio Dissolvido em Função do Tempo

$$C_c = C_s - D_c$$

Onde:

C_c = concentração crítica de oxigênio (mg/l)

C_s = concentração de saturação de oxigênio (mg/l)

D_c = déficit de oxigênio em um tempo T, após a mistura (mg/l)

$$D_c = \frac{K_1 \times L_0}{K_2 - K_1} \times \left(e^{-K_1 T} - e^{-K_2 T} \right) + D_0 \times e^{-K_2 T}$$

Onde:

D_c = déficit de oxigênio em um tempo T, após a mistura (mg/l)

D_0 = déficit inicial de oxigênio, logo após a mistura (mg/l)

L_0 = demanda última de oxigênio, logo após a mistura (mg/l)

T = tempo de análise (dia)

K_1 = coeficiente de desoxigenação (d^{-1})

K_2 = coeficiente de reaeração (d^{-1})

e) Cálculo do Perfil de DBO em Função do Tempo

$$DBO_t = DBO_{50} \times e^{-K_1 \times t}$$

Onde:

DBO_t = Concentração de DBO em um tempo "t" (mg/l)

DBO_{50} = Concentração de DBO logo após a mistura (mg/l)

t = Tempo de Análise (dia)

K_1 = coeficiente de desoxigenação (d^{-1})

f) Concentração de Coliformes Fecais no Rio Após a Mistura

$$N_o = \frac{Q_r \times N_r + Q_e \times N_e}{Q_r + Q_e}$$

Onde:

N_o = concentração inicial de coliformes fecais, logo após a mistura (CF/100ml)

Q_r = Vazão do rio a montante do ponto de lançamento (l/s)

Q_e = Vazão de esgotos (l/s)

N_r = Concentração de Colif. Fecais no rio à montante do lançamento (CF/100ml)

N_e = Concentração de Colif. Fecais no esgoto (CF/100ml)

g) Cálculo do Perfil de Coliformes Fecais em Função do Tempo

$$N = N_o e^{-K_{bT} \times t}$$

Onde:

N = concentração de coliformes fecais em um tempo "t" (CF/100ml)

N_o = concentração inicial de coliformes fecais, logo após a mistura (CF/100ml)

K_{bT} = decaimento bacteriano

t = tempo de Análise (dia)

A seguir será apresentado o cálculo do estudo de autodepuração referente ao ribeirão das Araras com a apresentação dos parâmetros a serem analisados.

ESTUDOS DE AUTODEPURAÇÃO					
MODELO DE CALCULO: STREETER PHELPS					
CURSO D'ÁGUA: RIBEIRÃO DAS ARARAS					
CIDADE: TRES PONTAS/MG					
PONTO DE REFERENCIA: LANÇAMENTO DA ETE					
PARÂMETROS					
ESGOTO		BRUTO 2024	BRUTO 2043	TRATADO 2024	TRATADO 2043
Vazão Média de Esgotos	(l/s)	88,59	94,43	88,59	94,43
Demanda Bioquímica de Oxigênio do Esgoto	(mg/l)	48,51	54,98	48,51	54,98
Nível de tratamento - Remoção de DBO	(%)	0,00%	0,00%	85,00%	85,00%
DBO do Esgoto - após o tratamento proposto	(mg/l)	48,51	54,98	7,28	8,25
Oxigênio Dissolvido do Esgoto	(mg/l)	0	0	0	0
Concentração de Coliformes Fecais no Esgoto	(coli fecal/100ml)	3,59E+06	4,07E+06	3,59E+06	4,07E+06
Nível de tratamento - Remoção de CF	(%)	0,00%	0,00%	99,00%	99,00%
Concentração de CF no Esgoto - após trat. proposto	(coli fecal/100ml)	3,59E+06	4,07E+06	3,59E+04	4,07E+04
CORPO RECEPTOR		QRmin	QRmin	QRmin	QRmin
Vazão do Rio	(l/s)	195,00	195,00	195,00	195,00
Demanda Bioquímica do Oxigênio do Rio	(mg/l)	5	5	5	5
Porcentagem de O.D. do Rio em relação ao Odsat	(%)	90	90	90	90
Oxigênio Dissolvido	(Saturação)	8,10	8,10	8,10	8,10
Oxigênio Dissolvido do Rio	(mg/l)	7,29	7,29	7,29	7,29
Temperatura	(°C)	20,7	20,7	20,7	20,7
Altitude	(m)	840,0	840,0	840,0	840,0
Altura do Perfil Batimétrico	(m)	0,50	0,50	0,50	0,50
Velocidade de Escoamento	(m/s)	0,60	0,60	0,60	0,60
OD _{min} Permissível	(mg/l)	5	5	5	5
Concentração de Coliformes Fecais no Rio antes da Mistura	(coli fecal/100ml)	100,00	100,00	100,00	100,00
CORPO RECEPTOR APÓS A MISTURA					
Concentração de Oxigênio da Mistura - C _o	(mg/l)	5,02	4,91	5,02	4,91
Déficit Inicial de Oxigênio - D _o	(mg/l)	3,09	3,19	3,09	3,19
DBO da Mistura - DBO ₅₀	(mg/l)	18,59	21,31	5,71	6,06
DBO da Última Mistura - L _o	(mg/l)	21,63	24,79	6,65	7,05
Tempo de Máximo Déficit de Oxigênio - T _c	(dias)	0,96	1,01	-2,23	-1,76
Déficit Máximo de Oxigênio (Ponto Crítico) - D _c	(mg/l)	4,89	5,50	5,26	4,65
Demanda Bioquímica de Oxigênio Esperada - DBO _{ep}	(mg/l)	2,1	2,0	7,3	8,2
Tratamento Necessário - DBO	(%)	95,65	96,38	0,00	0,00
Oxigênio Dissolvido Crítico	(mg/l)	3,21	2,60	2,84	3,46
Concentração de Coliformes Fecais	(coli fecal/100ml)	1,12E+06	1,33E+06	1,13E+04	1,34E+04
Eficiência Complementar Requerida Remoção Coliforme	(%)	99,917	99,929	91,703	92,981
PARÂMETROS					
- INICIAIS					
Coef. Desoxigenação (K1)		0,38	0,38	0,38	0,38
Coef. Reareação (K2)	Von Sperling	1,17	1,17	1,17	1,17
Adotado (K2)	Von Sperling	1,17	1,17	1,17	1,17
Conc. de Máxima de Coliformes Fecais na Mistura	(coli fecal/100ml)	1.000	1.000	1.000	1.000
- CORRIGIDOS					
Coef. Desoxigenação (K1)		0,39	0,39	0,39	0,39
Coef. Reareação (K2)	Von Sperling	1,19	1,19	1,19	1,19

Com a utilização de planilhas eletrônicas chegamos aos valores para Oxigênio Dissolvido (Gráfico 5.1), Coliformes Fecais – Esgoto Bruto (Gráfico 5.2), Coliformes Fecais – Esgoto tratado (Gráfico 5.3) e Carga Orgânica (DBO₅) (Gráfico 5.4) que serão apresentados a seguir:

ESTUDO DE AUTODEPURAÇÃO DO RIBEIRÃO DAS ARARAS
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE TRÊS PONTAS- MG
CURVAS DE DEPLEÇÃO DE OXIGÊNIO

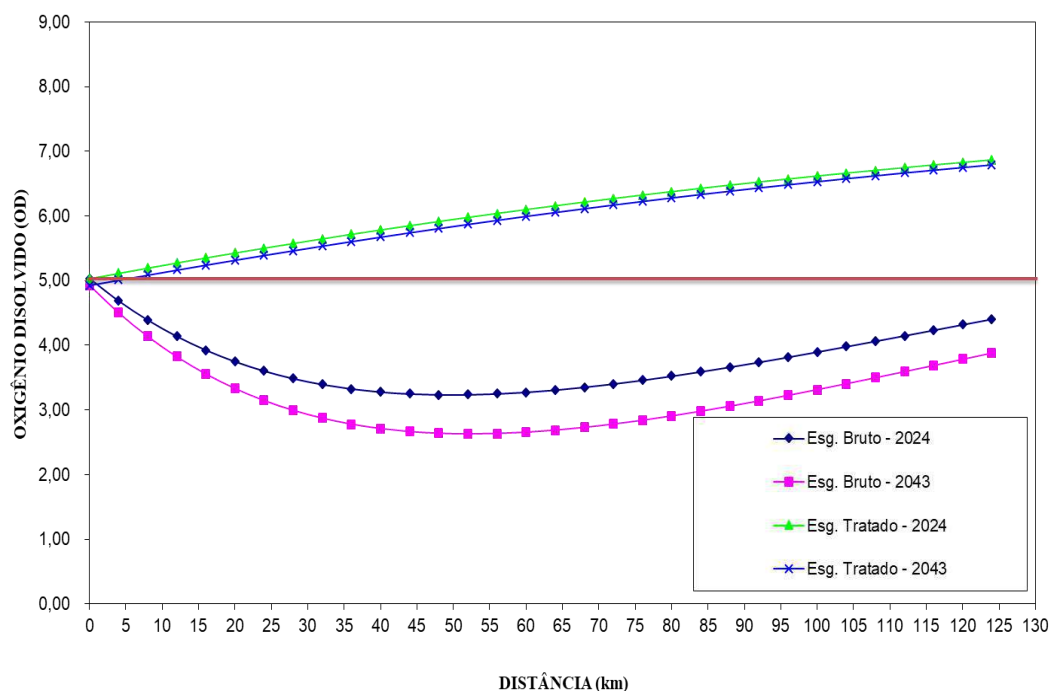


Gráfico 5.1: Curvas de Deflexão de Oxigênio

ESTUDO DE AUTODEPURAÇÃO RIBEIRÃO DAS ARARAS
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE TRÊS PONTAS- MG
CURVAS DE DEPLEÇÃO DE COLIFORME FECAL

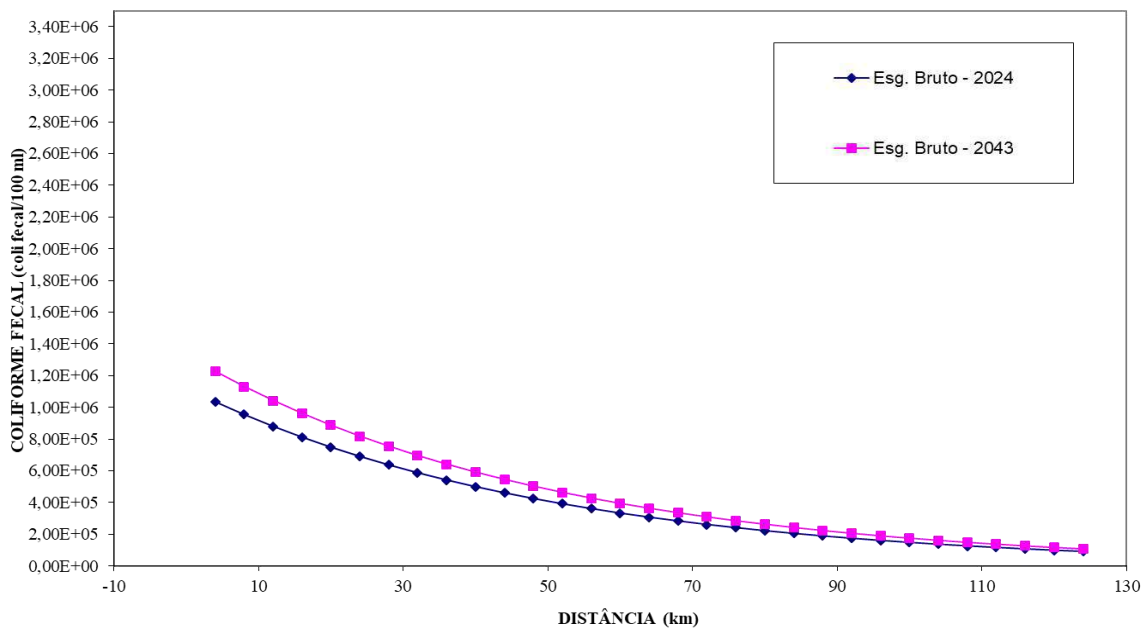


Gráfico 5.2: Curvas de Deflexão de Coliformes Fecais – Esgoto Bruto

**ESTUDO DE AUTODEPURAÇÃO DO RIBEIRÃO DAS ARARAS
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE TRES PONTAS- MG
CURVAS DE DEPLEÇÃO DE COLIFORME FECAL**

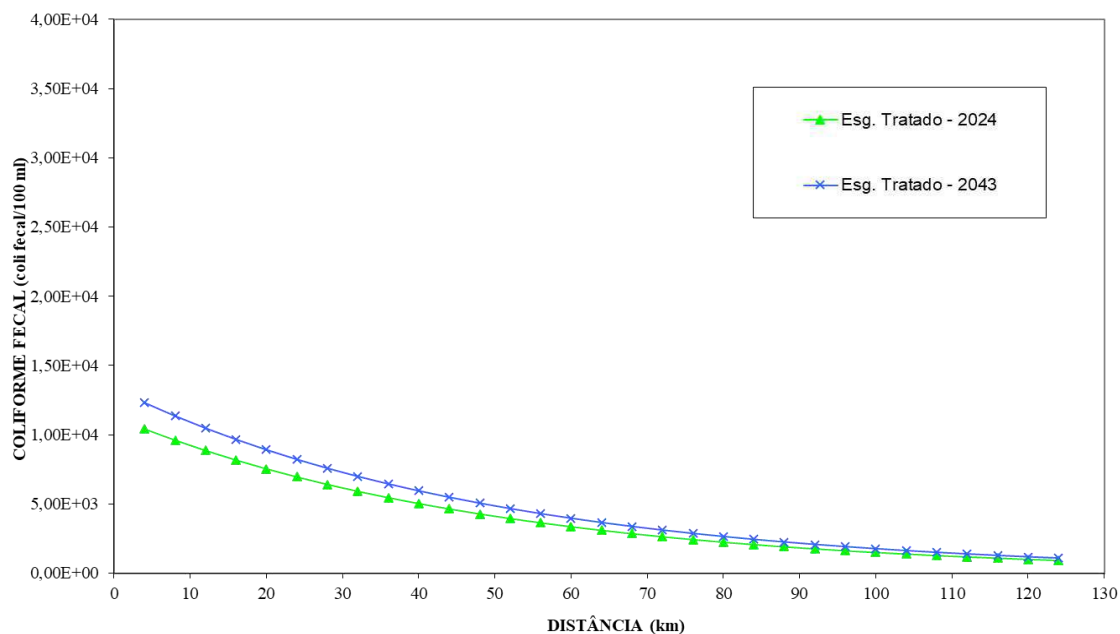


Gráfico 5.3: Curvas de Deflexão de Coliformes Fecais – Esgoto Tratado

**ESTUDO DE AUTODEPURAÇÃO DO RIBEIRÃO DAS ARARAS
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE TRES PONTAS- MG
CURVAS DE DEPLEÇÃO DE DBO**

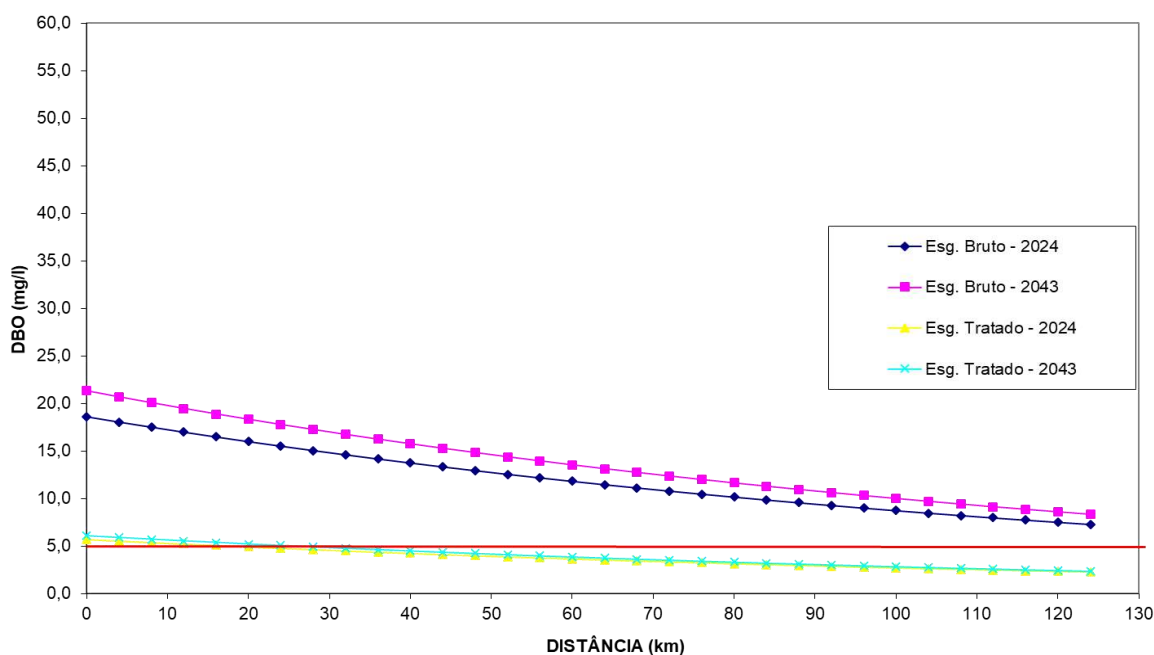


Gráfico 5.4: Curvas de Deflexão de Carga Orgânica (DBO₅)

Análise dos Resultados

Análise dos Resultados quanto DBO5 e OD.

Para a situação apresentada, o estudo de autodepuração mostrou que o maior déficit de oxigênio igual a 4,65 mg/L ocorrerá no ponto de lançamento no Ribeirão Araras, onde o curso d'água apresenta capacidade de autodepuração superior à capacidade de degeneração causada pelo lançamento do efluente tratado na ETE em relação ao oxigênio dissolvido, entretanto ao analisarmos o quadro da demanda DBO os resultados não atendem as normas de lançamento.

Para esta situação a Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH Nº 1, de 05 de maio de 2008 é clara e está transcrita abaixo:

“Art. 10. Os Valores máximos estabelecidos para os parâmetros relacionados em cada uma das classes de enquadramento deverão ser obedecidos as condições de vazão de referência”.

“§1º Os limites de Demanda Bioquímica de Oxigênio, estabelecidos para as águas doces de classes 2 e 3, poderão ser elevados, caso o estudo da capacidade de autodepuração do corpo receptor demonstre que as concentrações mínimas de oxigênio dissolvido previstas não serão desobedecidas, nas condições de vazão de referência, com exceção da zona de mistura, conforme modelos internacionais reconhecidos”.

“Art 20. É vedado o lançamento e a autorização de lançamento de efluentes em desacordo com as condições e padrões estabelecidos nesta deliberação Normativa”.

“Parágrafo único. O órgão ambiental competente poderá excepcionalmente autorizar o lançamento de efluente acima das condições e padrões estabelecidos no art. 29 desta Deliberação Normativa, desde que observados os seguintes requisitos”:

I. – “Comprovação de relevante interesse público, devidamente motivado”.

Considerando que as concentrações mínimas de oxigênio dissolvido não serão desobedecidas, conclui quanto a DBO mesmo estando os índices um pouco acima a

legislação faculta a elevação dos mesmos com comprovação de relevante interesse público, que é o caso de da cidade de Três Pontas.

Análise dos Resultados quanto decaimento bacteriano.

Conforme demonstrado no presente estudo, a concentração de coliformes fecais no curso d'água estudado, após a implantação da ETE proposta para o SES da localidade, não atenderá, às determinações da Resolução CONAMA 357, a qual estabelece limite máximo de 1000 org/100 mL para cursos de água de Classe 2.

Para o adequamento a esta Resolução dever-se-ia implantar sistemas de desinfecção capazes de reduzir o número de organismos presentes no esgoto tratado de forma a garantir a qualidade das águas do corpo receptor, mantendo-a em conformidade com as exigências da legislação vigente.

Um monitoramento do sistema proposto para o tratamento da cidade de Três Pontas, onde se obtém dados reais, poderá nortear melhor a decisão sobre qual sistema de desinfecção a ser adotado determinando a eficiência do mesmo sem onerar nos custos para implantação do empreendimento.

Conclusão do Estudo

Pode-se concluir, portanto, que o curso d'água (Ribeirão das Araras) estudado manterá qualidade compatível com aquela requisitada pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-M Nº 1 de 05/08, para um curso de água de Classe 2, no que se refere à concentração de oxigênio dissolvido e DBO₅.

6. DESCRIÇÃO DO SISTEMA PROJETADO

6. DESCRIÇÃO DO SISTEMA PROJETADO

6.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Conforme informado anteriormente, o Sistema de Tratamento de Esgotos (ETE) concebido para a cidade de Três Pontas será composto de reatores/UASB seguido de lagoas de estabilização e ainda submetido à radiação de luz ultravioleta, atingindo, portanto, a fase terciária do processo.

Conforme informado também, o município já possui área destinada a instalação da ETE, com disponibilidade para implantação do sistema com associação de lagoas. A área adquirida pelo SAAE possui características adequada para ETE, com pouca inclinação e com movimentação de terra local na compensação corte/aterro.

O local previsto para implantação dista cerca de 3,0 km da área urbana, situa-se à margem da estrada vicinal de acesso a localidade de Pontalete, estando esta confinada entre a estrada e o Ribeirão das Araras. A área adquirida possui cerca de 26 hectares



Figura 6.1 – Localização da área da ETE – Google Earth

Portanto, tendo como norte o Estudo de Concepção realizado pela DESPRO, em que selecionou a alternativa 3 como proposta mais vantajosa, o escopo de projeto resume-se nos seguintes itens:

- Complementação do interceptor Araras até a Estação de Tratamento;
- Estação de Tratamento: Reator UASB + Lagoa de Polimento (Facultativa);
- Desinfecção por radiação ultravioleta;

A planta de Tratamento composta das seguintes unidades:

- Estação Elevatória Final;
- Tratamento Preliminar;
- Reator UASB;
- Lagoa de Polimento;
- Leito de Secagem;
- Valas de disposição de resíduos;
- Desinfecção por UV;

6.2. ESTAÇÃO DE TRATAMENTO

6.2.1 Acesso, Locação e Implantação da ETE

A área destinada a implantação das unidades de processo da ETE e respectivo acesso foram previamente levantados e demarcados durante a visita técnica realizada no município, sendo uma gleba de terreno de propriedade da Prefeitura Municipal, constando de área delimitada para utilização de 26,70 hectares, e coordenadas geográficas: N=763743.83 e E=442313,415

6.2.2. Definição Dos Platôs

Foram definidos níveis de platôs como se segue:

- . Platô Estação Elevatória Final: Cota 841,50;
- . Platô do tratamento preliminar: Cota 853,00;
- . Platô dos reatores: Cota 847,00;
- . Platô das Lagoas Facultativas: Cota 845,25;
- . Platô dos Leitos de secagem: Cota 845,25;
- . Platô do Laboratório: Cota 847,00.

6.2.3. Estação Elevatória Final - EEF

A Estação Elevatória Final projetada está situada na margem esquerda do córrego das Araras junto a área da ETE, onde receberá todo o efluente coletado na cidade e transportado através do interceptor do ribeirão Araras. As principais características da unidade serão descritas a seguir:

- . Vazão: 154,83 l/s
- . Altura Manométrica: 18,24 m

. Bombas

- . Número de bombas: 3 + 1 (Rodízio / Reserva)
- . Tipo: Submersível
- . Potência: 25 cv
- . Rotação: 1800 rpm

. Barrilete de recalque

- . Diâmetro 250 mm
- . Material FºFº

. Canalização de recalque

- . Diâmetro: 400 mm
- . Material: PVC DÊ Fofo
- . Extensão: 400 m

**SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO
TRÊS PONTAS - MG
COMPANHIA DE SANEAMENTO DE MINAS GERAIS**

ESTAÇÃO ELEVATÓRIA FINAL

Nº de conjuntos Final 3 + 1 (reserva e/ou rodízio)

Vazão média fim de plano* 94,43 l/s

Vazão de cálculo* 154,83 l/s

SISTEMA DE RECALQUE

-DADOS GERAIS

.Cota de chegada no TP (m) : 852,700
 .Cota do NA_{mín.} no poço de sucção (m) : 836,300
 .Cota do NA_{max} no poço de sucção(m) : 836,900
 .Cota do NA_{max} no poço de sucção Bomba 2 (m) : 837,100
 .Cota do NA_{max} no poço de sucção Bomba 3(m) : 837,300
 .Desnível geométrico máximo (m) : 16,40
 .Desnível geométrico mínimo (m) : 15,80

- ALTURA MANOMÉTRICA (m)

. Perdas de Carga Localizadas no Recalque

.. Vazão (l/s) : 51,61
 .. Material : FºFº

.. Perda de carga localizada (m) :

$$h_{p_l} = \frac{K \times V^2}{2g}$$

CODIGO	PEÇAS	Vazão (l/s)	Diâmetro (mm)	Veloc. (m/s)	Quant.	K _{UNIT.}	K _{TOTAL}
11	Entrada normal de canalização	51,61	250	1,05	1	0,50	0,50
1	Ampliação Gradual	51,61	250	1,05	1	0,30	0,30
8	Curva de 90º	51,61	250	1,05	1	0,40	0,40
25	Válvula de retenção	51,61	250	1,05	1	2,50	2,50
18	Registro de gaveta aberto	51,61	250	1,05	1	0,20	0,20
22	Tê, de saída de lado	51,61	400	0,41	1	1,30	1,30
21	Tê, de passagem direta	103,22	400	0,82	1	0,60	0,60
21	Tê, de passagem direta	154,83	400	1,23	1	0,60	0,60
9	Curva de 45º	154,83	400	1,23	2	0,20	0,40
20	Saída de Canalização	154,83	400	1,23	1	1,00	1,00
						Σ	7,80

h_{p_l} : 0,41 m

. Perdas de Carga Contínuas no Recalque

.. Vazão (l/s) : 154,83
 .. Material : PVC
 .. Coeficiente de rugosidade : 130
 .. Comprimento (m) : 400,00
 .. Diâmetro (mm) : 400
 .. Velocidade (m/s) : 1,23

$$hp_c = 10,643 \times Q^{1,85} \times C^{-1,85} \times D^{-4,87} \times L$$

hp_c : 1,44

. Altura manométrica(m)

.. Altura manométrica máxima(m) 18,24
 .. Altura manométrica mínima (m) 17,64

- POTÊNCIA REQUERIDA PELOS MOTORES (CV)

$$P = \frac{H_{\max} \times Q}{\eta \times 75} \quad (cv)$$

.. η 67,7%

.. Potência requerida pelos motores (CV)..... 18,5

- BOMBA SELECIONADA:

Tipo		SUBMERSÍVEL
Fabricante		EBARA
Modelo		100DL618
Rotação (rpm)		1800
Peso da Bomba (Kg)		465,0
Rendimento		67,7%
Potência (CV)	Instalada	18,5
	Consumida	25,0
Submersão Requerida (cm)		40,0
Submersão Adotada (cm)		50,0

A Bomba indicada será da EBARA e partir de seus dados foi verificado os pontos de trabalho.

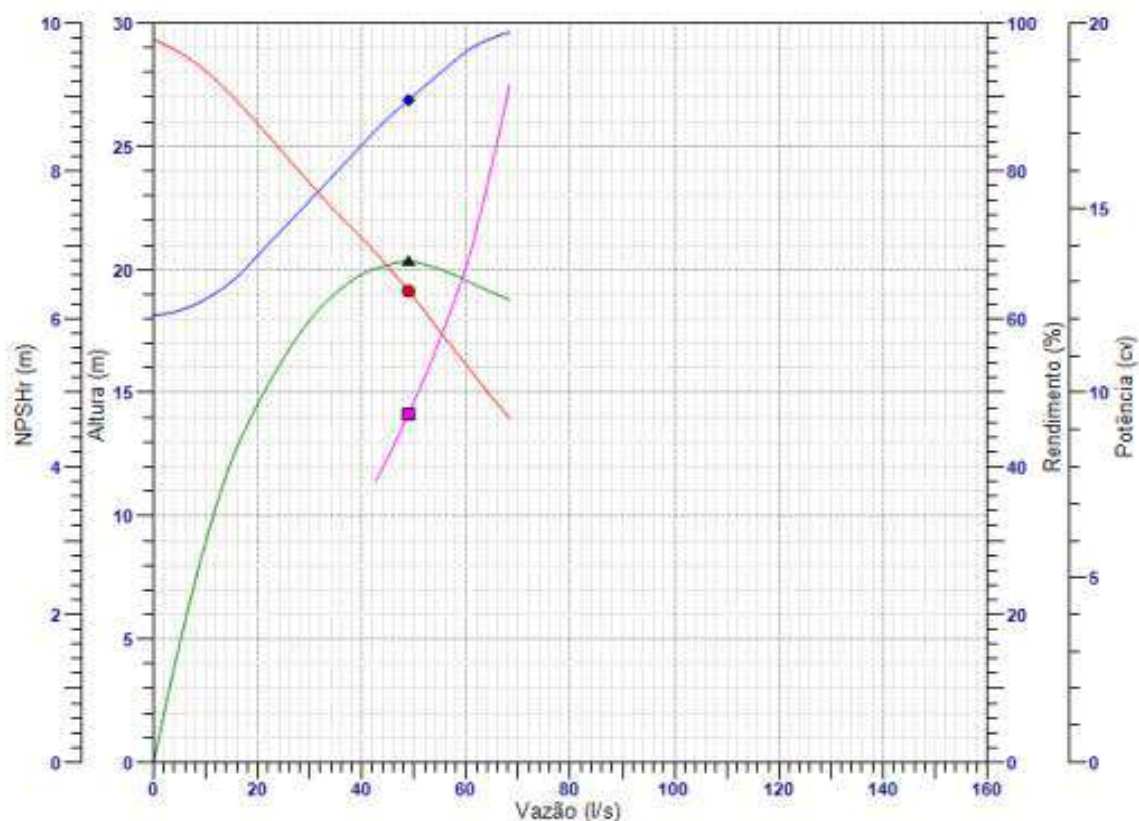


CURVA DE DESEMPENHO

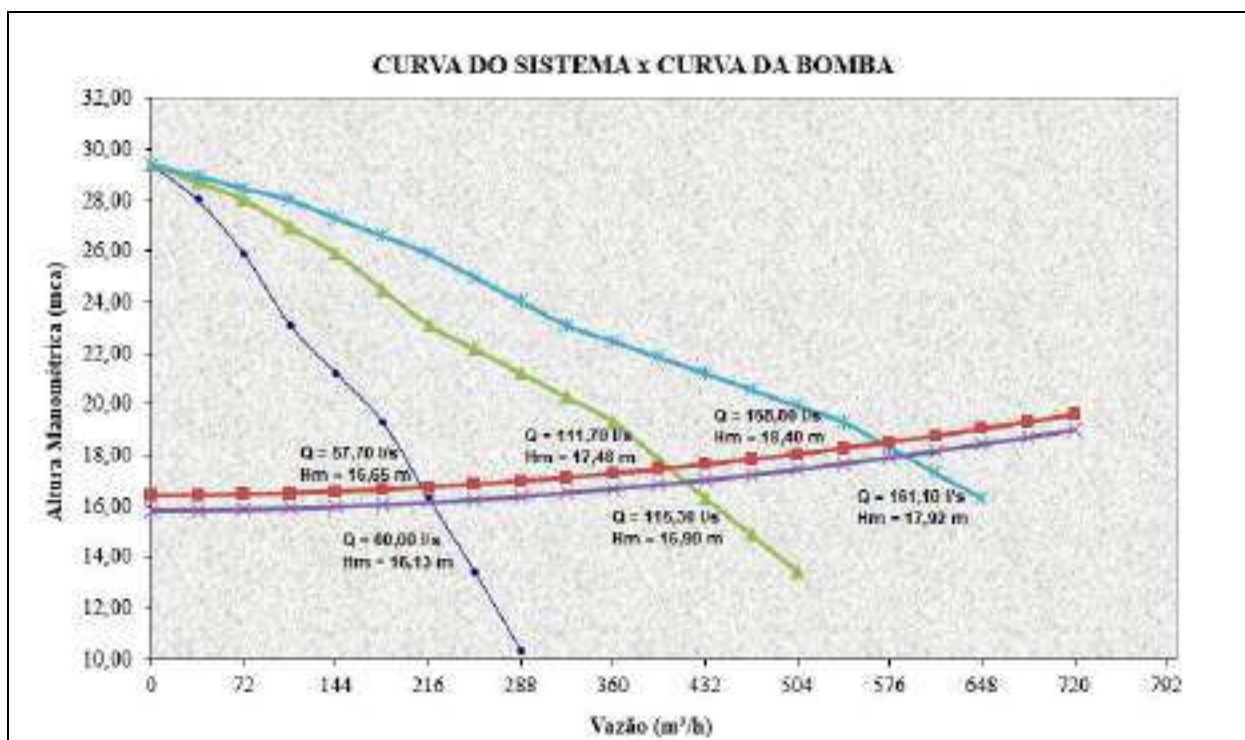
Página 1

ESB-BR LD ver: 2.4

Cliente EEF CORRIGIDO							Data 30/06/2022
Produto 100DL618	Potência (cv) 25,00	Freq. (Hz) 60,00	Nº Pólos 4	Ø Rotor (mm) 228,00	Sub. Mlx. (m) 20	Material Ferro Fundido	Cos ϕ (100%) 81.82
Motor MBRMT18	Tensão (V) 220/380/440	Ind. Prot. IP68	Fases 3	Rotação (rpm) 1800	M. Inércia (kg.m²) 0,1613	Rend. (100%) 80,68	Corr. Nom. (A) 77,0/44,0/38,0
Cabos Controle 18 AWG	Cabos Força 6 AWG	Classe Isol. H	Fator serv. 1,15	Nº Part. Hora 20	Temp. Máx.°C 40,00	Nº Curva B1056-2	Corr. Part. (A) 421,9/248,9/219,5
- Ponto Selecionado -							Tipo de Rotor Semiaberto
Vazão 154,83 l/s	Altura 19,13 m		NPSHr 4,71 m				
Potência Cons. 17,92 cv	Rend. Hidr. 67,75 %		R. Conj. 48,35 %				



● Desempenho ◆ Potência Consumida ▲ Rendimento ■ NPSH



Com a vazão do sistema foi dimensionado o volume do poço e seu tempo de detenção.

Pontos de Operação:

	Hgmáx		Hgmín	
	Q (l/s)	Hm (m)	Q (l/s)	Hm (m)
1º Bomba	57,70	16,65	60,00	16,13

POÇO DE SUCÇÃO

Poço de sucção previsto RETANGULAR

Determinação do Volume útil do poço de sucção - Vu

A vazão de dimensionamento considerada será a média das vazões máxima e mínima obtidas nos pontos de equilíbrio do rotor da bomba indicada.

Admitir-se-á um intervalo de partida a cada 10 minutos

$$Q_b = 0,05885 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V = 2,50 Q_b + 0,98 Q_b + 0,68 Q_b + 0,50 Q_b + 0,40 Q_b + 0,35 Q_b =$$

$$\begin{aligned} Vu_1 &= 8,8 \text{ m}^3 \\ Vu_2 &= 3,5 \text{ m}^3 \\ Vu_3 &= 2,4 \text{ m}^3 \\ Vu_4 &= 0,0 \text{ m}^3 \\ Vu_5 &= 0,0 \text{ m}^3 \\ Vu_6 &= 0,0 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Volume útil necessário do poço - Vu 14,70 m³

Determinação da área (Au) e altura útil (hu) da lâmina d'água do poço de sucção

Deve ser adotada uma altura útil mínima de 0,60 m para a 1ª bomba e 0,20 m para as demais.

$$Au = \frac{Vu}{hu}$$

Adotada

h ₁	=	0,60	m	>>	Au ₁	=	14,72	m ²
h ₂	=	0,20	m	>>	Au ₂	=	17,31	m ²
h ₃	=	0,20	m	>>	Au ₃	=	12,01	m ²
h ₄	=	0,00	m	>>	Au ₄	=	0,00	m ²
h ₅	=	0,00	m	>>	Au ₅	=	0,00	m ²
h ₆	=	0,00	m	>>	Au ₆	=	0,00	m ²

Altura útil da lâmina adotada - hu 0,60 m

Dimensões adotadas 2,70 x 5,55

Área útil do poço adotada - Au 14,99 m²

Verificação do volume útil do poço de sucção (Vu)

h ₁	=	0,60	m	>>	Vu ₁	=	8,99	m ³
h ₂	=	0,20	m	>>	Vu ₂	=	3,00	m ³
h ₃	=	0,20	m	>>	Vu ₃	=	3,00	m ³
h ₄	=	0,00	m	>>	Vu ₄	=	0,00	m ³
h ₅	=	0,00	m	>>	Vu ₅	=	0,00	m ³
h ₆	=	0,00	m	>>	Vu ₆	=	0,00	m ³

Volume útil do poço adotado - Vu 14,99 m³

Cálculo do Tempo de Detenção - Td - (min):

Vazão média de início de plano 5,67 m³/min

Altura do fundo do poço ao Na mín 0,50 m

Altura do fundo do poço ao Na médio 1,00 m

Volume efetivo do poço de sucção - Vef :

$$Vef = (0,50 + (0,60 / 2)) \times 14,99 >>> Vef = 11,99 \text{ m}^3$$

$$Td = \frac{Vef}{Q_{méd}(inicial)} = \frac{11,99}{5,67} >>> Td = 2,11 \text{ min}$$

Segundo a Norma Brasileira, NBR 12208, o tempo de detenção no poço de sucção deverá ser de no máximo 30 minutos. Para garantir este tempo máximo será previsto relé para o acionamento dos conjuntos elevatórios.

Será adotado um cesto coletor na entrada da elevatória de modo a reter os sólidos maiores e garantir um bom funcionamento dos equipamentos.

CÁLCULO DO CESTO

A quantidade de material gradeado é influenciada pelas condições locais, hábitos da população, época do ano, etc. e depende muito do espaçamento entre as grades.

A tabela abaixo mostra a variação da quantidade de material retido em relação às aberturas das grades, segundo Schroepfer.

Quantidade de material retido por espaçamento da malha do cesto

Espaçamento da malha (cm)	Quantidade de material retido (l/m ³ de esgoto gradeado)
2,0	0,038
2,5	0,023
3,5	0,012
4,0	0,009

.. Espaçamento da malha do cesto adotado 5,0 cm
 .. Quantidade de material retido 0,008 l/m³

Assim, teremos os seguintes volumes retidos para a vazão média afluente:

.. Vret (inicial) 65,27 l/dia
 .. Vret (final) 65,27 l/dia

. Dimensões adotadas

.. Comprimento 0,60 m
 .. Largura 0,60 m
 .. Altura 0,85 m

.. Volume do cesto 0,31 m³

. Frequência de Limpeza

.. Inicial 4 dias
 .. Final 4 dias

Cálculo golpe de aríete na linha da EEF

Será implantada uma Linha de recalque interligando a EEF ao TP com extensão aproximada de 400 metros.

A partir do cálculo do diâmetro econômico da tubulação, obteve-se o diâmetro de 0,393 m (393 mm), ou seja, diâmetro nominal de 400 mm.

Com o dimensionamento a partir da fórmula de Hazen-Willians, tem-se perda de carga dentro do parâmetro 8 m / km, estando, portanto, dentro do estabelecido por norma.

Fórmula de Bresse para determinação do diâmetro econômico:

$$D = k \times \sqrt{Q(m^3 / s)}$$

Onde:

$$K = 1,00$$

$$Q = \text{Vazão de recalque em } m^3/s$$

$$D = 1,00 \times 0,15483^{0,5} = 0,393 \text{ m}$$

Estudos transientes hidráulicos

O estudo de transientes tem como objetivo verificar as condições de trabalho para obter a pressão máxima na linha de recalque que acontece no barrilete. A seguir é apresentado o cálculo para a linha de recalque.

1-TRECHOS DE TUBOS

Trecho	S- P	

Extensão (m)	400,00	
Diâmetro interno (mm)	400	
Qte. tubos em paralelo	1	
Material do tubo	PVC	
Espessura do tubo (mm)	17,20	
Rugosidade do tubo (mm)	0,20	
Velocidade (m/s)	1,23	
Período da linha (s)	1,99	
Celeridade (m/s)	401,99	
Qte. de subtrechos	5	
Compr. unitário (m)	80,00	

2-BOMBAS

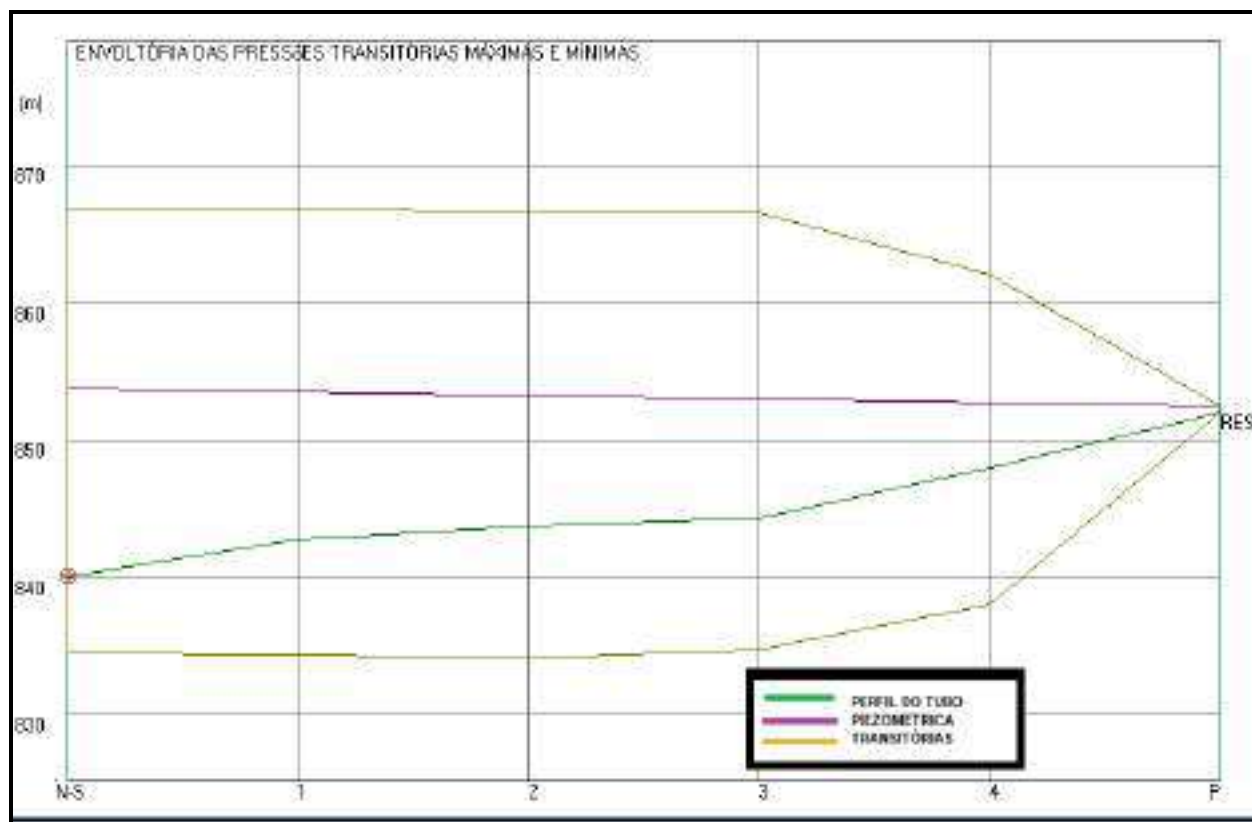
Trecho	N- S	

Qte.bombas efetivas em paralelo	3	
Vazão por bomba	51,61	
Altura manométrica (m)	18,24	
Potência do motor (CV)	25	
Rotação nominal (rpm)	1800	
Rendimento do conjunto (%)	67	
Momento inércia conjunto(kg.m2)	0,15	
Constante da bomba	4,30	

Tipo de válvula no recalque Retenção
 Diâmetro da válvula (mm) 250
 Tempo fechamento da válvula (s) 2,79
 Tempo parada da bomba (s) 10,15

3-TRANSITÓRIOS NA ADUTORA
 Intervalo de cálculo: 0,20 s
 Período de cálculo :100 s

Ponto	Cota tubo (m)	Cota piezom. (m)		Pressão (mca)		Volume cavidade (litros)
		Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	
N	840,14	836,30	836,30	-3,840	-3,840	0,000
S	840,14	866,89	834,54	26,747	-5,603	0,000
S-P/1	842,82	866,85	834,37	24,031	-8,452	0,000
S-P/2	843,71	866,77	834,19	23,055	-9,524	0,000
S-P/3	844,32	866,61	834,76	22,294	-9,556	0,000
S-P/4	847,96	862,14	838,02	14,184	-9,936	1,055
P	852,10	852,57	852,10	0,467	0,000	0,000



De acordo com o estudo mostrou-se que a pressão máxima encontrada foi de 26,74 mca na canalização adutora, verificou-se pressões mínimas negativas (subpressão) mas não apresentou cavidade (separação da coluna d'água), portanto a linha de recalque será toda em PVC DEFoFo.

6.2.4. Tratamento Preliminar

Será previsto um tratamento preliminar antes de o efluente chegar ao tratamento primário, com a finalidade de dotar os esgotos de características favoráveis as operações subsequentes.

O conjunto tratamento preliminar será composto de gradeamento e desarenador – ambos mecanizados, instalados em linha com condições de retirar todos materiais grosseiros e sólidos finos carregados junto com o efluente. Junto ao conjunto será instalada também uma estrutura de medição de Vazão (calha parshall).

Calha Parshall

Vazões afluentes

Q Max.....154,83 l/s

Q med.....94,43 l/s

Q min.....56,66 l/s

W =9"

Gradeamento

- . Dimensões das Barras (quadradas): 3/8";
- . Abertura entre Barras: 4,00 cm;
- . Largura da Grade: 1,00 m.

O dimensionamento será apresentado a seguir

PROJETO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO
TRATAMENTO PRELIMINAR
TRÊS PONTAS - MG

MEDIDOR PARSHALL

Tamanho do Medidor : $w = 9''$ ou $w = 22,90$ cm

Altura d'água no canal do medidor Parshall - H_a - (m):

$$Q = K \times H_a^n$$

$$n = \dots\dots\dots 1,530$$

$$K = \dots\dots\dots 0,535$$

Vazão de Projeto

$$Q_{\text{máx}} = 154,86 \text{ l/s} \quad H_{a \text{ máx.}} = 0,445 \text{ m}$$

$$Q_{\text{méd}} = 94,43 \text{ l/s} \quad H_{a \text{ méd}} = 0,322 \text{ m}$$

$$Q_{\text{mín}} = 56,66 \text{ l/s} \quad H_{a \text{ mín}} = 0,231 \text{ m}$$

Rebaixamento a ser feito no Canal Parshall - Z (m)

$$\frac{Q_{\text{méd.}}}{Q_{\text{máx.}}} = \frac{H_{a \text{ méd}} - Z}{H_{a \text{ máx}} - Z}$$

$$\frac{94,43}{154,86} = \frac{0,322 - Z}{0,454 - Z} \gg Z = 0,116 \text{ m}$$

Valor de Z adotado (m) 0,15

GRADEAMENTO

. Característica da Grade:

.. Espessura das barras (t) : 3/8 "

.. Abertura entre barras (e) : 4,0 cm

.. Velocidade a ser considerada na grade (m/s) : 0,60

. Eficiência

$$E = \frac{e}{e + t} = \frac{1,57}{1,950} \gg E = 80,8\%$$

. Número de canais adotados

Vazão de projeto 1

. Vazão por canal

Vazão de projeto 0,155 m^3/s

. Área útil necessária ao escoamento - A_u - (m^2):

$$A_u = \frac{Q_{\text{máx}}}{V}$$

.. Vazão de projeto

$$A_u = \frac{0,15}{0,60} \gg A_u = 0,26 \text{ m}^2$$

. Área total a montante da grade incluindo as barras - St - (m^2):

$$St = \frac{Au}{E}$$

.. Vazão de projeto

$$St = \frac{0,26}{0,808} \ggg St = 0,32 \quad m^2$$

. Altura máxima da lâmina no canal à montante da grade:

$$H = Ha - Z + hf$$

.. Início de Plano

Ha	0,45	m
Z	0,15	m
hf	0,09	m
H	0,39	m

.. Fim de Plano

Ha	0,45	m
Z	0,15	m
hf	0,09	m
H	0,39	m

.. Lâmina máxima no tubo de chegada (m) 0,40 m

.. Rebaixo adotado em relação à chegada (m) 0,25 m

. Largura do canal - b' - (m):

$$b' = \frac{St}{Hm}$$

.. Vazão de Projeto

$$b' = \frac{0,32}{0,39} \ggg b' = 0,82 \quad m$$

Largura de cada canal adotado (m) 1,00

. Velocidade no canal de montante

$$V = \frac{Q}{S}$$

.. Vazão de Projeto

$$= \frac{0,155}{1,00 \times 0,39} = 0,40 \quad m/s$$

Ter-se-a, portanto, as velocidades na grade para as vazões a seguir:

ANO	VAZÃO (m^3/s)	ÁREA		ALTURA H (m)	VELOC. (m/s)
		LIQUIDA Au (m^2)	TOTAL St (m^2)		
VAZÃO DE PROJETO	$Q_{máx} = 0,160$	0,27	0,33	0,45	0,60
	$Q_{méd} = 0,090$	0,15	0,19	0,31	0,60

. Perda de carga - hf - (m) - Segundo Metcalf e Eddy:

$$hf = 1,43 \times \frac{(V^2 - v^2)}{2g}$$

Onde

V = Velocidade através das barras limpas

v = Velocidade a montante da grade

Sendo,

$$v = E \times V = 0,808 \times 0,60$$

$$v = 0,48 \text{ m/s}$$

a) Grade limpa:

$$V = 0,60 \text{ m/s} \gg \gg hf1 = 0,01 \text{ m}$$

b) Grade 50 % suja:

Sendo, V duas vezes a vel. normal

$$V = 1,20 \text{ m/s} \gg \gg hf2 = 0,09 \text{ m}$$

. Volume de material retido:

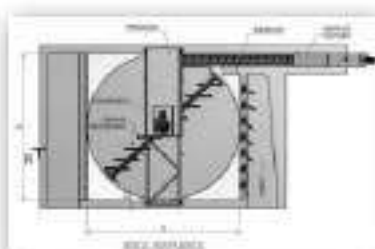
Considerando o valor de 0,015 litros de material retido na grade por m³ de esgoto gradeado, tem-se para a vazão média afluente o seguinte volume:

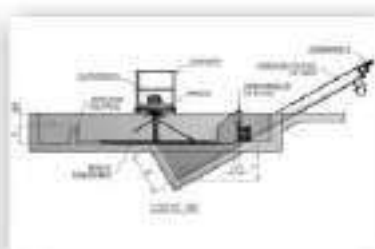
Início de Plano..... Vret (l/dia) = 154

Fim de Plano..... Vret (l/dia) = 179

Desarenador

Será utilizado o desarenador mecanizado tipo CS devido a vazão do sistema e suas características serão apresentadas a seguir:





Especificações técnicas					
Vazão (m³/h)	Área Superfície (m²)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)
495	5,9	2460	960	815	455
630	9,3	3050	985	855	480
945	13,4	3650	1020	885	510
1260	18,2	4275	1055	915	535
1420	20,9	4570	1075	930	535
1575	23,8	4880	1085	940	560
2050	30,1	5495	1120	965	585
2525	37,2	6100	1145	990	610
3945	58,1	7620	1215	1050	685
5680	83,6	9155	1270	1100	735

Diferenciais

- Mecanismo de lavagem e transporte de areia do tipo parafuso, construído em aço devidamente protegido contra corrosão.
- O sistema de acionamento é protegido por um sistema de segurança tipo inversor de frequência (instalado no painel de força e comando do raspador), caso ocorra sobrecarga no equipamento.

6.2.5. Reator anaeróbio de fluxo ascendente (RAFA) (UASB)

Para a fase primária do processo será adotado o Reator Anaeróbio de Manto de Lodo (UASB) que tem como característica básica a separação física e a recirculação dentro da própria unidade.

Dimensionamento dos Reatores

O esgoto afluente entra pela parte superior do reator e é distribuído uniformemente no fundo do mesmo, sobe com baixa velocidade, ficando os sólidos com grande concentração na parte inferior e uma mistura de lodo-líquido-gás nas camadas acima do leito.

No interior do RAFA acontecem os fenômenos da decantação, gaseificação - na zona denominada "manta de lodo" - e digestão do lodo, proporcionados pela ação das bactérias anaeróbias.

Os gases produzidos nas reações de transformação da matéria orgânica pelas bactérias metanogênicas, notadamente o metano (CH_4), são separados do meio líquido pelo separador trifásico, que os direciona para a parte central superior, de onde são coletados para o queimador com dispositivo corta-chamas ou simplesmente dispersos na atmosfera.

O defletor, localizado imediatamente abaixo do separador, evita com que os gases cheguem até o anel superior do reator, favorecendo com isto a decantação e, por conseguinte a separação do material sólido do esgoto do meio líquido.

O lodo decantado acumula-se no fundo do reator onde acontece a digestão e sua consequente estabilização. Depois de determinado tempo de residência e ter atingido certo volume, o lodo é descartado através de tubulação de fundo, para leitos de secagem para ser desidratado e posteriormente incorporado à matriz do solo.

Amostradores permitem a coleta de material do interior do reator para realização de análises laboratoriais de parâmetros que irão auxiliar na operação e monitoramento do sistema.

Comportas permitem o acesso para manutenção interna. A inspeção na parte superior é usada para a retirada de sobrenadante (escuma) que se forma na superfície.

A ventilação propicia a saída e entrada de ar, assegurando o funcionamento hidráulico.

As principais características desta unidade estão descritas abaixo:

- . Tempo de detenção para vazão máxima: 8,00 horas
- . Altura útil: 5,00 m
- . Formato: quadrado
- . Lado: 9,50 m
- . Número de unidades: 6
- . Eficiência da remoção de DBO: 70,0%
- . Eficiência da remoção de coliformes: 30,0%

O dimensionamento desta unidade é apresentado a seguir.

**ESTUDO DE CONCEPÇÃO DO SISTEMA DE ESGOTOS SANITÁRIO
DA CIDADE DE TRES PONTAS - MG
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS
REATOR - UASB**

CARACTERÍSTICAS DOS EFLUENTES

ANO	VAZÃO DOMÉSTICA (l/s)			VAZÃO INFIL. (l/s)	VAZÃO INDUST. (l/s)	VAZÃO TOTAL (l/s) (com infiltração)			POPULAÇÃO
	Mínima	Média	Máxima			Mínima	Média	Máxima	
Início 2024	35,44	70,87	127,57	17,72	0,00	53,15	88,59	145,29	51.027
1ª Etapa 2033	36,76	73,52	132,34	18,38	0,00	55,14	91,90	150,72	52.937
Final 2043	37,77	75,54	135,98	18,89	0,00	56,66	94,43	154,86	54.390

Coeficiente do dia de maior consumo (K1) 1,20

Coeficiente da hora de maior consumo (K2) 1,50

∴ Vazões

	Com Infiltração				Sem Infiltração			
* Q _{máx} =	154,86	l/s	557,50	m³/h	135,98	l/s	489,51	m³/h
Q _{méd} =	94,43	l/s	339,94	m³/h	75,54	l/s	271,95	m³/h

∴ Dados

Reatores a implantar em Início de Plano 6

Reatores a implantar em Final de Plano 0

Número final de reatores (N) 6

Número de reatores por módulo 2

População por Módulo em Início de Plano 8.505

População por Módulo em 1ª Etapa 8.823

População por Módulo em Final de Plano 9.065

Carga DBO per capita 54,0 gDBO/hab x dia

Concentração do DBO afluente (S_o)

$$S_o = \frac{\text{População (hab)} \times \text{Carga DBO per capita (g DBO/hab x dia)} \times 1000}{86400} \times Q_{\text{méd}}$$

em Início de Plano 360,00 mgDBO/l ==>>> 0,360 kgDBO/m³

em 1ª Etapa 360,00 mgDBO/l ==>>> 0,360 kgDBO/m³

em Final de Plano 360,00 mgDBO/l ==>>> 0,360 kgDBO/m³

Relação entre DQO/DBO (entre 1,7 a 2,4) 1,7

Concentração do DQO afluente (S_o)														
em Início de Plano	612,00	mgDQO/l ==>>>	0,612	kgDQO/m ³										
em 1ª Etapa	612,00	mgDQO/l ==>>>	0,612	kgDQO/m ³										
em Final de Plano	612,00	mgDQO/l ==>>>	0,612	kgDQO/m ³										
Coeficiente de produção de sólidos (Y) *		0,10	kg SST / kg DQO _{apl}											
Coeficiente de produção de sólidos, em termos de DQO (Y_{obs}) ...		0,21	kg DQO _{lodo} / kg DQO _{apl}											
Concentração esperada do lodo de descarte		4,0%												
Densidade do lodo		1.020	kg / m ³											
* - Os valores de Y reportados para o tratamento de esgotos domésticos são da ordem de 0,10 a 0,20 kg SST/kgDQO _{apl}														
DIMENSIONAMENTO DO REATOR														
- Cálculo da carga afluente média de DQO (Lo)														
$Lo = S_o \times Q_{méd}$														
Onde	$Q_{méd} =$ Vazão média (m ³ /dia)													
	$S_o =$ Concentração de DQO afluente													
<table border="1"> <tr> <th colspan="3">Lo (kg DQO/dia)</th> </tr> <tr> <td>2.024</td> <td>2.033</td> <td>2.043</td> </tr> <tr> <td>4.684,28</td> <td>4.859,62</td> <td>4.993,00</td> </tr> </table>						Lo (kg DQO/dia)			2.024	2.033	2.043	4.684,28	4.859,62	4.993,00
Lo (kg DQO/dia)														
2.024	2.033	2.043												
4.684,28	4.859,62	4.993,00												
- Tempo de detenção hidráulica para $Q_{média}$ (TDH) 8,00 h														
Para esgotos domésticos com temperatura em torno de 20°C, é recomendável um tempo de detenção hidráulica da ordem de 8 a 10 horas para a vazão média, e não inferior a 4 horas para a vazão máxima.														
- Determinação do volume total do reator														
$V = Q_{méd} \times TDH \quad ==>>> \quad V = 339,94 \text{ m}^3/\text{h} \times 8,00 \text{ h}$														
$V = 2.719,52 \text{ m}^3$														
- Volume de cada reator														
$V_u = \frac{V}{N} \quad ==>>> \quad V_u = 2.719,52 / 6,00$														
$==>>> V_u = 453,25 \text{ m}^3$														
- Adoção da Altura do Reator (H) 5,00 m														
As alturas dos reatores para tratamento de esgotos domésticos devem estar compreendidas entre 4,0 e 5,0 m, assim distribuídas:														
.. altura do compartimento de decantação : 1,5 a 2,0 m														
.. altura do compartimento de digestão : 2,5 a 3,5 m														

- Área de cada reator

$$A = \frac{V_u}{H} \quad \Rightarrow \quad A = 453,25 / 5,00$$

$$\Rightarrow \quad A = 90,65 \text{ m}^2$$

Dimensões - Largura

.. Diâmetro: 9,50 m

Dimensões - comprimento

.. Diâmetro: 9,50 m

Área de cada reator 90,25 m²

- Verificação dos parâmetros adotados

.. Área Total Corrigida (A_t) 541,50 m²

.. Volume Total Corrigido (V_t) 2.707,50 m³

.. Tempo de detenção hidráulico corrigido (TDH_t)

Etapa	Início	1ª Etapa	Final
Vazão	2.024	2.033	2.043
* Q _{méd}	8,49	8,18	7,96
* Q _{máx}	5,18	4,99	4,86

* Vazões com infiltração

- Cargas Aplicadas

.. Carga Orgânica Volumétrica

$$COV = \frac{Q_{máx} \cdot h_{or} \cdot S_o}{V}$$

Onde: COV = carga orgânica volumétrica (kgDQO/m³ x dia)
 Q_{máx hor} = vazão (m³ / dia)
 S_o = concentração de substrato afluente (kgDQO/m³)
 V = volume total do reator (m³)

$$COV = \frac{13380 \times 0,612}{2.707,50}$$

$$COV = 3,02 \text{ kgDQO/m}^3 \text{ x dia}$$

.. Carga Hidráulica Volumétrica

$$CHV = \frac{Q_{máx hor}}{V}$$

Onde: CHV = carga hidráulica volumétrica (m³ / m³ x dia)
 Q_{máx hor} = vazão (m³ / dia)
 V = volume total do reator (m³)

$$CHV = \frac{13380}{2.707,50} \quad CHV = 4,94 \text{ m}^3 / \text{m}^3 \text{ x dia}$$

- Velocidades Superficiais

$$v = \frac{Q}{A}$$

Onde: v = velocidade ascensional (m / h)

Q = vazão (m³ / h)

A = área da seção transversal do reator (m²)

v (m/h)			
Vazão	2.024	2.033	2.043
Q _{méd}	0,59	0,61	0,63
Q _{máx}	0,97	1,00	1,03

Recomenda-se as seguintes velocidades superficiais quando os efluentes são esgotos domésticos:

Vazão Afluente	Velocidade Superficial (m/h)
Vazão Média	0,5 - 0,7
Vazão Máxima	0,9 - 1,1
Picos Temporários *	< 1,5

* Picos de vazão com duração entre 2 e 4 horas

∴ Tubulação de Entrada

Para a determinação do número de tubos de entrada de efluente para a alimentação do processo, deve-se observar a proporção de 01 (um) tubo para cada 04 (quatro) metros quadrados, no máximo, adotando-se preferencialmente a cada 03 (três) metros quadrados.

Este cuidado deve ser tomado a fim de se evitar o fluxo preferencial no leito de lodo, o que prejudicaria o processo pela inadequada mistura substrato - lodo.

.. Área de fundo da unidade (m ²)	90,25	
.. Número de tubos (1 tubo / 3 m ²)	30,08	
.. Número de tubos adotado	30	
.. Vazão média por tubo (l/s)	0,86	
.. Diâmetro da tubulação (DN)	75	
.. Velocidade na tubulação (m/s)	0,19	
.. Altura máxima do NA sobre o vértice do vertedor triangular (triângulo retângulo) (cm)	5,19	cm
- Câmara de Chegada no UASB		
.. Largura do vertedor adotado	15	cm
.. Diâmetro interno da câmara de distribuição	143	cm
.. Diâmetro externo (largura) da câmara de distribuição	140	cm

∴ Eficiência

- Na remoção de DQO

$$E_{DQO} = 100 \times \left(1 - 0,68 \times TDH^{0,35} \right) \quad (\text{CHERNICHARO 1997})$$

Onde:

E_{DQO} = eficiência em termos de remoção de DQO (%)

TDH = tempo de detenção hidráulica para vazão média (h)

0,68 = constante empírica

0,35 = constante empírica

E _{DQO} (%)		
2.024	2.033	2.043
67,83%	67,42%	67,11%

- Na remoção de DBO

$$E_{DBO} = 100 \times \left(1 - 0,70 \times TDH^{0,50} \right) \quad (\text{CHERNICHARO 1997})$$

Onde:

E_{DBO} = eficiência em termos de remoção de DBO (%)

TDH = tempo de detenção hidráulica para vazão média (h)

0,70 = constante empírica

0,50 = constante empírica

E _{DBO} (%)			
Tipo	2.024	2.033	2.043
Teórico	75,98%	75,53%	75,20%
Adotato	70,00%	70,00%	70,00%

- Concentração de DQO e de DBO no efluente final

$$S = S_o - \frac{E \times S_o}{100}$$

Onde:

S = Concentração de DQO ou de DBO efluente (mg/l)

S_o = Concentração de DQO ou de DBO afluente (mg/l)

E = eficiência de remoção de DQO ou de DBO

S (mg/l)			
Tipo	2.024	2.033	2.043
DQO	196,86	199,40	201,30
DBO	108,00	108,00	108,00

- Na remoção de Coliforme

.. Coeficiente de decaimento bacteriano - Kb

$$K_b = 2,60 \times (1,19^{t-20})$$

Onde:

K_b = Coeficiente de decaimento bacteriano (dias⁻¹)

t = temperatura crítica admissível (°C) 20

$$(20 - 20)$$

$$K_b = 2,60 \times 1,19$$

$$K_b = 2,60 \text{ d}^{-1}$$

$$E = 1 - \left(\frac{1}{1 + K_b \times T} \right)$$

Onde:

E = Eficiência (%)

K_b = Coeficiente de decaimento bacteriano (dias⁻¹)

T = tempo de detenção (dias)

E (%)			
Tipo	2.024	2.033	2.043
Teórico	47,91%	46,99%	46,32%
Adotado	30,00%	30,00%	30,00%

∴ Produção de Biogás

A produção teórica de metano no sistema de tratamento pode ser estimada a partir das seguintes equações:

$$Q_{CH_4} = \frac{DQO_{CH_4}}{K(t)}$$

Onde: Q_{CH_4} = produção volumétrica de metano (m³ / dia)

DQO_{CH_4} = parcela de DQO convertida em gás metano (kg DQO / dia)

$K(t)$ = fator de correção para a temperatura operacional do reator (kgDQO / m³)

∴ Determinação da parcela de DQO convertida em gás metano

$$DQO_{CH_4} = Q_{med} \times [(S_0 - S) - Y_{obs} \times S_0]$$

Onde:

DQO_{CH_4} = parcela de DQO convertida em gás metano (kg DQO / dia)

Q_{med} = vazão (m³ / dia)

S_0 = concentração de DQO afluente (kgDQO/m³)

S = concentração de DQO efluente (kgDQO/m³)

Y_{obs} = coef. de produção de sólidos no sistema, em termos de DQO (kgDQO_{lodo}/KgDQO_{apl})

$$DQO_{CH_4} = 8158,56 \times [(0,612 - 0,201) - (0,210 \times 0,612)]$$

$$DQO_{CH_4} = 2302 \text{ kgDQO/dia}$$

∴ Fator de correção da temperatura operacional do reator

$$K(t) = \frac{P \times K}{R \times (273 + t)}$$

Onde:

K = COD correspondente a um mol de CH₄ 64 g DQO / mol

P = pressão atmosférica 1 atm

R = Constante dos gases 0,08206 atm.L/mol.°K

t = temperatura operacional do reator 20 °C

$$K(20) = \frac{1}{0,08206} \times \left(\frac{x}{273} + \frac{64}{20} \right)$$

$$K(20) = 2,662 \text{ kg DQO} / \text{m}^3$$

Aplicados estes valores na formula inicial temos:

$$Q_{CH_4} = \frac{2302}{2,662}$$

$$Q_{CH_4} = 864,763 \text{ m}^3/\text{dia}$$

- Produção de biogás

Uma vez determinada a produção de metano, pode-se estimar a produção total de biogás a partir do teor esperado de metano. Para o caso do tratamento de esgotos domésticos, os teores de metano no biogás são geralmente da ordem de 70 a 80%.

. Percentual de gás metano no biogás 70,0%

$$Q_{\text{biogás}} = 1235,38 \text{ m}^3/\text{dia}$$

- Tubulação

Será adotada uma velocidade média de escoamento abaixo de 3,6 m/s a fim de impedir o arraste dos líquidos condensados, evitando, assim, possíveis danos nos medidores e sobretudo reduzindo as perdas de carga.

- Seção da tubulação condutora

$$A = \frac{\text{Produção de biogás (m}^3 / \text{dia)} \times 10^6}{3,60 \text{ (m/s)} \times 86.400}$$

Nº de Reatores	Área Necessária (mm ²)	Diâmetro (mm)		
		Necessário	Adotado	
1	661,96	29,03	32 /	1 1/4 "
2	1.323,92	41,06	32 /	1 1/4 "
3	1.985,89	50,28	40 /	1 1/2 "
4	2.647,85	58,06	65 /	2 1/2 "
5	3.309,81	64,92	65 /	2 1/2 "
6	3.971,77	71,11	80 /	3 "

∴ Compartimento de decantação

No projeto, deverão ser levadas em conta as seguintes diretrizes básicas:

- instalação de defletores, localizados imediatamente abaixo das aberturas para o decantador, de forma a permitir a separação do biogás e propiciar que apenas o líquido e os sólidos adentrem ao compartimento de sedimentação. Estes defletores devem ter um trespasse mínimo de 10 a 15 cm em relação a abertura para o decantador;
- execução das paredes do compartimento de decantação com inclinações sempre superiores a 45°. Idealmente, devem ser adotadas inclinações iguais ou superiores a 50°;

- adoção da profundidade do compartimento de decantação na faixa de 1,5 a 2,0 m;
- taxas de aplicação superficial e tempo de detenção hidráulica no compartimento de decantação de acordo com o quadro abaixo.

Vazão Afluente	Taxa de aplicação superficial (m/h)	Tempo de detenção hidráulica (h)
Vazão Média	0,6 - 0,8	1,5 - 2,0
Vazão Máxima	< 1,2	> 1,0
Picos Temporários *	< 1,6	> 0,6

* Picos de vazão com duração entre 2 e 4 horas

. Volume do compartimento de decantação

.. Da área triangular

Inclinação das placas (graus)	45
Altura do triângulo (m)	3,00
Largura do triângulo (m)	3,00
Área da seção triangular (m ²)	4,50
Comprimento médio (m)	20,42
Volume da parte triangular (m ³)	91,89

.. Da parte superior

Altura da parte superior (m)	0,20
Área (m ²)	0,60
Volume da parte superior (m ³)	12,25

.. Da calha de recolhimento

Largura da Calha (inclusive parede) (m)	0,55
Altura da Calha (inclusive laje) (m)	0,50
Comprimento médio da calha (m)	28,12
Volume da calha (m ³)	30,93

..Volume por reator (m³) 73,21

..Volume Total (m³) 439,26

..Tempo de detenção:

	T (h)		
Vazão	2.024	2.033	2.043
Q _{méd}	1,38	1,33	1,29
Q _{máx}	0,84	0,81	0,79

. Comprimento do decantador de cada UASB (C _d)	20,42	m																
. Comprimento total de decantadores (C _t)	122,52	m																
. Largura útil de cada decantador (L _d)	3,00	m																
. Área total de decantadores																		
$A_d = C_t \times L_d$																		
A _d = 367,57 m ²																		
. Taxa de aplicação superficial nos decantadores (v _d)																		
$v_d = \frac{Q}{A}$																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">v_d (m/h)</th> </tr> <tr> <th>Vazão</th> <th>2.024</th> <th>2.033</th> <th>2.043</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Q_{méd}</td> <td>0,87</td> <td>0,90</td> <td>0,92</td> </tr> <tr> <td>Q_{máx}</td> <td>1,42</td> <td>1,48</td> <td>1,52</td> </tr> </tbody> </table>			v _d (m/h)				Vazão	2.024	2.033	2.043	Q _{méd}	0,87	0,90	0,92	Q _{máx}	1,42	1,48	1,52
v _d (m/h)																		
Vazão	2.024	2.033	2.043															
Q _{méd}	0,87	0,90	0,92															
Q _{máx}	1,42	1,48	1,52															
- Abertura para admissão do esgoto no decantador																		
. Comprimento da abertura de cada reator (C _a)	28,18	m																
. Comprimento equivalente de aberturas simples (C _t)	169,08	m																
. Largura de cada abertura (L _a)	0,75	m																
. Projeção horizontal da abertura	0,53	m																
. Área total das aberturas																		
$A_t = C_t \times L_a$																		
A _t = 126,81 m ²																		
. Velocidade através das aberturas (v _a)																		
$v_a = \frac{Q}{A}$																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">v_a (m/h)</th> </tr> <tr> <th>Vazão</th> <th>2.024</th> <th>2.033</th> <th>2.043</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Q_{méd}</td> <td>2,51</td> <td>2,61</td> <td>2,68</td> </tr> <tr> <td>Q_{máx}</td> <td>4,12</td> <td>4,28</td> <td>4,40</td> </tr> </tbody> </table>			v _a (m/h)				Vazão	2.024	2.033	2.043	Q _{méd}	2,51	2,61	2,68	Q _{máx}	4,12	4,28	4,40
v _a (m/h)																		
Vazão	2.024	2.033	2.043															
Q _{méd}	2,51	2,61	2,68															
Q _{máx}	4,12	4,28	4,40															
Recomenda-se as seguintes velocidades nas aberturas para o decantador :																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Vazão Afluente</th> <th>Velocidade (m/h)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Vazão Média</td> <td>< 2,0 - 2,3</td> </tr> <tr> <td>Vazão Máxima</td> <td>< 4,0 - 4,2</td> </tr> <tr> <td>Picos Temporários *</td> <td>< 5,6 - 6,0</td> </tr> </tbody> </table>			Vazão Afluente	Velocidade (m/h)	Vazão Média	< 2,0 - 2,3	Vazão Máxima	< 4,0 - 4,2	Picos Temporários *	< 5,6 - 6,0								
Vazão Afluente	Velocidade (m/h)																	
Vazão Média	< 2,0 - 2,3																	
Vazão Máxima	< 4,0 - 4,2																	
Picos Temporários *	< 5,6 - 6,0																	
* Picos de vazão com duração entre 2 e 4 horas																		
. Vertedor de Saída																		
.. Perímetro do Vertedor	26,39	m																
.. Tipo do Vertedor	em V																	

.. Características do Vertedor		
... Largura do Rasgo	0,10	m
... Largura do Dente	0,05	m
.. Número de Entalhes	176	un
.. Vazão por Entalhe	0,09	l/ s
.. Carga Hidráulica sobre o Vertedor		
$Q=1,40 \times H^{5/2}$		
Onde		
... Q = vazão	0,00009	m ³ / s
... H = carga sobre o vertedor	0,027	m
∴ Produção de Lodo		
$P_{lodo} = Y \times L_o$		
Onde:		
P_{lodo} = produção de sólidos no sistema (kgSSt / dia)		
Y = coeficiente de sólidos no sistema (kgSST / kgDQO _{apl})		
L_o = carga de DQO afluente ao sistema (kgDQO / dia)		
$P_{lodo} = 0,10 \times 4993$		
$P_{lodo} = 499,30 \text{ kgSST / dia}$		
- Produção Volumétrica		
$V_{lodo} = \frac{P_{lodo}}{\gamma \times C}$		
Onde:		
V_{lodo} = produção volumétrica de lodo (m ³ / dia)		
P_{lodo} = produção de sólidos no sistema (kgSSt / dia)		
γ = densidade do lodo (usualmente da ordem de 1020 a 1040 kg/m ³)		
C = concentração do lodo (%)		
$V_{lodo} = \frac{499,30}{1020,00 \times 0,04}$		
$V_{lodo} = 12,24 \text{ m}^3 / \text{dia}$		

6.2.6. Lagoa Facultativa / Polimento

Na Lagoa Facultativa embora parte do oxigênio necessário para manter as camadas superiores aeróbias seja fornecido pelo ambiente externo, a maior parte vem da fotossíntese das algas, que crescem naturalmente em águas com grandes quantidades de nutrientes e energia da luz solar. As bactérias que vivem nas lagoas utilizam o oxigênio produzido pelas algas para oxidar a matéria orgânica. Um dos produtos finais desse processo é o gás carbônico, que é utilizado pelas algas na sua fotossíntese.

Este sistema oferece as seguintes vantagens em relação aos demais sistemas:

- Satisfatória eficiência na remoção de DBO;
- Requisitos energéticos praticamente nulos;
- Construção, operação e manutenção simples;
- Reduzido custo de implantação e operação;
- Remoção de lodo necessária após períodos superiores a 20 anos;
- Satisfatória resistência a variações de carga;
- Ausência de equipamentos mecânicos.

Os custos das lagoas são bastante competitivos, desde que os custos do terreno ou necessidade de movimento de terra não sejam excessivos. A construção é simples, envolvendo principalmente movimento de terra, e os custos operacionais são desprezíveis, em comparação a outros métodos de tratamento. A eficiência do sistema é usualmente satisfatória, podendo chegar a níveis comparáveis à da maior parte de tratamentos secundários.

As Lagoas Facultativas projetadas terão as seguintes características:

- **Lagoa Facultativa**

- Número de lagoas em paralelo 2 und.
- Área de lâmina líquida por lagoa 2,050 ha
- Dimensões de cada lagoa 205 x 100 m
- Profundidade útil 2,50 m

A seguir o dimensionamento desta unidade:

ESTUDO DE CONCEPÇÃO DO SISTEMA DE ESGOTOS SANITÁRIO								
DA CIDADE DE TRES PONTAS - MG								
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS								
LAGOA DE FACULTATIVA								
ANO	VAZÃO DOMÉSTICA (l/s)			INFIL- TRAÇÃO (l/s)	VAZÃO TOTAL (l/s) (com infiltração)			POPULAÇÃO (hab)
	Mínima	Média	Máxima		Mínima	Média	Máxima	
2.024	35,44	70,87	127,57	17,72	53,15	70,87	145,29	51.027
2.033	36,76	73,52	132,34	18,38	55,14	73,52	150,72	52.937
2.043	37,77	75,54	135,98	18,89	56,66	75,54	154,86	54.390

Coeficiente do dia de maior consumo (K1)	1,20
Coeficiente da hora de maior consumo (K2)	1,50
DBO5 (g / hab x dia)	54,00
Coeficiente de redução de DBO no tratamento primário	
Em 1ª. etapa	70,0%
Em Final de Plano	70,0%
Coeficiente de redução de Coliformes no tratamento primário	
Em 1ª. etapa	30,0%
Em Final de Plano	30,0%

Sistema de Tratamento composto de UASB seguida de lagoa facultativa

LAGOA FACULTATIVA

Nº. de módulos	
Em 1ª. etapa	2
Em Final de Plano	0
Número total de módulos	2
Nº. de lagoas em série	
Em 1ª. etapa	1
Em Final de Plano	0
Número total de lagoas em série	1
Temperatura critica admissível	20 (°C)
Profundidade da lamina d'água	2,50 (m)
Inclinação de talude interno 1 / 2	26,5 (grau)
Inclinação de talude externo 1 / 1,5	33,7 (grau)
Área da lamina d'água total	
Em 1ª. etapa	4,100 (ha)
Em Final de Plano	4,100 (ha)
Área da lamina d'água por lagoa	2,050 (ha)
DBO Afluente	
Carga org.inicial x (1-Coef.de red.trat.primario)	
Em 1ª. etapa	857,58 (Kg/dia)
Em Final de Plano	881,12 (Kg/dia)

Taxa Orgânica Afluente

·	$\frac{\text{DBO5 Afluente (Kg / dia)}}{\text{Área Lâmina d'água (ha)}}$		
	Em 1ª. etapa	209,17	(Kg / dia x ha)
	Em Final de Plano	214,91	(Kg / dia x ha)

Volume útil

·	Área a meia seção (m ²) x Prof. Lamina d'água (m)		
	Área a meia seção em 1ª. etapa	3,89	ha
	Área a meia seção em Final de Plano	3,89	ha
	Em 1ª. etapa	97172	(m ³)
	Em Final de Plano	97172	(m ³)

Tempo de detenção

·	$\frac{\text{Vol. útil (m}^3\text{)}}{\text{Q}_{\text{média}} \text{ (m}^3\text{ / dia)}}$		
	Em 1ª. etapa	15,30	(dia)
	Em Final de Plano	14,89	(dia)

DBO no Afluente da Lagoa

·	$\frac{\text{DBO5(Kg/dia)} \times 1.000.000}{\text{Q}_{\text{média}} \text{ (m}^3\text{/dia)}}$		
	Em 1ª. etapa	135,00	(mg/l)
	Em Final de Plano	135,00	(mg/l)

Eficiência da Lagoa para remoção de DBO:

·	$\frac{(0,725 \times \text{Tx. Org. (Kg / dia x ha)}) + 10,75}{\text{Tx. Org. (Kg / dia x ha)}}$		
	Em 1ª. etapa	77,64%	(%)
	Em Final de Plano	77,50%	(%)

DBO no Efluente

·	DBO Afl. (mg/l) - (DBO Afl (mg/l) x Ef. remoção DBO)		
	Em 1ª. etapa	30,19	(mg / l)
	Em Final de Plano	30,37	(mg / l)

Eficiência da Lagoa para remoção de coliforme:

$$K_b = 2,60 \times (1,19^{t-20})$$

Onde:

K_b = Coeficiente de decaimento bacteriano (dias⁻¹)

t = temperatura crítica admissível (°C)

Coeficiente de decaimento bacteriano - K_b 2,60 (K_b)

$$E = 1 - \frac{1}{(1 + K_b \times t/n)^n}$$

Remoção em 1ª. etapa na Lagoa Facultativa	97,55%	(%)
Remoção em Final de Plano na Lagoa Facultativa	97,48%	(%)

Eficiência do Sistema p/remoção de DBO

·	1 - ((1 - Coef. red. trat. primario) x (1 - Ef. lag. remoção DBO))		
	em 1ª. etapa (Lagoa Facultativa + Trat. Primario)	93,29%	(%)
	em Final de Plano (Lagoa Facultativa + Trat. Primario)	93,25%	(%)

Eficiência do Sistema p/remoção de coliforme:

$$1 - ((1 - \text{Remoção Facult.}) \times (1 - \text{Remoção RAFA}))$$

Remoção total em 1ª etapa	98,28%	
Remoção total em Final de Plano	98,24%	
Taxa "per-capita" de Coliformes		
Total (coli / hab x dia)	2,0E+11	
Fecal (coli / hab x dia)	4,0E+10	
Carga de coliforme		
. Pop. (hab) x Colif. (coli / hab x dia)		
1ª etapa	1,1E+16 coli total / dia = 2,12E+15 coli fecal / dia	
Final de Plano	1,1E+16 coli total / dia = 2,18E+15 coli fecal / dia	
Concentração de coliforme total no afluente		
. $\frac{\text{Carga colif. total (coli total / dia)}}{Q_{\text{média}} \text{ (l/dia)}}$		
1ª etapa	1,67E+09 coli total / l = 1,67E+08 coli total / 100ml (NMP)	
Final de Plano	1,67E+09 coli total / l = 1,67E+08 coli total / 100ml (NMP)	
Concentração de coliforme fecal no afluente		
. $\frac{\text{Carga colif. fecal (coli fecal/dia)}}{Q_{\text{média}} \text{ (l/dia)}}$		
1ª etapa	3,33E+08 coli fecal / l = 3,33E+07 coli fecal / 100ml (NMP)	
Final de Plano	3,33E+08 coli fecal / l = 3,33E+07 coli fecal / 100ml (NMP)	
Concentração de coliforme total no efluente		
. Conc. colif. total afl. x (1-Remocao total colif.)		
1ª etapa	2,86E+07 coli total / l = 2,86E+06 coli total / 100ml (NMP)	
Final de Plano	2,94E+07 coli total / l = 2,94E+06 coli total / 100ml (NMP)	
Concentração de coliforme fecal no efluente		
. Conc. colif. fecal afl. x (1-Remocao fecal colif.)		
1ª etapa	5,72E+06 coli fecal / l = 5,72E+05 coli fecal / 100ml (NMP)	
Final de Plano	5,88E+06 coli fecal / l = 5,88E+05 coli fecal / 100ml (NMP)	
Parâmetros do Corpo Receptor		
.. Vazão		
Mínima do corpo receptor	0,20 (m³/s)	
Média do corpo receptor	1,76 (m³/s)	
.. Concentração de Coliforme no Corpo Receptor (antes da mistura)		
Coliformes Totais	100,00 (NMP)	
Coliformes Fecais	100,00 (NMP)	
Concentração de coliforme total na mistura		
$\frac{Q_{\text{rio}} \text{ (l/s)} \times \text{Conc. colif. rio (em 100ml)} + Q_{\text{med. esg.}} \times \text{conc. colif. total afl.}}{Q_{\text{rio}} \text{ (l/s)} + Q_{\text{med. esgoto}}}$		
Vazão do Rio	Média	Mínima
1ª etapa (NMP)	115153	783558 (NMP)
Final de Plano (NMP)	121340	820436 (NMP)
Concentração de coliforme fecal na mistura		
$\frac{Q_{\text{rio}} \text{ (l/s)} \times \text{Conc. colif. rio (em 100ml)} + Q_{\text{med. esg.}} \times \text{conc. colif. fecal afl.}}{Q_{\text{rio}} \text{ (l/s)} + Q_{\text{med. esgoto}}}$		
Vazão do Rio	Média	Mínima
1ª etapa (NMP)	23107	156770 (NMP)
Final de Plano (NMP)	24345	164145 (NMP)

6.2.7. Leitos De Secagem

Os leitos de secagem, dimensionados em seguida, serão assentados no platô de cota 845,25, que permitirá receber por gravidade a descarga de lodo do RAFA e ao mesmo tempo, escoar o líquido percolado para a EE Final. Desta forma, não se levará ao corpo receptor o percolado da secagem do lodo.

Para atender à etapa final, foram dimensionadas em final de plano, 08 câmaras de 86,00 m² cada, que serão construídas em alvenaria. O efluente será dividido entre as câmaras de secagem através da operação das comportas instaladas na entrada de cada módulo.

- . Nº de unidades: 08 un
- . Dimensões: (8,60 x 10,00) m
- . Área de cada célula: 86,00 m²

O dimensionamento desta unidade é apresentado a seguir.

ESTUDO DE CONCEPÇÃO DO SISTEMA DE ESGOTOS SANITÁRIO DA CIDADE DE TRES PONTAS - MG ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS LEITO DE SECAGEM			
LEITOS DE SECAGEM			
.. Período de descarte	20	dias	
.. Lodo produzido diário (P _{lodo})	496,77	kgSST / dia	
.. Produtividade do leito de secagem	15,00	kgSST / m ² dia	
.. Área mínima dos leitos de secagem	662,36	m ²	
.. Fator de segurança para definição da área final.....	0%		
.. Área final dos leitos de secagem	662,36	m ²	
.. Célula de secagem			
. Número de célula			
. Em Início de Plano	8,00		
. Em Final de Plano	8,00		
. Área necessária de cada célula.....	82,80	m ²	
. Dimensões adotadas	8,60	x	10,00 m
. Área final	688,00	m ²	

6.2.8. Valas De Disposição Do Subproduto Do Tratamento

Para a disposição final do lodo desidratado, areia e material gradeado previram-se uma área destinada para implantação de valas de aterro.

Tanto a areia como o material gradeado, serão dispostos no terreno, em valas escavadas, protegidos internamente com lençol plástico. As valas serão preenchidas com processo tipo “sanduiche” com uma camada de material gradeado e areia tendo uma altura de 30 cm, recoberta com 30 cm de terra. Neste processo, uma vez atingido o nível do terreno, a superfície da célula será gramada, encerrando-se o aterro.

A estimativa do volume de resíduos sólidos gerados na ETE e na elevatória de esgoto bruto foi feita com base em dados operacionais obtidos em unidades similares, quais sejam:

- . Material retirado das grades: 15 litros/m³ de esgoto bruto
- . Areia removida dos desarenadores: 30 litros/m³ de esgoto bruto
- . Lodo desidratado: 50% teor de sólidos

A área necessária na planta de tratamento para o aterro é de 0,73 hectares, sendo 0,22 hectares para disposição dos sólidos grosseiros e areia e mais 0,51 hectares para disposição do lodo. A execução da vala para aterro controlado deverá ser de acordo com a necessidade de operação, devendo ser implantado uma para início dos trabalhos.

O dimensionamento desta unidade é apresentado ao final deste capítulo.

**PROJETO BÁSICO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO
DA CIDADE DE TRES PONTAS - MG
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS
DISPOSIÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS**

LODO DIGERIDO

- Produção de Lodo

- No UASB

.. Carga DBO per capita	54,0	gDBO/hab x dia
.. Relação entre DQO/DBO	1,7	
.. Coeficiente de produção de sólidos (Y)	0,10	kg SST / kg DQO _{apl}
.. Densidade do lodo	1.020	kg / m ³
.. Concentração do lodo	4,0%	

ANO	POP.	Per Capita	Q _{média} (l/s)			S _o mgDBO/l	P _{Lodo} kgSST/dia	V _{lodo}	
			Dom.	Infil	Total			m³/dia	m³/ano
2024	51.027	150,00	70,87	4,92	75,79	420,80	468,43	11,48	4.190,59
2025	51.275	150,00	71,22	4,95	76,16	420,77	470,70	11,54	4.210,96
2026	51.513	150,00	71,55	4,98	76,52	420,74	472,89	11,59	4.230,51
2027	51.741	150,00	71,86	5,01	76,87	420,70	474,98	11,64	4.249,23
2028	51.961	150,00	72,17	5,03	77,20	420,65	477,00	11,69	4.267,30
2029	52.172	150,00	72,46	5,06	77,53	420,61	478,94	11,74	4.284,63
2030	52.375	150,00	72,74	5,09	77,84	420,55	480,80	11,78	4.301,30
2031	52.570	150,00	73,01	5,12	78,14	420,49	482,59	11,83	4.317,31
2032	52.757	150,00	73,27	5,15	78,43	420,43	484,31	11,87	4.332,67
2033	52.937	150,00	73,52	5,18	78,71	420,36	485,96	11,91	4.347,45
2034	53.110	150,00	73,76	5,21	78,98	420,29	487,55	11,95	4.361,66
2035	53.276	150,00	73,99	5,24	79,24	420,22	489,07	11,99	4.375,29
2036	53.436	150,00	74,22	5,27	79,49	420,14	490,54	12,02	4.388,43
2037	53.589	150,00	74,43	5,31	79,73	420,06	491,95	12,06	4.401,00
2038	53.736	150,00	74,63	5,34	79,97	419,97	493,30	12,09	4.413,07
2039	53.878	150,00	74,83	5,37	80,20	419,88	494,60	12,12	4.424,73
2040	54.014	150,00	75,02	5,40	80,42	419,79	495,85	12,15	4.435,90
2041	54.144	150,00	75,20	5,43	80,63	419,69	497,04	12,18	4.446,58
2042	54.270	150,00	75,38	5,46	80,84	419,59	498,20	12,21	4.456,92
2043	54.390	150,00	75,54	5,49	81,04	419,49	499,30	12,24	4.466,78

- No sistema UASB + Decantador

ANO	P _{Lodo} kgSS/dia		
	UASB	DS	Total
2024	468,43	0,00	468,43
2025	470,70	0,00	470,70
2026	472,89	0,00	472,89
2027	474,98	0,00	474,98
2028	477,00	0,00	477,00
2029	478,94	0,00	478,94
2030	480,80	0,00	480,80

ANO	P _{Lodo} kgSS/dia		
	UASB	DS	Total
2034	487,55	0,00	487,55
2035	489,07	0,00	489,07
2036	490,54	0,00	490,54
2037	491,95	0,00	491,95
2038	493,30	0,00	493,30
2039	494,60	0,00	494,60
2040	495,85	0,00	495,85

2031	482,59	0,00	482,59
2032	484,31	0,00	484,31
2033	485,96	0,00	485,96

2041	497,04	0,00	497,04
2042	498,20	0,00	498,20
2043	499,30	0,00	499,30

SÓLIDOS GROSSEIROS E AREIAS

- Produção Anual Sólidos Grosseiros / Areias

- Areia retida / m³ esgoto 0,03 l/m³
 - Sólidos retidos / m³ esgoto 0,015 l/m³

ANO	POP.	Per Capita	Q _{média} (l/s)			Areia m³	Sólidos m³
			Dom.	Infil	Total		
2024	51.027	150,00	70,87	4,92	75,79	71,70	35,85
2025	51.275	150,00	71,22	4,95	76,16	72,06	36,03
2026	51.513	150,00	71,55	4,98	76,52	72,40	36,20
2027	51.741	150,00	71,86	5,01	76,87	72,72	36,36
2028	51.961	150,00	72,17	5,03	77,20	73,04	36,52
2029	52.172	150,00	72,46	5,06	77,53	73,34	36,67
2030	52.375	150,00	72,74	5,09	77,84	73,64	36,82
2031	52.570	150,00	73,01	5,12	78,14	73,92	36,96
2032	52.757	150,00	73,27	5,15	78,43	74,20	37,10
2033	52.937	150,00	73,52	5,18	78,71	74,46	37,23
2034	53.110	150,00	73,76	5,21	78,98	74,72	37,36
2035	53.276	150,00	73,99	5,24	79,24	74,97	37,48
2036	53.436	150,00	74,22	5,27	79,49	75,21	37,60
2037	53.589	150,00	74,43	5,31	79,73	75,44	37,72
2038	53.736	150,00	74,63	5,34	79,97	75,66	37,83
2039	53.878	150,00	74,83	5,37	80,20	75,87	37,94
2040	54.014	150,00	75,02	5,40	80,42	76,08	38,04
2041	54.144	150,00	75,20	5,43	80,63	76,28	38,14
2042	54.270	150,00	75,38	5,46	80,84	76,48	38,24
2043	54.390	150,00	75,54	5,49	81,04	76,67	38,33

DISPOSIÇÃO FINAL

- Lodo após saída do Leito

.. Densidade do lodo a ser encaminhado p/ aterro 1.050 kg / m³
 .. Umidade no lodo descartado da centrífuga 50%
 - Quantidade de sólido contido no lodo desidratado 50%

ANO	Lodo kgSS/dia	V _{lodo(umido)}	
		m³/dia	m³/ano
2024	468,43	0,89	325,67
2025	470,70	0,90	327,25
2026	472,89	0,90	328,77
2027	474,98	0,90	330,23
2028	477,00	0,91	331,63
2029	478,94	0,91	332,98
2030	480,80	0,92	334,27
2031	482,59	0,92	335,52
2032	484,31	0,92	336,71
2033	485,96	0,93	337,86
2034	487,55	0,93	338,96
2035	489,07	0,93	340,02
2036	490,54	0,93	341,04
2037	491,95	0,94	342,02
2038	493,30	0,94	342,96

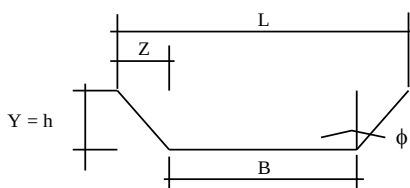
2039	494,60	0,94	343,86
2040	495,85	0,94	344,73
2041	497,04	0,95	345,56
2042	498,20	0,95	346,37
2043	499,30	0,95	347,13

VALAS DE DISPOSIÇÃO

- Período de operação do aterro..... 20 anos

- Sólidos Grosseiros / Areia

.. Dimensões da vala



Parâmetros:

Y (m) :	2,00
Z (m) :	0,00
B (m) :	10,00
phi :	0 °
L (m) :	10,00

.. Espaçamento entre valas 5,00 m

.. Volume por metro linear de vala

... Altura da camada de sólidos 0,45 m

... Altura da camada de aterro 0,15 m

... Número de camadas por vala 3,33 camadas

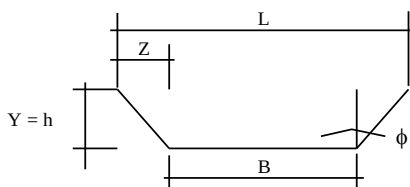
... Volume efetivo de sólidos por metro linear de vala 15,00 m³/m

.. Área efetiva de aterro 0,149 ha

.. Área total de aterro necessária 0,223 ha

- Lodo

.. Dimensões da vala



Parâmetros:

Y (m) :	2,00
Z (m) :	0,00
B (m) :	10,00
phi :	0 °
L (m) :	10,00

.. Espaçamento entre valas 5,00 m

.. Volume por metro linear de vala

... Volume efetivo de sólidos por metro linear de vala 20,00 m³/m

.. Área efetiva de aterro 0,34 ha

.. Área total de aterro necessária 0,51 ha

- Área total necessária para implantação disposição dos sólidos 0,73 ha

6.2.9. Desinfecção por UV

A desinfecção com radiação ultravioleta é um mecanismo físico, no qual a energia ultravioleta é absorvida pelos diferentes componentes orgânico-moleculares essenciais ao funcionamento normal das células (HUFF et al, 1965). A ação germicida da radiação

UV está associada às alterações estruturais que esta provoca no DNA das células, consequência de reações fotoquímicas desencadeadas pela absorção da radiação pelas moléculas que constituem o DNA. Ao ocorrer o processo natural de divisão celular com a duplicação do DNA, a estrutura formada pela absorção de radiação ultravioleta não é reconhecida, o que interrompe o processo de duplicação. Assim, a célula pode manter temporariamente as atividades metabólicas, mas não consegue se reproduzir. Por isso diz-se que ocorre a inativação e não a morte do microrganismo. A absorção de radiação UV pelas células é máxima na faixa de 255 a 260 nm. As lâmpadas de baixa pressão de vapor de mercúrio, as quais emitem aproximadamente 85% de sua energia no comprimento de onda de 253,7 nm, são a fonte de radiação UV mais eficiente e efetiva para os sistemas de desinfecção

. Nº de Lâmpadas: 60 un

Parâmetros de Projeto

- Vazão máxima horária13.379 m³/dia
- Tempo de detenção no fotoreator15 segundos
- Potência das lâmpadas60 W
- Percentual de emissão de UV30%
- Perda por envelhecimento30%
- Perda no invólucro2%
- Potência útil de cada lâmpada (P_{254nm})12,35 W
- Comprimento de cada lâmpada (C)1,20 m
- Coeficiente de extinção (a).....69,10 m
- Concentração de CF no efluente bruto (N₀)3,59x10⁶ org/100mL
- Concentração desejada de CF no efluente tratado (N)2,8x10⁴org/100mL*

*A concentração desejada de CF no efluente tratado foi definida como aquela que produzirá no corpo receptor concentração de 980 CF/100 mL, admitido também o prognóstico de que o corpo receptor após a retirada dos diversos lançamentos de

esgotos “in natura” apresentará concentração de coliformes fecais da ordem de 1000 org/100mL.

Dose recebida (DR)

$$D_R = \left(-0,3752 \times \log \left(\frac{N}{N_0} \right) \right)^{5,9032}$$

$$D_R = \left(-0,3752 \times \log \left(\frac{2,8 \times 10^4}{3,59 \times 10^6} \right) \right)^{5,9032}$$

$$D_R = 0,253 \text{ Wh/m}^3$$

Área de influência de cada lâmpada (d²)

$$t \times P_{254} \left(1 - e^{-a \times d/2} \right) - 0,5 \times D_R \times C \times a \times d^3 = 0$$

$$\frac{15}{3600} \times 12,35 \left(1 - e^{-69,1 \times d/2} \right) - 0,5 \times 0,253 \times 1,20 \times 69,10 \times d^3 = 0$$

$$d = 0,19 \text{ m (lado do quadrado da área de influência)}$$

Volume de influência de uma lâmpada (Cd²)

$$Cd^2 = 1,20 \times 0,19^2$$

$$Cd^2 = 0,043 \text{ m}^3$$

Volume do fotoreator (VFR)

$$V_{FR} = t \times Q_{\text{máx-h}}$$

$$V_{FR} = 15/3600 \times 13.379/24$$

$$V_{FR} = 2,322 \text{ m}^3$$

Número de lâmpadas (n)

$$n = V_{FR}/C/d^2$$

$$n = 2,32/0,043$$

$$n = 54 \text{ lâmpadas adotado } 60 \text{ lâmpadas}$$

Características Geométricas e Construtivas do fotoreator

- Comprimento..... 2,00 m
- Largura..... 1,60 m
- Altura útil 1,20 m
- Altura total 3,30 m
- Constituição concreto

SAAE – SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO



TRÊS PONTAS - MG

VOLUME VI – PROJETO BÁSICO SES - ETE UNIDADES

TOMO II – DESENHOS

JUNHO / 2022

**ALBERTO
OLIVEIRA**
**CHAVES:31457
282615**

Assinado de forma
digital por ALBERTO
OLIVEIRA
CHAVES:31457282615
Dados: 2022.12.02
10:11:08 -03'00'

Rua dos Pampas, 434 - Prado - Belo Horizonte / MG – CEP 30.411-030.
E-mail: despro@desproprojetos.com.br – site: www.desproprojetos.com.br
Telefax: (31) 3213-8049

SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO DE TRÊS PONTAS - MG

SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

ESTAÇÃO DE TRATAMENTO - ETE

CONTRATO: SAAE – 058/2021

RESUMO:

Contratação de serviços técnicos de engenharia para a elaboração de Projeto Básico e Executivo do Sistema de Tratamento de Esgotos da cidade de Três Pontas – MG.

VER	DATA	TIPO	DESCRIÇÃO	POR	VERIFICADO	AUTORIZADO	APROVADO

EMISSIONES

TIPOS	A - PARA APROVAÇÃO	C - ORIGINAL
	B - REVISÃO	D - CÓPIA

EMPRESA PROJETISTA:

DESPRO DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS E CONSULTORIA LTDA

Rua dos Pampas, nº 434, Prado, CEP: 30411-030 – Belo Horizonte/MG.
Tel. (31) 3213-8049 - e-mail: despro@despro.com.br



EQUIPE TÉCNICA:

Alberto Oliveira Chaves	Eng.º civil e sanitaria – Responsável Técnico
Jairo Batista de Oliveira	Eng.º civil e sanitaria – Coordenador do Projeto
Renato França	Eng.º civil
Joana de Paula Taliberti	Eng.ª civil - Orçamentista

VOLUME:

VOLUME VI: TOMO II – DESENHOS

REFERÊNCIA:

JUNHO/2022

ÍNDICE

APRESENTAÇÃO	5
SUMÁRIO	6
1. INTRODUÇÃO	8
2. LISTA DE DESENHOS	10

APRESENTAÇÃO

APRESENTAÇÃO

Apresenta-se a seguir o **Projeto Básico e Executivo do Sistema Esgotamento Sanitário (SES) da cidade de Três Pontas/MG**, compreendendo a complementação de **Interceptor e Estação de Tratamento – ETE**, em atendimento ao Contrato nº **058/2021** - firmado entre a **DESPRO – Desenvolvimento de Projetos e Consultoria Ltda** e o **Serviço Autônomo de Água e Esgoto – SAAE**.

O trabalho ora desenvolvido teve como referência o Estudo de Concepção também elaborado pela DESPRO para o SAAE em março de 2021, onde entre as alternativas avaliadas concluiu-se pela adoção de um processo de tratamento compatível com o corpo receptor que receberá os efluentes pós tratamento

Ressalta-se a importante colaboração dos técnicos do SAAE, que com o conhecimento local contribuíram para a consecução dos objetivos, tanto no que se refere as informações do sistema atual, como nas proposições das obras necessárias.

Para elaboração do presente trabalho, foram observadas as seguintes normas e diretrizes:

- Normas técnicas da ABNT, entre outras;
- NBR-12.207 – (Projeto de interceptores de esgotos sanitários);
- NBR-14.486 – (Sistemas enterrados para condução de esgotos);
- NBR-12.208 – (Projetos de Estações Elevatórias de Esgoto Sanitário);
- NBR-12.209 – (Projeto de Estação de Tratamento de Esgotos Sanitário);
- Procedimentos, Normas e padrões adotados pelo SAAE;
- Normas e padrões adotados pelas Concessionárias de luz e telefonia;
- Recomendações e posturas da SUPRAM.

SUMÁRIO

O conjunto de trabalhos desenvolvidos para atender a demanda de projeto do Sistema de Tratamento de Esgoto de Três Pontas, será estruturado da seguinte forma:

VOLUME I - LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS E CADASTRO E AVALIAÇÃO

TOMO I – LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS – DESENHOS

TOMO II – DESCRIÇÕES TOPOGRÁFICAS

VOLUME II - LEVANTAMENTOS E ESTUDOS GEOTÉCNICOS

VOLUME III – ESTUDOS PRELIMINARES AO PROJETO – RELATÓRIO DE DIRETRIZES

VOLUME IV - PROJETO BÁSICO GERAL DO SISTEMA INTERCEPTOR

TOMO I - MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA E MEMÓRIA DE CÁLCULOS E DESENHOS DO PROJETO BÁSICO

VOLUME V - PROJETO BÁSICO SES – ETE

TOMO I - MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA E MEMÓRIA DE CÁLCULOS

TOMO II - DESENHOS DO PROJETO BÁSICO

VOLUME VI - PROJETO BÁSICO SES – ETE UNIDADES

TOMO I - MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA E MEMÓRIA DE CÁLCULOS

TOMO II - DESENHOS DO PROJETO BÁSICO

VOLUME VII - PROJETO EXECUTIVO – PROJETO ELETRICO

TOMO I - MEMÓRIA DESCRITIVA E MEMÓRIAS DE CÁLCULOS

TOMO II - DESENHOS

VOLUME VIII - PROJETO EXECUTIVO – PROJETO ESTRUTURAL

TOMO I - MEMÓRIA DE CÁLCULO

VOLUME IX – ORÇAMENTO

1. INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

Conforme os apontamentos do Estudo de Concepção elaborado recentemente, o projeto Básico e Executivo do Sistema de Tratamento dos Esgotos da cidade de Três Pontas, foi orientado para as disposições da Alternativa 3, que se consagrou como a mais interessante no aspecto técnico / econômico.

Tendo em vista os aspectos relevantes, o processo de tratamento indicado objetiva basicamente a redução ao máximo da carga poluidora advinda das descargas domésticas, que de acordo a alternativa 3, será composto pelo sistema de Reatores UASB seguido de Lagoas de Estabilização, sendo submetido em seguida pela desinfecção através da radiação de luz ultravioleta.

Diante da eficiência na redução da carga poluidora e baixa custo de operação e manutenção, a proposição de tratamento adotada tem eficiência apontada nas publicações relacionadas ao tema da ordem 98% na redução da DBO.

Portanto, diante da área disponível para implantação da ETE, o sistema UASB/LAGOAS, é a técnica que melhor se enquadra sob a ótica da qualidade do efluente final.

No contexto geral, a planta da Estação de Tratamento – ETE Três Pontas será concebido da seguinte forma:

- Tratamento Preliminar – caixa de areia e gradeamento mecanizados;
- Tratamento Primário – Reator Anaeróbio (UASB);
- Tratamento Secundário – Lagoa Facultativa / Polimento;
- Tratamento Terciário – Desinfecção Radiação Ultravioleta;
- Tratamento do Substrato – Valas de disposição;
- Desidratação do lodo – Leitões de secagem natural

2. LISTA DE DESENHOS

2. LISTA DE DESENHOS

Nº	LISTA DE DESENHOS
1	01/04 - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA FINAL
2	02/04 - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA FINAL
3	03/04 - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA FINAL
4	04/04 - ESTAÇÃO ELEVATÓRIA FINAL
5	01/01 - LINHA DE RECALQUE
6	01/02 - TRATAMENTO PRELIMINAR
7	02/02 - TRATAMENTO PRELIMINAR
8	01/02 -CDV 01
9	02/02 -CDV 02
10	01/04 - REATOR UASB
11	02/04 - REATOR UASB
12	03/04 - REATOR UASB
13	04/04 - REATOR UASB
14	01/01 -QUEIMADOR DE GÁS
15	01/02 - LEITO DE SECAGEM
16	02/02 - LEITO DE SECAGEM
17	01/03 - LAGOA FACULTATIVA
18	02/03 - LAGOA FACULTATIVA
19	03/03 - LAGOA FACULTATIVA
20	01/02 - LAGOA / DRENAGEM
21	02/02 - LAGOA / DRENAGEM
22	01/01 - SANITIZAÇÃO UV
23	01/02 - VALAS DE DISPOSIÇÃO
24	02/02 - VALAS DE DISPOSIÇÃO
25	01/02 - GUARITA
26	02/02 - GUARITA
27	01/03 - ESCRITÓRIO
28	02/03 - ESCRITÓRIO
29	03/03 - ESCRITÓRIO
30	01/01 - SALA ELETRICA
31	01/03 - SALA EDUCATIVA
32	02/03 - SALA EDUCATIVA
33	03/03 - SALA EDUCATIVA
34	01/01 - CERCA E PORTÃO

SAAE – SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO



TRÊS PONTAS - MG

VOLUME IV - PROJETO BÁSICO GERAL DO SISTEMA INTERCEPTOR

TOMO I - MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA E MEMÓRIA DE CÁLCULOS E DESENHOS DO PROJETO BÁSICO COMPLEMENTAÇÃO – COMBATE AO INCÊNDIO

MAIO / 2022

ALBERTO OLIVEIRA
CHAVES:31457282615

Assinado de forma digital por
ALBERTO OLIVEIRA
CHAVES:31457282615
Dados: 2022.12.02 10:03:07 -03'00'

Rua dos Pampas, 434 - Prado - Belo Horizonte / MG – CEP 30.411-030.
E-mail: despro@desproprojetos.com.br – site: www.desproprojetos.com.br
Telefax: (31) 3213-8049

1

ÍNDICE

APRESENTAÇÃO	4
1. INTRODUÇÃO	6
2. OBJETIVO	9
3. DESENHOS – COMBATE AO INCENDIO	11

APRESENTAÇÃO



APRESENTAÇÃO

A DESPRO – Desenvolvimento de Projetos e Consultoria Ltda., apresenta neste trabalho o Projeto Básico e Executivo do Sistema de tratamento referente ao Esgotamento Sanitário da cidade de Três Pontas - MG.

ÓRGÃO RESPONSÁVEL PELO EMPREENDIMENTO

RAZÃO SOCIAL

Sistema Autônomo de Água e Esgoto de Três Pontas

CNPJ 25.269.069/0001-46

ENDEREÇO

Av. Ipiranga 981, Centro

CEP.: 37190-000

Três Pontas – MG

Tel.: (35) 3265-2374

EMPRESA PROJETISTA

DESPRO – DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS E CONSULTORIA LTDA

Rua dos Pampas, nº 434 - Bairro Prado - Belo Horizonte/ MG - CEP: 30.411-030 -
Telefax: (31) 3213-8049

Email: despro@desproprojetos.com.br

Responsável Técnico: Alberto Oliveira Chaves – CREA MG 68.765/D

Contrato de Prestação de Serviço: CT 058/2021

Site: www.desproprojetos.com.br

EQUIPE TÉCNICA:

Alberto Oliveira Chaves	Eng.º civil e sanitarista
Jairo Batista de Oliveira	Eng.º civil e sanitarista
Renato Eustáquio França	Eng.º civil
Joana de Paula Taliberti	Engª civil
Rosangela Vieira	Projetista

Rua dos Pampas, 434 - Prado - Belo Horizonte / MG – CEP 30.411-030.
E-mail: despro@desproprojetos.com.br – site: www.desproprojetos.com.br
Telefax: (31) 3213-8049

1. INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

O **PROJETO BÁSICO E EXECUTIVO** objetivando a Implantação do Sistema de Tratamento de Esgoto de Três Pontas, compreendendo a complementação do Interceptor Araras e Estação de Tratamento em atenção ao contrato nº **058/2021**, firmado entre a **DESPRO – Desenvolvimento de Projetos e Consultoria Ltda.**, e **SAAE – Sistema Autônomo Água e Esgoto e Saneamento de Três Pontas / MG**.

O presente trabalho constitui a elaboração do Sistema de Tratamento de Esgoto de Três Pontas, assim estruturado:

VOLUME I - LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS E CADASTRO E AVALIAÇÃO

TOMO I – LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS – DESENHOS

TOMO II – DESCRIÇÕES TOPOGRÁFICAS

VOLUME II - LEVANTAMENTOS E ESTUDOS GEOTÉCNICOS

VOLUME III – ESTUDOS PRELIMINARES AO PROJETO – RELATÓRIO DE DIRETRIZES

VOLUME IV - PROJETO BÁSICO GERAL DO SISTEMA INTERCEPTOR

TOMO I - MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA E MEMÓRIA DE CÁLCULOS E DESENHOS DO PROJETO BÁSICO - COMPLETETAÇÃO

VOLUME V - PROJETO BÁSICO SES – ETE

TOMO I - MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA E MEMÓRIA DE CÁLCULOS

TOMO II - DESENHOS DO PROJETO BÁSICO

VOLUME VI - PROJETO BÁSICO SES – ETE UNIDADES

TOMO I - MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA E MEMÓRIA DE CÁLCULOS

TOMO II - DESENHOS DO PROJETO BÁSICO

VOLUME VII - PROJETO EXECUTIVO – PROJETO ELETRICO

Rua dos Pampas, 434 - Prado - Belo Horizonte / MG – CEP 30.411-030.
E-mail: despro@desproprojetos.com.br – site: www.desproprojetos.com.br
Telefax: (31) 3213-8049



TOMO I - MEMÓRIA DESCRITIVA E MEMÓRIAS DE CÁLCULOS

TOMO II - DESENHOS

VOLUME VIII - PROJETO EXECUTIVO – PROJETO ESTRUTURAL

TOMO I - MEMÓRIA DE CÁLCULO

VOLUME IX - ORÇAMENTO

2. OBJETIVO DO ESTUDO



2. OBJETIVO

O presente relatório tem como objetivo apresentar o projeto referente ao combate de incêndio.

3. DESENHOS – COMBATE AO INCENDIO

3. DESENHOS – COMBATE AO INCENDIO

01 - Tabelas, Detalhes, Dimensionamentos - R0

02 - Guarita, Sala Elétrica, Abrigo Elétrico e Gerador - R0

03 - Escritório e Área Educativa - R0

SAAE – SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO



TRÊS PONTAS - MG

VOLUME IV - PROJETO BÁSICO GERAL DO SISTEMA INTERCEPTOR

TOMO I - MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA E MEMÓRIA DE CÁLCULOS E DESENHOS DO PROJETO BÁSICO

MAIO / 2022

**ALBERTO
OLIVEIRA
CHAVES:3145728
2615**

Assinado de forma digital
por ALBERTO OLIVEIRA
CHAVES:31457282615
Dados: 2022.12.02
10:09:10 -03'00'

Rua dos Pampas, 434 - Prado - Belo Horizonte / MG – CEP 30.411-030.
E-mail: despro@desproprojetos.com.br – site: www.desproprojetos.com.br
Telefax: (31) 3213-8049

1

ÍNDICE

APRESENTAÇÃO	4
1. INTRODUÇÃO	6
1.1 NORMAS UTILIZADAS.....	7
2. OBJETIVO DO ESTUDO.....	9
3. CARACTERÍSTICAS DO MUNICÍPIO	11
3.1. PARÂMETROS E CRITÉRIOS GERAIS.....	11
3.2. ÍNDICE DE ATENDIMENTO	11
3.3. ALCANCE DE PROJETO	11
3.4. ESTUDOS POPULACIONAIS	11
3.5. ESTUDOS DE DEMANDA.....	12
3.5.1. VAZÃO DE INFILTRAÇÃO	13
3.5.2. CARGA ORGÂNICA DOMÉSTICA (KG/DIA)	13
3.5.3. DE ORIGEM INDUSTRIAL.....	13
3.5.4. VAZÕES TOTAIS	13
3.6. PARÂMETROS E CRITÉRIOS PARA DIMENSIONAMENTO DE REDES E INTERCEPTORES	14
4. DIMENSIONAMENTO.....	19
5. DESENHOS.....	25
6. ANEXO – COMBATE AO INCENDIO.....	27

APRESENTAÇÃO



APRESENTAÇÃO

A DESPRO – Desenvolvimento de Projetos e Consultoria Ltda., apresenta neste trabalho o Projeto Básico e Executivo do Sistema de tratamento referente ao Esgotamento Sanitário da cidade de Três Pontas - MG.

ÓRGÃO RESPONSÁVEL PELO EMPREENDIMENTO

RAZÃO SOCIAL

Sistema Autônomo de Água e Esgoto de Três Pontas

CNPJ 25.269.069/0001-46

ENDEREÇO

Av. Ipiranga 981, Centro

CEP.: 37190-000

Três Pontas – MG

Tel.: (35) 3265-2374

EMPRESA PROJETISTA

DESPRO – DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS E CONSULTORIA LTDA

Rua dos Pampas, nº 434 - Bairro Prado - Belo Horizonte/ MG - CEP: 30.411-030 -
Telefax: (31) 3213-8049

Email: despro@desproprojetos.com.br

Responsável Técnico: Alberto Oliveira Chaves – CREA MG 68.765/D

Contrato de Prestação de Serviço: CT 058/2021

Site: www.desproprojetos.com.br

EQUIPE TÉCNICA:

Alberto Oliveira Chaves	Eng.º civil e sanitarista
Jairo Batista de Oliveira	Eng.º civil e sanitarista
Renato Eustáquio França	Eng.º civil
Joana de Paula Taliberti	Engª civil
Rosangela Vieira	Projetista

Rua dos Pampas, 434 - Prado - Belo Horizonte / MG – CEP 30.411-030.
E-mail: despro@desproprojetos.com.br – site: www.desproprojetos.com.br
Telefax: (31) 3213-8049

1. INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

O **PROJETO BÁSICO E EXECUTIVO** objetivando a Implantação do Sistema de Tratamento de Esgoto de Três Pontas, compreendendo a complementação do Interceptor Araras e Estação de Tratamento em atenção ao contrato nº **058/2021**, firmado entre a **DESPRO – Desenvolvimento de Projetos e Consultoria Ltda.**, e **SAAE – Sistema Autônomo Água e Esgoto e Saneamento de Três Pontas / MG**.

O presente trabalho constitui a elaboração do Sistema de Tratamento de Esgoto de Três Pontas, assim estruturado:

VOLUME I - LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS E CADASTRO E AVALIAÇÃO

TOMO I – LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS – DESENHOS

TOMO II – DESCRIÇÕES TOPOGRÁFICAS

VOLUME II - LEVANTAMENTOS E ESTUDOS GEOTÉCNICOS

VOLUME III – ESTUDOS PRELIMINARES AO PROJETO – RELATÓRIO DE DIRETRIZES

VOLUME IV - PROJETO BÁSICO GERAL DO SISTEMA INTERCEPTOR

TOMO I - MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA E MEMÓRIA DE CÁLCULOS E DESENHOS DO PROJETO BÁSICO

VOLUME V - PROJETO BÁSICO SES – ETE

TOMO I - MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA E MEMÓRIA DE CÁLCULOS

TOMO II - DESENHOS DO PROJETO BÁSICO

VOLUME VI - PROJETO BÁSICO SES – ETE UNIDADES

TOMO I - MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA E MEMÓRIA DE CÁLCULOS

TOMO II - DESENHOS DO PROJETO BÁSICO

VOLUME VII - PROJETO EXECUTIVO – PROJETO ELETRICO

Rua dos Pampas, 434 - Prado - Belo Horizonte / MG – CEP 30.411-030.
E-mail: despro@desproprojetos.com.br – site: www.desproprojetos.com.br
Telefax: (31) 3213-8049



TOMO I - MEMÓRIA DESCRITIVA E MEMÓRIAS DE CÁLCULOS

TOMO II - DESENHOS

VOLUME VIII - PROJETO EXECUTIVO – PROJETO ESTRUTURAL

TOMO I - MEMÓRIA DE CÁLCULO

VOLUME IX - ORÇAMENTO

1.1 NORMAS UTILIZADAS

Para elaboração do presente trabalho, foram observadas as seguintes normas e diretrizes:

- Normas técnicas da ABNT, entre outras;
- NBR-12.207 – (Projeto de interceptores de esgotos sanitários);
- NBR-14.486 – (Sistemas enterrados para condução de esgotos);
- Procedimentos, Normas e padrões adotados pelo SAAE;

2. OBJETIVO DO ESTUDO

2. OBJETIVO DO ESTUDO

O presente relatório tem como objetivo principal apresentar o projeto básico referente ao interceptor Araras com os parâmetros, cálculos e desenhos.

3. PARAMETROS DE PROJETO

3. CARACTERÍSTICAS DO MUNICÍPIO

3.1. PARÂMETROS E CRITÉRIOS GERAIS

Os principais parâmetros a serem utilizados no desenvolvimento do projeto são relacionados a seguir, e foram adotados de acordo com as normas da ABNT.

Parâmetros Gerais

- Consumo “per capita”: $q = 150 \text{ l/habxdia}$
- $K_1 = 1,20$ – coeficiente do dia de maior consumo
- $K_2 = 1,50$ – coeficiente da hora de maior consumo
- $K_3 = 0,50$
- $K_r = 0,80$ – coeficiente de retorno água/esgoto

3.2. ÍNDICE DE ATENDIMENTO

Será adotado um índice de atendimento de 100% para o início e fim do horizonte de projeto.

3.3. ALCANCE DE PROJETO

ANO	ETAPAS
2021 a 2023	Elaboração dos projetos e implantação das obras
2024	Início de plano
2033	Ano 10
2043	Ano 20 - Fim de plano

Quadro 3.1 – Horizonte de projeto

3.4. ESTUDOS POPULACIONAIS

No estudo de concepção foi realizado um estudo populacional. A seguir, é apresentado o Quadro 5.2 com a projeção populacional a ser adotada para o estudo do Sistema de Esgotamento Sanitário da sede do município de Três Pontas:

Ano	População
2021	50221
2022	50500
2023	50769
2024	51027
2025	51275
2026	51513
2027	51741
2028	51961
2029	52172
2030	52375
2031	52570
2032	52757
2033	52937
2034	53110
2035	53276
2036	53436
2037	53589
2038	53736
2039	53878
2040	54014
2041	54144
2042	54270
2043	54390

Quadro 5.2 - Projeção Populacional Proposta para a Área de Estudo – Três Pontas - sede

5.5. ESTUDOS DE DEMANDA

As vazões e as cargas orgânicas contribuintes ao sistema foram calculadas utilizando-se as seguintes expressões:

↳ *Vazão Média*

$$Q_{med} = \frac{P \times Q_{pc} \times Kr}{86.400}$$

Vazão Máxima

$$Q_{m\acute{a}x} = Q_{med} \times K_1 \times K_2$$

↳ *Vazão Mínima*

$$Q_{m\acute{a}x} = Q_{med} \times K_3$$

Onde:

Q = vazão em ℓ/s

P = população atendida (hab.)

3.5.1. VAZÃO DE INFILTRAÇÃO

$$Q_{inf} = t_{inf} \times L$$

Onde:

t_{inf} = taxa de infiltração por metro linear (0,00033 $\ell/s \times m$)*

L = extensão da rede coletora (m)

* A vazão de infiltração, para o cálculo da ETE, foi estimada com base no critério estabelecido pela COPASA: 25% da vazão doméstica máxima ou 0,33 $\ell/s.km$ x extensão das redes coletoras nas áreas de contribuição da ETE. Escolhe-se a MENOR das duas.

3.5.2. CARGA ORGÂNICA DOMÉSTICA (KG/DIA)

Carga = População x 0,054 kg/hab. x dia

3.5.3. DE ORIGEM INDUSTRIAL

A cidade de Três Pontas não possui contribuição de origem industrial.

3.5.4. VAZÕES TOTAIS

As vazões totais contribuintes ao sistema correspondem à somatória das vazões domésticas e de infiltração.

A seguir é apresentado o quadro resumo de população, vazões e cargas orgânicas de contribuição de esgotos de Três Pontas.

TRÊS PONTAS/ MG													
SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE TRÊS PONTAS/ MG													
QUADRO 7.1 - PROJEÇÃO DAS VAZÕES													
ANO		Popul.	Nível	Popul.	Vazão de inf.	Vazão de	Vazão Doméstica			Vazões Totais			CARGA
PROJETO	CIVIL	Urbana (hab)	Atendim. %	Atendida (hab)	Extensão de rede (l/s)	Inf. Qmed (L/s)	(L/s)			(L/s)			(mg/l)DBO5 (kg/d)DBO5
							Mín.	Média	Máx.	Mín.	Média	Máx.	
estudo	2021	50221	100	50.221	58,41	17,44	34,88	69,75	125,55	52,31	87,19	142,99	359,99 2711,92
Projeto	2022	50500	100	50.500	58,41	17,53	35,07	70,14	126,25	52,60	87,67	143,79	360,02 2727,01
Obras	2023	50769	100	50.769	58,41	17,63	35,26	70,51	126,92	52,88	88,14	144,55	360,00 2741,51
1	2024	51027	100	51.027	58,41	17,72	35,44	70,87	127,57	53,15	88,59	145,28	359,99 2755,44
2	2025	51275	100	51.275	58,41	17,80	35,61	71,21	128,19	53,41	89,02	145,99	359,99 2768,83
3	2026	51513	100	51.513	58,41	17,89	35,77	71,55	128,78	53,66	89,43	146,67	360,01 2781,69
4	2027	51741	100	51.741	58,41	17,97	35,93	71,86	129,35	53,90	89,83	147,32	360,00 2794,04
5	2028	51961	100	51.961	58,41	18,04	36,08	72,17	129,90	54,13	90,21	147,95	360,00 2805,91
6	2029	52172	100	52.172	58,41	18,12	36,23	72,46	130,43	54,35	90,58	148,55	359,99 2817,31
7	2030	52375	100	52.375	58,41	18,19	36,37	72,74	130,94	54,56	90,93	149,12	360,00 2828,27
8	2031	52570	100	52.570	58,41	18,25	36,51	73,01	131,43	54,76	91,27	149,68	359,99 2838,79
9	2032	52757	100	52.757	58,41	18,32	36,64	73,27	131,89	54,96	91,59	150,21	360,01 2848,90
10	2033	52937	100	52.937	58,41	18,38	36,76	73,52	132,34	55,14	91,91	150,72	359,98 2858,62
11	2034	53110	100	53.110	58,41	18,44	36,88	73,76	132,78	55,32	92,21	151,22	359,98 2867,95
12	2035	53276	100	53.276	58,41	18,50	37,00	73,99	133,19	55,50	92,49	151,69	360,01 2876,92
13	2036	53436	100	53.436	58,41	18,55	37,11	74,22	133,59	55,66	92,77	152,14	360,00 2885,54
14	2037	53589	100	53.589	58,41	18,61	37,21	74,43	133,97	55,82	93,04	152,58	359,99 2893,82
15	2038	53736	100	53.736	58,41	18,66	37,32	74,63	134,34	55,98	93,29	153,00	360,01 2901,77
16	2039	53878	100	53.878	58,41	18,71	37,42	74,83	134,69	56,12	93,54	153,40	359,99 2909,41
17	2040	54014	100	54.014	58,41	18,75	37,51	75,02	135,03	56,26	93,77	153,79	360,02 2916,75
18	2041	54144	100	54.144	58,41	18,80	37,60	75,20	135,36	56,40	94,00	154,16	360,00 2923,80
19	2042	54270	100	54.270	58,41	18,84	37,69	75,37	135,67	56,53	94,22	154,52	359,99 2930,58
20	2043	54390	100	54.390	58,41	18,89	37,77	75,54	135,98	56,66	94,43	154,86	359,99 2937,09

K1 = 1,2

K2 = 1,5

K3 = 0,5

DBO5 - per capita (g/hab.d) =

Vazão de infiltração =

Extensão de rede (Km) =

Coeficiente de infiltração L/(s.km) =

C = 0,8

cota " per-capita " = 150

= 54

25% x Qmed doméstica

176,985

0,33

3.6. PARÂMETROS E CRITÉRIOS PARA DIMENSIONAMENTO DE REDES E INTERCEPTORES

Os critérios e parâmetros utilizados para o dimensionamento de redes coletoras e do sistema de interceptação foram definidos com base nas normas da ABNT (NBR-9649/86 – Projeto de Redes Coletoras de Esgoto Sanitário; NBR-14486/00 – Sistemas Enterrados para Condução de Esgoto Sanitário – Projeto de Redes Coletoras com Tubos de PVC; NBR-12207/92 – Projeto de Interceptores de Esgoto Sanitário).

As redes e os interceptores serão dimensionados para fim de plano, e verificados para início de plano.

Os principais parâmetros e critérios de projeto utilizados no dimensionamento são:

- Vazão de dimensionamento para início de plano
De acordo com a Norma NBR 9.649/1986, a vazão de início de plano será a vazão doméstica, multiplicada pelo coeficiente da hora de maior consumo ($K_2 = 1,5$) e acrescida da vazão de infiltração.
- Vazão de dimensionamento para final de plano
De acordo com a Norma NBR 9.649/1986, a vazão de final de plano será a vazão doméstica, multiplicada pelos coeficientes do dia e da hora de maior consumo ($K_1 = 1,2$ e $K_2 = 1,5$) e acrescida da vazão de infiltração.
- Vazão mínima de dimensionamento..... 1,5 l/s
- Coeficiente de Manning
 - Para tubos de PVC0,010
 - Para tubos de Concreto0,014
 - Para tubos nos demais materiais.....0,013
- Diâmetro mínimo 150 mm
- Recobrimento mínimo da tubulação a ser assentada na rua.....0,90 m
- Lâmina d'água máxima para vazão máxima de fim de plano
 - Velocidade inferior à velocidade crítica.....75%
 - Velocidade superior à velocidade crítica.....50%
- Velocidade máxima na tubulação 5,0 m/s
- Material
 - Diâmetros de 150 mm a 400 mm serão em PVC rígido ocre, junta elástica, ponta e bolsa, conforme ABNT 7362 e anel de borracha conforme NBR-9063 da ABNT;
 - Diâmetros superiores a 400 mm serão em concreto armado centrifugado, junta elástica, ponta e bolsa, conforme NBR-8890 da ABNT.
- Declividade
 - Para redes / interceptores em tubos de PVC, a declividade mínima admissível, determinada a partir da vazão inicial e coeficiente de Manning igual a 0,010, será aquela necessária para garantir tensão trativa média de 0,6 Pa.
 - Para redes coletoras em materiais diferentes de PVC, a declividade mínima admissível, determinada a partir da vazão inicial e coeficiente de

Manning igual a 0,013, será aquela necessária para garantir tensão trativa média de 1,0 Pa.

- Para interceptores em materiais diferentes de PVC, a declividade mínima admissível, determinada a partir da vazão inicial e coeficiente de Manning igual a 0,013, será aquela necessária para garantir tensão trativa média de 1,5 Pa.
- Degrau e tubo de queda
 - Sempre que o desnível entre a tubulação de chegada ao poço de visita e a de saída for superior a 0,50 m, será previsto um tubo de queda. Em desníveis de até 0,50 m haverá apenas um degrau.
- Controle de remanso
 - A cota de fundo na saída de um poço deve ser fixada para as vazões finais de dimensionamento, de modo a garantir no interior do mesmo, um nível d'água mais baixo do que o de qualquer tubulação de entrada.
- Posições obrigatórias para os poços de visita
 - Serão previstos poços de visita sempre que houver mudança na direção dos coletores, na declividade da linha, no diâmetro das tubulações, no material dos tubos ou quando houver descontinuidade vertical.
- Distância entre poços de visita:
 - 80m nas tubulações com $\phi \leq 375$ mm;
 - 100m nas tubulações com $400 \leq \phi < 600$ mm;
 - 120m nas tubulações com $\phi > 600$ mm.
- Tipos de poços de visita
 - Nos trechos cujas profundidades forem superiores a 2,50 m ou cujos diâmetros forem maiores que 300 mm e menores ou iguais a 1.000 mm, serão utilizados poços de visita com diâmetro de 1,00 m e chaminé de 60 cm;
 - Nos trechos cujas profundidades forem inferiores ou iguais a 2,50 m e cujos diâmetros forem menores ou iguais a 300 mm, serão utilizados poços de visita com diâmetro de 60 cm.
- Ponta seca
 - Serão instalados no início de rede onde não for prevista a implantação de um novo trecho de montante.

- Rede coletora auxiliar
- Sempre que a profundidade da rede coletora exceder a 4,50 m será prevista a implantação de rede coletora auxiliar, posicionada na rua, no trecho mais desfavorável.

4. DIMENSIONAMENTO

4. DIMENSIONAMENTO

A concepção do sistema de interceptação dos esgotos foi definida levando-se em consideração as características topográficas e ocupacionais da região, bem como os pontos de contribuição da rede coletora.

O traçado dos interceptores será em grande parte em fundo de vales não urbanizado, objetivando a interceptação máxima do sistema de coleta, e transporte até a Estação de Tratamento – ETE.

O interceptor Córrego Araras tem como objetivo coletar a toda a vazão do município para fazer o lançamento deste esgoto na Elevatória Final localizada na área da Estação de tratamento. A nomenclatura será IAE. O interceptor tem 2868,00 m de extensão e as características serão descritas abaixo:

Diâmetro (mm)	Extensão (m)	Material
600	2.833	Manilha de concreto
	35	Ferro Fundido

Obras Especiais

Em razão das características desfavoráveis no traçado dos interceptores, algumas obras serão consideradas especiais devido à forma construtiva a ser empregada.

- **Travessia sob córrego**

- ✓ Travessia aérea (PV IAE-02 / PV IAE-03), com as seguintes características:

- Diâmetro: 600 mm;
- Extensão: 20 m;

- Material: Ferro Fundido;
- Método construtivo: ensecadeira.

- **Travessia sob córrego**

✓ Travessia aérea (PV IAE-12 / PV IAE-13), com as seguintes características:

- Diâmetro: 600 mm;
- Extensão: 8 m;
- Material: Ferro Fundido;
- Método construtivo: ensecadeira.

- **Travessia sob córrego**

✓ Travessia aérea (PV IAE-41 / PV IAE-42), com as seguintes características:

- Diâmetro: 600 mm;
- Extensão: 7 m;
- Material: Ferro Fundido;
- Método construtivo: ensecadeira.,

A seguir será apresentado a memória de cálculo do interceptor.

PREFEITURA MUNICIPAL DE TRÊS PONTAS
INTERCEPTOR ARARAS MARGEM ESQUERDA - SISTEMA DE ESGOTO SANITÁRIO DE TRÊS PONTAS

27-04-2022
Fl.1

PLANILHA DE CÁLCULO

TRECHOS

TRECHO		COMPR.	DECLIV.	DIAM.		COTA	QUEDA	----VAZÃO----		LAM.	VELOC.	TENSÃO	
		(m)	(%)	(mm)		COLETOR	JUS.	CONC.	JUS.	DÁGUA			TRATIVA

IAE-01-	IAE-02	61,00	2,538	600	Mont	851,447							
		(Rede Aux.)			Jus	849,899	0,50	Final	53,15	53,15	15	1,85	14,84
									154,86	154,86	26	2,53	23,76

IAE-02-	IAE-03	20,00	0,300	600	Mont	849,399		Inic		53,15		0,87	2,81
		(Rede Aux.)			Jus	849,339		Final		154,86	26	1,16	4,36

IAE-03-	IAE-04	80,00	0,300	600	Mont	849,339		Inic		53,15		0,87	2,81
		(Rede Aux.)			Jus	849,099		Final		154,86	26	1,16	4,36

IAE-04-	IAE-05	80,00	0,300	600	Mont	849,099		Inic		53,15		0,87	2,81
		(Rede Aux.)			Jus	848,859		Final		154,86	26	1,16	4,36

IAE-05-	IAE-06	80,00	0,300	600	Mont	848,859		Inic		53,15		0,87	2,81
		(Rede Aux.)			Jus	848,619		Final		154,86	26	1,16	4,36

IAE-06-	IAE-07	80,00	0,300	600	Mont	848,619		Inic		53,15		0,87	2,81
		(Rede Aux.)			Jus	848,379		Final		154,86	26	1,16	4,36

IAE-07-	IAE-08	80,00	0,300	600	Mont	848,379		Inic		53,15		0,87	2,81
		(Rede Aux.)			Jus	848,139		Final		154,86	26	1,16	4,36

IAE-08-	IAE-09	80,00	0,300	600	Mont	848,139		Inic		53,15		0,87	2,81
		(Rede Aux.)			Jus	847,899		Final		154,86	26	1,16	4,36

IAE-09-	IAE-10	80,00	0,300	600	Mont	847,899		Inic		53,15		0,87	2,81
		(Rede Aux.)			Jus	847,659		Final		154,86	26	1,16	4,36

IAE-10-	IAE-11	80,00	0,300	600	Mont	847,659		Inic		53,15		0,87	2,81
		(Rede Aux.)			Jus	847,419		Final		154,86	26	1,16	4,36

IAE-11-	IAE-12	78,00	0,300	600	Mont	847,419		Inic		53,15		0,87	2,81
		(Rede Aux.)			Jus	847,185		Final		154,86	26	1,16	4,36

IAE-12-	IAE-13	8,00	0,300	600	Mont	847,185		Inic		53,15		0,87	2,81
		(Rede Aux.)			Jus	847,161		Final		154,86	26	1,16	4,36

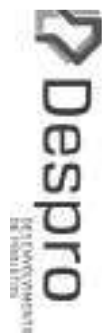
IAE-13-	IAE-14	80,00	0,300	600	Mont	847,161		Inic		53,15		0,87	2,81
		(Rede Aux.)			Jus	846,921		Final		154,86	26	1,16	4,36

ÓRGÃOS ACESSÓRIOS MONTANTE

TIPO	----COTAS----- TERRENO (m)	FUNDO (m)	PROF. (m)
PV	854,187	851,447	2,740
PV	854,479	849,399	5,080
PV	854,256	849,339	4,917
PV	853,664	849,099	4,565
PV	852,493	848,859	3,634
PV	853,000	848,619	4,381
PV	853,359	848,379	4,980
PV	852,835	848,139	4,696
PV	853,673	847,899	5,774
PV	852,796	847,659	5,137
PV	851,071	847,419	3,652
PV	849,286	847,185	2,101
PV	849,504	847,161	2,343



IAE-14-	IAE-15	80,00	0,473	600	Mont	846,921	Inic	53,15	23	1,02	4,01	PV	848,912	846,921	1,991
		(Rede	Aux.)		Jus	846,543	Final	154,86	41	1,38	6,29				
IAE-15-	IAE-16	80,00	0,300	600	Mont	846,543	Inic	53,15	26	0,87	2,81	PV	848,043	846,543	1,500
		(Rede	Aux.)		Jus	846,303	Final	154,86	47	1,16	4,36				
IAE-16-	IAE-17	80,00	0,300	600	Mont	846,303	Inic	53,15	26	0,87	2,81	PV	848,006	846,303	1,703
		(Rede	Aux.)		Jus	846,063	Final	154,86	47	1,16	4,36				
IAE-17-	IAE-18	80,00	0,300	600	Mont	846,063	Inic	53,15	26	0,87	2,81	PV	847,888	846,063	1,825
		(Rede	Aux.)		Jus	845,823	Final	154,86	47	1,16	4,36				
IAE-18-	IAE-19	76,00	0,300	600	Mont	845,823	Inic	53,15	26	0,87	2,81	PV	847,786	845,823	1,963
		(Rede	Aux.)		Jus	845,595	Final	154,86	47	1,16	4,36				
IAE-19-	IAE-20	80,00	0,300	600	Mont	845,595	Inic	53,15	26	0,87	2,81	PV	847,976	845,595	2,381
		(Rede	Aux.)		Jus	845,355	Final	154,86	47	1,16	4,36				
IAE-20-	IAE-21	80,00	0,681	600	Mont	845,355	Inic	53,15	21	1,16	5,33	PV	847,070	845,355	1,715
		(Rede	Aux.)		Jus	844,810	Final	154,86	37	1,57	8,41				
IAE-21-	IAE-22	80,00	0,699	600	Mont	844,810	Inic	53,15	21	1,17	5,44	PV	846,310	844,810	1,500
		(Rede	Aux.)		Jus	844,251	Final	154,86	37	1,59	8,58				
IAE-22-	IAE-23	80,00	0,289	600	Mont	844,251	Inic	53,15	27	0,86	2,72	PV	845,751	844,251	1,500
		(Rede	Aux.)		Jus	844,020	Final	154,86	48	1,15	4,23				
IAE-23-	IAE-24	80,00	0,304	600	Mont	844,020	Inic	53,15	26	0,87	2,83	PV	845,540	844,020	1,520
		(Rede	Aux.)		Jus	843,777	Final	154,86	47	1,17	4,40				
IAE-24-	IAE-25	80,00	0,300	600	Mont	843,777	Inic	53,15	26	0,87	2,81	PV	845,327	843,777	1,550
		(Rede	Aux.)		Jus	843,537	Final	154,86	47	1,16	4,36				
IAE-25-	IAE-26	67,00	0,300	600	Mont	843,537	Inic	53,15	26	0,87	2,81	PV	846,495	843,537	2,958
		(Rede	Aux.)		Jus	843,336	Final	154,86	47	1,16	4,36				
IAE-26-	IAE-27	80,00	0,300	600	Mont	843,336	Inic	53,15	26	0,87	2,81	PV	845,503	843,336	2,167
		(Rede	Aux.)		Jus	843,096	Final	154,86	47	1,16	4,36				
IAE-27-	IAE-28	32,00	0,297	600	Mont	843,096	Inic	53,15	26	0,87	2,79	PV	845,313	843,096	2,217
		(Rede	Aux.)		Jus	843,001	Final	154,86	47	1,16	4,33				
IAE-28-	IAE-29	36,00	0,300	600	Mont	843,001	Inic	53,15	26	0,87	2,81	PV	844,661	843,001	1,660
		(Rede	Aux.)		Jus	842,893	Final	154,86	47	1,16	4,36				
IAE-29-	IAE-30	76,00	0,300	600	Mont	842,893	Inic	53,15	26	0,87	2,81	PV	844,909	842,893	2,016
		(Rede	Aux.)		Jus	842,665	Final	154,86	47	1,16	4,36				
IAE-30-	IAE-31	28,00	0,300	600	Mont	842,665	Inic	53,15	26	0,87	2,81	PV	844,886	842,665	2,221



		(Rede Aux.)			Jus	842,581	Final	154,86	47	1,16	4,36					
IAE-31-	IAE-32	33,00	0,300	600	Mont	842,581	Inic	53,15	26	0,87	2,81	PV	844,739	842,581	2,158	
		(Rede Aux.)			Jus	842,482	Final	154,86	47	1,16	4,36					
IAE-32-	IAE-33	59,00	0,300	600	Mont	842,482	Inic	53,15	26	0,87	2,81	PV	844,389	842,482	1,907	
		(Rede Aux.)			Jus	842,305	Final	154,86	47	1,16	4,36					
IAE-33-	IAE-34	80,00	1,030	600	Mont	842,305	Inic	53,15	19	1,34	7,36	PV	844,328	842,305	2,023	
		(Rede Aux.)			Jus	841,481	Final	154,86	33	1,83	11,68					
IAE-34-	IAE-35	80,00	1,694	600	Mont	841,481	Inic	53,15	17	1,60	10,82	PV	843,581	841,481	2,100	
		(Rede Aux.)			Jus	840,126	Final	154,86	29	2,19	17,28					
IAE-35-	IAE-36	80,00	0,304	600	Mont	840,126	Inic	53,15	26	0,87	2,82	PV	842,226	840,126	2,100	
		(Rede Aux.)			Jus	839,883	Final	154,86	47	1,16	4,37					
IAE-36-	IAE-37	80,00	0,300	600	Mont	839,883	Inic	53,15	26	0,87	2,81	PV	842,076	839,883	2,193	
		(Rede Aux.)			Jus	839,643	Final	154,86	47	1,16	4,36					
IAE-37-	IAE-38	58,00	0,300	600	Mont	839,643	Inic	53,15	26	0,87	2,81	PV	842,033	839,643	2,390	
		(Rede Aux.)			Jus	839,469	Final	154,86	47	1,16	4,36					
IAE-38-	IAE-39	80,00	0,300	600	Mont	839,469	Inic	53,15	26	0,87	2,81	PV	841,197	839,469	1,728	
		(Rede Aux.)			Jus	839,229	Final	154,86	47	1,16	4,36					
IAE-39-	IAE-40	80,00	0,681	600	Mont	839,229	Inic	53,15	21	1,16	5,33	PV	841,120	839,229	1,891	
		(Rede Aux.)			Jus	838,684	Final	154,86	37	1,57	8,41					
IAE-40-	IAE-41	54,00	1,178	600	Mont	838,684	Inic	53,15	19	1,41	8,17	PV	840,386	838,684	1,702	
		(Rede Aux.)			Jus	838,048	Final	154,86	32	1,92	12,99					
IAE-41-	IAE-42	7,00	0,627	600	Mont	838,048	Inic	53,15	22	1,13	4,99	PV	840,000	838,048	1,952	
		(Rede Aux.)			Jus	838,004	Final	154,86	38	1,53	7,87					
IAE-42-	IAE-43	53,00	0,300	600	Mont	838,004	Inic	53,15	26	0,87	2,81	PV	839,504	838,004	1,500	
		(Rede Aux.)			Jus	837,845	Final	154,86	47	1,16	4,36					
IAE-43-	PV-40	39,00	0,300	600	Mont	837,845	Inic	53,15	26	0,87	2,81	PV	839,726	837,845	1,881	
		(Rede Aux.)			Jus	837,728	Final	154,86	47	1,16	4,36					
PV-40 -	EEE	3,00	0,500	600	Mont	837,728	Inic	53,15	23	1,04	4,19	PV	840,000	837,728	2,272	
		(Rede Aux.)			Jus	837,713	Final	154,86	41	1,41	6,58					
EEE	(lançamento)						Inic.	53,15								
								Final	154,86							

Obs: Trechos com vazão inferior a 1,5 l/s são calculados com vazão = 1,5 l/s

5. DESENHOS

5. DESENHOS

- 01/10 – SISTEMA PROPOSTO
- 02/10 – INTERCEPTOR ARARAS – PERFIL 01
- 03/10 –INTERCEPTOR ARARAS – PERFIL 02
- 04/10 – INTERCEPTOR ARARAS – PERFIL 03
- 05/10 – INTERCEPTOR ARARAS – PERFIL 04
- 06/10 – INTERCEPTOR ARARAS – PERFIL 05
- 07/10 – INTERCEPTOR ARARAS – PERFIL 06
- 08/10 – TRAVESSIA 01
- 09/10 – TRAVESSIAS 02 E 03
- 10/10 – POÇO DE VISITA
- 01/02 – INTERCEPTOR CANDONGAS MD
- 02/02 – INTERCEPTOR CANDONGAS MD
- 01/02 – INTERCEPTOR CANDONGAS ME
- 02/02 – INTERCEPTOR CANDONGAS ME

6. ANEXO – COMBATE AO INCENDIO

6. ANEXO – COMBATE AO INCENDIO

01 - Tabelas, Detalhes, Dimensionamentos - R0

02 - Guarita, Sala Elétrica, Abrigo Elétrico e Gerador - R0

03 - Escritório e Área Educativa - R0

SAAE – SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO



TRÊS PONTAS - MG

VOLUME V - PROJETO BÁSICO - SES – ETE

TOMO I - MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA E MEMÓRIAS DE CÁLCULOS

MAIO / 2022

ALBERTO
OLIVEIRA
CHAVES:3145728
2615

Assinado de forma digital
por ALBERTO OLIVEIRA
CHAVES:31457282615
Dados: 2022.12.02
10:05:13 -03'00'

Rua dos Pampas, 434 - Prado - Belo Horizonte / MG – CEP 30.411-030.
E-mail: despro@desproprojetos.com.br – site: www.desproprojetos.com.br
Telefax: (31) 3213-8049

ÍNDICE

APRESENTAÇÃO	6
1. INTRODUÇÃO	8
1.1 NORMAS UTILIZADAS.....	9
2. OBJETIVO DO ESTUDO	11
3. CARACTERÍSTICAS DO MUNICÍPIO	13
3.1. PARÂMETROS E CRITÉRIOS GERAIS.....	13
3.2. ÍNDICE DE ATENDIMENTO	13
3.3. ALCANCE DE PROJETO	13
3.4. ESTUDOS POPULACIONAIS	13
3.5. ESTUDOS DE DEMANDA.....	14
3.5.1. VAZÃO DE INFILTRAÇÃO	15
3.5.2. CARGA ORGÂNICA DOMÉSTICA (KG/DIA)	15
3.5.3. DE ORIGEM INDUSTRIAL.....	15
3.5.4. VAZÕES TOTAIS	15
3.6. PARÂMETROS E CRITÉRIOS PARA DIMENSIONAMENTO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO	16
4. DIMENSIONAMENTO.....	18
4.1 TERRAPLENAGEM	18
<i>Inclinação dos Taludes.....</i>	<i>18</i>
4.1.1 CRITÉRIOS CONSIDERADOS.....	18
4.1.2 CÁLCULO DE VOLUMES.....	19
4.2 PROJETO GEOMÉTRICO	21
4.2.1 PARÂMETROS DE DIMENSIONAMENTO.....	21
4.2.2 DIMENSIONAMENTO.....	22
4.3 SINALIZAÇÃO	22
4.3.1 PROJETO DE SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA VIÁRIA.....	22
4.3.2 SINALIZAÇÃO HORIZONTAL	22
4.3.2.1 PROJETO.....	22
4.3.2.1.1 LINHAS DE DIVISÃO DE FLUXOS OPOSTOS	23

4.3.2.1.2 LINHAS DE DIVISÃO DE MESMO SENTIDO	23
4.3.2.1.3 LINHAS DE BORDO	23
4.3.2.1.4 LINHAS DE CONTINUIDADE	23
4.3.2.1.5 MARCAS TRANSVERSAIS	23
4.3.2.1.6 LINHAS DE RETENÇÃO	23
4.3.2.1.7 LINHAS DE “DÊ A PREFERÊNCIA”	24
4.3.2.1.8 MARCAS DE CANALIZAÇÃO	24
4.3.2.1.9 INSCRIÇÕES NO PAVIMENTO	25
4.3.2.2 MATERIAIS DE DEMARCAÇÃO VIÁRIA	25
4.3.3 SINALIZAÇÃO VERTICAL	25
4.3.3.1 PROJETO	25
4.3.3.1.1 PLACA DE ORIENTAÇÃO DE DESTINO	26
4.3.3.2 DISPOSITIVOS DE SEGURANÇA	27
4.3.3.3 TACHAS REFLETIVAS	27
4.3.3.4 MARCADORES DE ALINHAMENTO	28
4.4 ÁGUA DE SERVIÇO	28
4.4.1 DIMENSIONAMENTO DA DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA DE SERVIÇO	28
4.5 PROJETO DE DRENAGEM	29
4.5.1 PARÂMETROS DE DIMENSIONAMENTO	29
4.5.1.1 ESTUDOS HIDROLÓGICOS	29
4.5.1.1.1 BACIA DE CONTRIBUIÇÃO	29
4.5.1.1.2 TEMPO DE RETORNO	29
4.5.1.1.3 TEMPO DE CONCENTRAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA	30
4.5.1.1.4 MODELOS DE CHUVA DO PROJETO	30
4.5.1.1.5 VAZÕES DE PROJETO	31
4.5.1.1.6 COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL	31
4.5.1.2 ESTUDOS HIDRÁULICOS	33
4.5.1.2.1 DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO	33

4.5.2 DIMENSIONAMENTO.....	36
4.5.2.1 ESTUDOS HIDROLÓGICOS	36
4.5.2.2 EQUAÇÃO DE CHUVA.....	37
4.5.2.3 ESTIMATIVAS DAS DESCARGAS MÁXIMAS NAS BACIAS	37
4.5.2.4 DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE COLETA DE ÁGUA PLUVIAL.....	38
4.5.2.4.1 SARJETA URBANA	39
4.5.2.4.2 BOCA DE LOBO	41
4.5.2.4.3 POÇO DE VISITA / CAIXA DE PASSAGEM	41
4.5.2.4.4 METODOLOGIA DE DIMENSIONAMENTO	41
4.6 URBANIZAÇÃO	51
4.7 INTERLIGAÇÃO	52
4.7.1 PARÂMETROS E CRITÉRIOS PARA DIMENSIONAMENTO DE REDES E INTERCEPTORES	52

APRESENTAÇÃO



APRESENTAÇÃO

Apresenta-se a seguir o **Projeto Básico e Executivo do Sistema Esgotamento Sanitário (SES) da cidade de Três Pontas/MG**, compreendendo a complementação de **Interceptor e Estação de Tratamento – ETE**, em atendimento ao Contrato nº **058/2021** - firmado entre a **DESPRO – Desenvolvimento de Projetos e Consultoria Ltda** e o **Serviço Autônomo de Água e Esgoto – SAAE**

ÓRGÃO RESPONSÁVEL PELO EMPREENDIMENTO

RAZÃO SOCIAL

Sistema Autônomo de Água e Esgoto de Três Pontas

CNPJ 25.269.069/0001-46

ENDEREÇO

Av. Ipiranga 981, Centro

CEP.: 37190-000

Três Pontas – MG

Tel.: (35) 3265-2374

EMPRESA PROJETISTA

DESPRO – DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS E CONSULTORIA LTDA

Rua dos Pampas, nº 434 - Bairro Prado - Belo Horizonte/ MG - CEP: 30.411-030 -

Telefax: (31) 3213-8049

Email: despro@desprop.com.br

Responsável Técnico: Alberto Oliveira Chaves – CREA MG 68.765/D

Contrato de Prestação de Serviço: CT 058/2021

Site: www.despro.com.br

EQUIPE TÉCNICA:

Alberto Oliveira Chaves Eng.º civil e sanitarista

Jairo Batista de Oliveira Eng.º civil e sanitarista

Renato Eustáquio França Eng.º civil

Joana de Paula Taliberti Eng^a civil

Rosangela Vieira Projetista

1. INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

O **PROJETO BÁSICO E EXECUTIVO** objetivando a Implantação do Sistema de Tratamento de Esgoto de Três Pontas, compreendendo a complementação do Interceptor Araras e Estação de Tratamento – ETE,

O presente trabalho constitui a elaboração do Sistema de Tratamento de Esgoto de Três Pontas, assim estruturado:

VOLUME I - LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS E CADASTRO E AVALIAÇÃO

TOMO I – LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS – DESENHOS

TOMO II – DESCRIÇÕES TOPOGRÁFICAS

VOLUME II - LEVANTAMENTOS E ESTUDOS GEOTÉCNICOS

VOLUME III – ESTUDOS PRELIMINARES AO PROJETO – RELATÓRIO DE DIRETRIZES

VOLUME IV - PROJETO BÁSICO GERAL DO SISTEMA INTERCEPTOR

TOMO I - MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA E MEMÓRIA DE CÁLCULOS E DESENHOS DO PROJETO BÁSICO

VOLUME V - PROJETO BÁSICO SES – ETE

TOMO I - MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA E MEMÓRIA DE CÁLCULOS

TOMO II - DESENHOS DO PROJETO BÁSICO

VOLUME VI - PROJETO BÁSICO SES – ETE UNIDADES

TOMO I - MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA E MEMÓRIA DE CÁLCULOS

TOMO II - DESENHOS DO PROJETO BÁSICO

VOLUME VII - PROJETO EXECUTIVO – PROJETO ELETRICO

TOMO I - MEMÓRIA DESCRITIVA E MEMÓRIAS DE CÁLCULOS



TOMO II - DESENHOS

VOLUME VIII - PROJETO EXECUTIVO – PROJETO ESTRUTURAL

TOMO I - MEMÓRIA DE CÁLCULO

VOLUME IX - ORÇAMENTO

1.1 NORMAS UTILIZADAS

Para elaboração do presente trabalho, foram observadas as seguintes normas e diretrizes:

- Normas técnicas da ABNT, entre outras;
- NBR-12.208 - (Projetos de Estações Elevatórias de Esgoto Sanitário);
- NBR-12.209 – (Projeto de Estação de Tratamento de Esgotos Sanitário);
- Procedimentos, Normas e padrões adotados pelo SAAE;

2. OBJETIVO DO ESTUDO

2. OBJETIVO DO ESTUDO

O presente relatório tem como objetivo principal descrever as estruturas que compõem a implantação da Estação de Tratamento para o município.

3. PARAMETROS DE PROJETO

3. CARACTERÍSTICAS DO MUNICÍPIO

3.1. PARÂMETROS E CRITÉRIOS GERAIS

Os principais parâmetros a serem utilizados no desenvolvimento do projeto são relacionados a seguir, e foram adotados de acordo com as normas da ABNT.

Parâmetros Gerais

- Consumo “per capita”: $q = 150 \text{ l/habxdia}$
- $K_1 = 1,20$ – coeficiente do dia de maior consumo
- $K_2 = 1,50$ – coeficiente da hora de maior consumo
- $K_3 = 0,50$
- $K_r = 0,80$ – coeficiente de retorno água/esgoto

3.2. ÍNDICE DE ATENDIMENTO

Será adotado um índice de atendimento de 100% para o início e fim do horizonte de projeto.

3.3. ALCANCE DE PROJETO

ANO	ETAPAS
2021 a 2023	Elaboração dos projetos e implantação das obras
2024	Início de plano
2033	Ano 10
2043	Ano 20 - Fim de plano

Quadro 3.1 – Horizonte de projeto

3.4. ESTUDOS POPULACIONAIS

No estudo de concepção foi realizado um estudo populacional. A seguir, é apresentado o Quadro 5.2 com a projeção populacional a ser adotada para o estudo do Sistema de Esgotamento Sanitário da sede do município de Três Pontas:

Ano	População
2021	50221

2022	50500
2023	50769
2024	51027
2025	51275
2026	51513
2027	51741
2028	51961
2029	52172
2030	52375
2031	52570
2032	52757
2033	52937
2034	53110
2035	53276
2036	53436
2037	53589
2038	53736
2039	53878
2040	54014
2041	54144
2042	54270
2043	54390

Quadro 3.2 - Projeção Populacional Proposta para a Área de Estudo – Três Pontas - sede

5.5. ESTUDOS DE DEMANDA

As vazões e as cargas orgânicas contribuintes ao sistema foram calculadas utilizando-se as seguintes expressões:

↳ *Vazão Média*

$$Q_{med} = \frac{P \times Q_{pc} \times Kr}{86.400}$$

Vazão Máxima

$$Q_{máx} = Q_{med} \times K_1 \times K_2$$

↳ *Vazão Mínima*

$$Q_{máx} = Q_{med} \times K_3$$

Onde:

Q = vazão em ℓ/s

P = população atendida (hab.)

3.5.1. VAZÃO DE INFILTRAÇÃO

$$Q_{inf} = t_{inf} \times L$$

Onde:

t_{inf} = taxa de infiltração por metro linear (0,00033 l/s x m)*

L = extensão da rede coletora (m)

** A vazão de infiltração, para o cálculo da ETE, foi estimada com base no critério estabelecido pela COPASA: 25% da vazão doméstica máxima ou 0,33 l/(s.km) x extensão das redes coletoras nas áreas de contribuição da ETE. Escolhe-se a MENOR das duas.*

3.5.2. CARGA ORGÂNICA DOMÉSTICA (KG/DIA)

Carga = População x 0,054 kg/hab. x dia

3.5.3. DE ORIGEM INDUSTRIAL

A cidade de Três Pontas não possui contribuição de origem industrial.

3.5.4. VAZÕES TOTAIS

As vazões totais contribuintes ao sistema correspondem à somatória das vazões domésticas e de infiltração.

A seguir é apresentado o quadro resumo de população, vazões e cargas orgânicas de contribuição de esgotos de Três Pontas.

		TRÊS PONTAS/ MG SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE TRÊS PONTAS/ MG QUADRO 7.1 - PROJEÇÃO DAS VAZÕES												
ANO		Popul. Urbana (hab)	Nível Atendim. %	Popul. Atendida (hab)	Vazão de inf. Extensão de rede (l/s)	Vazão de Inf. Qmed (L/s)	Vazão Doméstica (L/s)			Vazões Totais (L/s)			Co (mg/l)DBO5	CARGA (kg/d)DBO5
PROJETO	CIVIL						Mín.	Média	Máx.	Mín.	Média	Máx.		
estudo	2021	50221	100	50.221	58,41	17,44	34,88	69,75	125,55	52,31	87,19	142,99	359,99	2711,92
Projeto	2022	50500	100	50.500	58,41	17,53	35,07	70,14	126,25	52,60	87,67	143,79	360,02	2727,01
Obras	2023	50769	100	50.769	58,41	17,63	35,26	70,51	126,92	52,88	88,14	144,55	360,00	2741,51
1	2024	51027	100	51.027	58,41	17,72	35,44	70,87	127,57	53,15	88,59	145,28	359,99	2755,44
2	2025	51275	100	51.275	58,41	17,80	35,61	71,21	128,19	53,41	89,02	145,99	359,99	2768,83
3	2026	51513	100	51.513	58,41	17,89	35,77	71,55	128,78	53,66	89,43	146,67	360,01	2781,69
4	2027	51741	100	51.741	58,41	17,97	35,93	71,86	129,35	53,90	89,83	147,32	360,00	2794,04
5	2028	51961	100	51.961	58,41	18,04	36,08	72,17	129,90	54,13	90,21	147,95	360,00	2805,91
6	2029	52172	100	52.172	58,41	18,12	36,23	72,46	130,43	54,35	90,58	148,55	359,99	2817,31
7	2030	52375	100	52.375	58,41	18,19	36,37	72,74	130,94	54,56	90,93	149,12	360,00	2828,27
8	2031	52570	100	52.570	58,41	18,25	36,51	73,01	131,43	54,76	91,27	149,68	359,99	2838,79
9	2032	52757	100	52.757	58,41	18,32	36,64	73,27	131,89	54,96	91,59	150,21	360,01	2848,90
10	2033	52937	100	52.937	58,41	18,38	36,76	73,52	132,34	55,14	91,91	150,72	359,98	2858,62
11	2034	53110	100	53.110	58,41	18,44	36,88	73,76	132,78	55,32	92,21	151,22	359,98	2867,95
12	2035	53276	100	53.276	58,41	18,50	37,00	73,99	133,19	55,50	92,49	151,69	360,01	2876,92
13	2036	53436	100	53.436	58,41	18,55	37,11	74,22	133,59	55,66	92,77	152,14	360,00	2885,54
14	2037	53589	100	53.589	58,41	18,61	37,21	74,43	133,97	55,82	93,04	152,58	359,99	2893,82
15	2038	53736	100	53.736	58,41	18,66	37,32	74,63	134,34	55,98	93,29	153,00	360,01	2901,77
16	2039	53878	100	53.878	58,41	18,71	37,42	74,83	134,69	56,12	93,54	153,40	359,99	2909,41
17	2040	54014	100	54.014	58,41	18,75	37,51	75,02	135,03	56,26	93,77	153,79	360,02	2916,75
18	2041	54144	100	54.144	58,41	18,80	37,60	75,20	135,36	56,40	94,00	154,16	360,00	2923,80
19	2042	54270	100	54.270	58,41	18,84	37,69	75,37	135,67	56,53	94,22	154,52	359,99	2930,58
20	2043	54390	100	54.390	58,41	18,89	37,77	75,54	135,98	56,66	94,43	154,86	359,99	2937,09
K1 = 1,2 C = 0,8 K2 = 1,5 cota " per-capita " = 150 K3 = 0,5 DBO5 - per capta (g/hab.d) = 54 Vazão de infiltração = 25% x Qméd doméstica Extensão de rede (Km) = 176,985 Coeficiente de infiltração l/(s.km) = 0,33														

3.6. PARÂMETROS E CRITÉRIOS PARA DIMENSIONAMENTO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO

Os principais parâmetros a serem utilizados no desenvolvimento do projeto são apresentados a seguir:

- Carga Orgânica Doméstica
A contribuição unitária da DBO5 foi estabelecida em 54 g/ hab x dia, conforme preconizado pela PNB-570 da ABNT;
- Carga Orgânica Volumétrica no reator (COV) < 15kgDQO/m³.d;
- Carga Hidráulica Volumétrica no reator (CHV) < 5,0 m³/m³.dia;
- Tempo de Detenção Hidráulica no reator (TDH) > 8 horas (para vazão média).

4. DIMENSIONAMENTO

4. DIMENSIONAMENTO

4.1 TERRAPLENAGEM

O Projeto de Terraplenagem da área da ETE Três Pontas compreendeu, em linhas gerais, as seguintes etapas:

- Geração das seções transversais do terreno natural em relação aos eixos de projeto.
- Geração das seções longitudinais do terreno natural em relação aos eixos de projeto.
- Cálculo dos volumes de corte e aterro.

Os volumes de movimentação de terra estarão de acordo com os platôs mostrados nos desenhos.

Inclinação dos Taludes

Foram projetados os seguintes taludes:

- Aterro – 1,5(H) : 1(V);
- Corte – 1(H) : 1(V);
- Lagoas parte interna – 2 (H) : 1 (V).

4.1.1 Critérios Considerados

Os aterros deverão ser construídos com materiais provenientes de cortes ou de áreas de empréstimo. Os aterros deverão ser executados de acordo com as cotas e dimensões prescritas no projeto.

Na construção do aterro, o material deverá ser colocado em camadas uniformes e sucessivas.

Os materiais deverão estar isentos de pedras e torrões com diâmetros superiores a 10 cm, de raízes ou de qualquer matéria orgânica, e deverão ser aprovados pelo SAAE.

Os serviços executados devem atender às recomendações das normas técnicas vigentes e das Especificações Técnicas do projeto executivo.

4.1.2 Cálculo de Volumes

Os volumes de terraplenagem foram calculados a partir das áreas das seções transversais e longitudinais gabaritadas com as cotas de terraplenagem.

Sintetizam-se no quadro a seguir os volumes a serem movimentados da área da ETE Três Pontas:

TERRAPLENAGEM	VOLUME CORTE	VOLUME CORTE COM FATOR DE EMPOLAMENTO 30%	VOLUME ATERRO
SEÇÕES TRANSVERSAIS	126694,00	164702,20	17303,75
SEÇÕES LONGITUDINAIS	123934,15	161114,40	16061,95
RESUMO VOLUME MÉDIO	125314,08	162908,30	16682,85

Quadro 4.1. Resumo dos Volumes de Movimentação de Terra da Área da ETE Planilhas de Cubação

Apresentam-se a seguir as planilhas de cubação, detalhando os volumes de movimentação de terra da área da ETE Três Pontas.

ESTACA			ÁREAS (m²)				SEMI-DISTÂNCIA	VOLUMES (m³)		VOLUME ACUMULADO (m³)	
INTEIRA	INTERMEDIÁRIA	ÁREA PARCIAL CORTE	ÁREA PARCIAL ATERRO	ÁREA TOTAL CORTE	ÁREA TOTAL ATERRO	CORTE PARCIAL		ATERRO PARCIAL	CORTE TOTAL	ATERRO TOTAL	
TERRAPLENAGEM - SEÇÕES TRANSVERSAIS											
0	+	0,00	1,32	0,25	1,32	0,25					
0	+	10,00	3,49	0,00	4,81	0,25	5,00	24,05	1,25	24,05	1,25
1	+	0,00	1,26	0,00	4,75	0,00	5,00	23,75	0,00	47,80	1,25
1	+	10,00	0,39	29,24	1,65	29,24	5,00	8,25	146,20	56,05	147,45
2	+	0,00	0,45	116,10	0,84	145,34	5,00	4,20	726,70	60,25	874,15
2	+	10,00	13,59	128,30	14,04	244,40	5,00	70,20	1222,00	130,45	2096,15
3	+	0,00	11,37	283,47	24,96	411,77	5,00	124,80	2058,85	255,25	4155,00
3	+	10,00	312,45	23,07	323,82	306,54	5,00	1619,10	1532,70	1874,35	5687,70
4	+	0,00	250,07	5,64	562,52	28,71	5,00	2812,60	143,55	4686,95	5831,25
4	+	10,00	275,60	14,13	525,67	19,77	5,00	2628,35	98,85	7315,30	5930,10
5	+	0,00	290,18	13,02	565,78	27,15	5,00	2828,90	135,75	10144,20	6065,85
5	+	10,00	220,72	5,57	510,90	18,59	5,00	2554,50	92,95	12698,70	6158,80
6	+	0,00	188,36	51,35	409,08	56,92	5,00	2045,40	284,60	14744,10	6443,40
6	+	10,00	411,83	1,02	600,19	52,37	5,00	3000,95	261,85	17745,05	6705,25
7	+	0,00	765,46	0,00	1177,29	1,02	5,00	5886,45	5,10	23631,50	6710,35
8	+	0,00	596,74	0,00	1362,20	0,00	10,00	13622,00	0,00	37253,50	6710,35
9	+	0,00	539,96	20,46	1136,70	20,46	10,00	11367,00	204,60	48620,50	6914,95
10	+	0,00	523,02	28,71	1062,98	49,17	10,00	10629,80	491,70	59250,30	7406,65
11	+	0,00	518,92	22,76	1041,94	51,47	10,00	10419,40	514,70	69669,70	7921,35
12	+	0,00	530,71	22,10	1049,63	44,86	10,00	10496,30	448,60	80166,00	8369,95
13	+	0,00	578,75	17,11	1109,46	39,21	10,00	11094,60	392,10	91260,60	8762,05
14	+	0,00	594,44	14,80	1173,19	31,91	10,00	11731,90	319,10	102992,50	9081,15
15	+	0,00	563,00	24,03	1157,44	38,83	10,00	11574,40	388,30	114566,90	9469,45
16	+	0,00	393,10	52,08	956,10	76,11	10,00	9561,00	761,10	124127,90	10230,55
16	+	10,00	9,76	444,37	402,86	496,45	5,00	2014,30	2482,25	126142,20	12712,80
17	+	0,00	46,36	220,10	56,12	664,47	5,00	280,60	3322,35	126422,80	16035,15
17	+	10,00	7,88	33,62	54,24	253,72	5,00	271,20	1268,60	126694,00	17303,75

Quadro 4.2. Volumes das Seções Transversais

Fonte: Despro

ESTACA			ÁREAS (m²)				SEMI-DISTÂNCIA	VOLUMES (m³)		VOLUME ACUMULADO (m³)	
INTEIRA	INTERMEDIÁRIA		ÁREA PARCIAL CORTE	ÁREA PARCIAL ATERRO	ÁREA TOTAL CORTE	ÁREA TOTAL ATERRO		CORTE PARCIAL	ATERRO PARCIAL	CORTE TOTAL	ATERRO TOTAL
TERRAPLENAGEM - SEÇÕES LONGITUDINAIS											
0	+	0,00	0	0	0,00	0,00					
0	+	10,00	56,72	217,22	56,72	217,22	5,000	283,60	1086,10	283,600	1086,100
1	+	0,00	437,80	57,98	494,52	275,20	5,00	2.472,60	1.376,00	2.756,20	2.462,10
2	+	0,00	667,81	74,27	1.105,61	132,25	10,00	11.056,10	1.322,50	13.812,30	3.784,60
3	+	0,00	624,33	72,06	1.292,14	146,33	10,00	12.921,40	1.463,30	26.733,70	5.247,90
4	+	0,00	627,46	67,39	1.251,79	139,45	10,00	12.517,90	1.394,50	39.251,60	6.642,40
5	+	0,00	613,08	70,63	1.240,54	138,02	10,00	12.405,40	1.380,20	51.657,00	8.022,60
5	+	10,00	606,00	73,33	1.219,08	143,96	5,00	6.095,40	719,80	57.752,40	8.742,40
6	+	0,00	101,09	202,91	714,17	273,54	5,00	3.570,85	1.367,70	61.323,25	10.110,10
6	+	10,00	187,52	43,64	793,52	116,97	5,00	3.967,60	584,85	65.290,85	10.694,95
7	+	0,00	513,90	58,57	614,99	261,48	5,00	3.074,95	1.307,40	68.365,80	12.002,35
8	+	0,00	527,74	51,33	1.041,64	109,90	10,00	10.416,40	1.099,00	78.782,20	13.101,35
9	+	0,00	608,49	27,66	1.136,23	78,99	10,00	11.362,30	789,90	90.144,50	13.891,25
10	+	0,00	653,92	21,32	1.262,41	48,98	10,00	12.624,10	489,80	102.768,60	14.381,05
11	+	0,00	571,83	25,07	1.225,75	46,39	10,00	12.257,50	463,90	115.026,10	14.844,95
11	+	10,00	379,32	34,96	951,15	60,03	5,00	4.755,75	300,15	119.781,85	15.145,10
12	+	0,00	86,21	32,64	658,04	57,71	5,00	3.290,20	288,55	123.072,05	15.433,65
13	+	0,00	0,00	14,80	86,21	47,44	10,00	862,10	474,40	123.934,15	15.908,05
14	+	0,00	0,00	0,59	0,00	15,39	10,00	0,00	153,90	123.934,15	16.061,95

Quadro 4.3. Volumes das Seções Longitudinais

Fonte: Despro

4.2 PROJETO GEOMÉTRICO

4.2.1 Parâmetros De Dimensionamento

As vias internas de acesso foram projetadas com o objetivo de permitir melhores condições operacionais e movimentação dos volumes de terraplenagem viável.

Os parâmetros adotados para definição dos Estudos de Traçado dos Acesso são:

- Velocidade Diretriz: 20 km/h;
- Raio mínimo de curva horizontal: 10 m;
- Rampa máxima: 8,3%;

- Largura da pista de rolamento: Variável;
- Largura faixa p/ drenagem: 0,50 m.

4.2.2 Dimensionamento

O traçado projetado para as vias de circulação da área da ETE buscou atender a funcionalidade operacional.

Está sendo previsto que o pavimento do sistema viário será constituído de camadas e revestimento em CBUQ.

A terraplenagem para implantação do sistema viário urbano está contemplada no projeto de terraplenagem da ETE.

4.3 SINALIZAÇÃO

4.3.1 Projeto de sinalização e segurança viária

O projeto de Sinalização foi elaborado de acordo com o Código de Trânsito Brasileiro além das Resoluções do CONTRAN.

O projeto em questão foi considerado do tipo em área urbana com velocidade diretriz de 20km/h.

4.3.2 Sinalização horizontal

4.3.2.1 Projeto

Para fins deste projeto, discrimina-se a seguinte Sinalização Horizontal:

- Linhas de Divisão de Fluxos Opostos;
- Linhas de Divisão de Mesmo Sentido;
- Linha de Bordo;
- Linha de Continuidade;

- Marcas Transversais;
- Marcas de Canalização;
- Inscrições no Pavimento.

4.3.2.1.1 Linhas de Divisão de Fluxos Opostos

Executadas no eixo, devem ser interrompidas, na proporção de 1:2, ou seja, 2 (dois) metros de demarcação, para 4 (quatro) metros de intervalo. Nos segmentos, onde houver proibição de ultrapassagem, a demarcação foi em linha simples contínua. A largura das linhas e o espaçamento entre elas, quando necessário, foi de 10 (dez) centímetros.

4.3.2.1.2 Linhas de Divisão de Mesmo Sentido

As linhas de divisão de mesmo sentido devem ser demarcadas na cor branca, com largura de 10 (dez) centímetros. Devem ser interrompidas, na proporção de 1:2, ou seja, 4 (quatro) metros de demarcação, para 8 (oito) metros de intervalo.

4.3.2.1.3 Linhas de Bordo

Devem ser executadas na cor branca, devendo ser sempre contínuas, com largura de 10 (dez) centímetros.

4.3.2.1.4 Linhas de Continuidade

As linhas de continuidade devem ser tracejadas na proporção de 1:1, ou seja, 1 (um) metro de pintura para 1 (um) metro de espaçamento e devem ter a mesma cor e largura da linha precedente.

4.3.2.1.5 Marcas Transversais

4.3.2.1.6 Linhas de Retenção

As linhas de retenção devem ser contínuas, de cor branca, com largura de 40 (quarenta) centímetros e comprimento igual à largura da faixa de rolamento, pintadas transversalmente à pista. Devem ser utilizadas em interseções rodoviárias ou rododiferroviárias ou com vias urbanas, além dos locais onde for necessário demarcar travessias de pedestre, escolares e passagem estreita para um só veículo. Quando existir faixa para travessia de pedestres, a LRE deve ser locada a uma distância mínima de 1,60 m do início desta. Quando não existir faixa para travessia de

pedestres, a LRE deve ser locada a uma distância mínima de 1,00 m do prolongamento do meio fio da pista de rolamento transversal.

4.3.2.1.7 Linhas de “Dê a Preferência”.

As linhas de “Dê a Preferência” devem ser na cor branca, com largura de 30 (trinta) centímetros e, tracejadas na proporção de 1:1, ou seja, 50 (cinquenta) centímetros de demarcação e 50 (cinquenta) centímetros de intervalo. Devem ser utilizadas na via secundária que se incorpora ao tráfego principal e pintadas transversalmente à pista. A LDP deve ser localizada/locada a uma distância mínima de 1,60 m do alinhamento do meio fio da pista transversal.

4.3.2.1.8 Marcas de Canalização

Linhas de Canalização

Devem ser executadas na cor branca quando o fluxo de tráfego for de mesmo sentido, ou na cor amarela, quando os fluxos de tráfego tiverem sentidos opostos, seja este convergente ou divergente. Devem ter largura de 10 (dez) centímetros e devem ser contínuas e contíguas à obstáculos, distando destes lateralmente de 60 (sessenta) centímetros, de forma a conduzir o tráfego com segurança.

Preenchimento de Áreas Neutras

As linhas de preenchimento de áreas neutras (zebrados) devem ser executadas à 45° em relação ao fluxo de tráfego, pintadas na proporção de 1:4, ou seja, com largura de 30 (trinta) centímetros e espaçamento entre as linhas de 1,20 metros. Devem ser executadas nas aproximações de ilhas de canalizações, na cor branca quando o fluxo de tráfego for de mesmo sentido, ou na cor amarela quando os fluxos de tráfego tiverem sentidos opostos, seja este convergente ou divergente.

Preenchimento de Acostamento nas Transições de Largura da Pista

As linhas de preenchimento de áreas de acostamento (zebrado) devem ser na cor branca, pintadas a 45° em relação ao fluxo de tráfego, com largura de 30 (trinta) centímetros e espaçamento de 3,20 metros. Devem ser executadas nas transições de largura de pista, nas aproximações de interseções, nas entradas e saídas de 3ª faixas e aproximações de pontes e viadutos. Este preenchimento deve ter, no mínimo, 50 (cinquenta) metros de extensão.

Marcação de interseção em rotatória (MIR).

A MIR é utilizada para reduzir os pontos de conflito entre fluxos de tráfego. Podem apresentar tamanhos variáveis, desde mini rotatória, mais comum em áreas urbanas, de pequenas dimensões, até grandes rotatórias, mais comuns em rodovias e nas interseções de avenidas com duas pistas de tráfego.

A área central não utilizável é delimitada por linha contínua branca na largura de 0,20 m complementada com tachões com espaçamento de 0,50 m

4.3.2.1.9 Inscrições no Pavimento

As inscrições no pavimento (setas, símbolos e legendas) devem ser na cor branca e devem estar posicionadas junto à sinalização vertical pertinente. Suas dimensões seguem os padrões determinados pelo CTB e CONTRAN.

As setas direcionais demarcadas no pavimento devem ter comprimento de 5 (cinco) metros, sendo posicionadas conforme projeto de sinalização.

O símbolo “Dê a Preferência” deve ter comprimento de 3,60 metros sendo posicionado conforme projeto de sinalização.

As legendas devem ser demarcadas transversalmente ao fluxo veicular, na cor branca, com comprimento de letra (altura) igual a 1,60 metro e posicionados conforme projeto de sinalização.

4.3.2.2 Materiais de demarcação viária

Pode ser utilizada a tinta acrílica emulsionada em água, com espessura úmida de 0,5 mm, conforme norma ABNT NBR 13699. A tinta deve ser retrorrefletorizada com microesferas de vidro em quantidades e conforme procedimento previsto nas recomendações técnicas vigentes.

4.3.3 Sinalização vertical

4.3.3.1 Projeto

A Sinalização Vertical compõe-se de três grupos de sinais destinados à regulamentação, advertência e indicação. As dimensões das placas de sinalização vertical adotadas estão apresentadas na tabela abaixo:

REGULAMENTAÇÃO							ADVERTENCIA			INDICAÇÃO
CIRCULAR		OCTOGONAL			TRIANGULAR		QUADRADA			RETANGULAR
DIAMETRO	ORLA	LADO	ORLA		LADO	ORLA	LADO	ORLA		ALTURA LETRA
			INTERNA	EXTERNA				INTERNA	EXTERNA	
0.400	0.040	0.250	0.020	0.010	0.750	0.100	0.450	0.018	0.009	0.125

Os sinais de regulamentação têm por finalidade comunicar aos usuários das vias as condições, proibições, restrições e obrigações que regem seu uso. Sua forma é circular, com fundo na cor branca e orla vermelha, tendo as seguintes formas especiais:

- Octogonal, para placa de “Parada Obrigatória”, com fundo na cor vermelha, orla interna branca, orla externa vermelha e legenda branca;
- Triangular, para placa de “Dê a Preferência”, com fundo na cor branca e orla vermelha.

Os sinais de advertência objetivam alertar os usuários sobre a existência de condições potencialmente perigosas na rodovia, indicando sua natureza. Sua forma é quadrada com uma das diagonais na vertical, fundo na cor amarela, orla interna preta e orla externa amarela, tendo a seguinte forma especial:

- Cruz de Santo André, para placa de “Cruzamento Ferroviário em Nível”, com fundo na cor amarela, orlas interna na cor preta e externa na cor amarela. Esta placa deve ter as seguintes dimensões: comprimento do braço 1,2 metro e largura 12 (doze) centímetros.

Os sinais de indicação têm por finalidade identificar as vias e os locais de interesse, bem como orientar os condutores quanto aos percursos, destinos, distâncias e serviços auxiliares, podendo também ter como função a educação do usuário. Suas mensagens possuem caráter informativo ou educativo. Devem ser dimensionadas com altura de letras de 150 mm, para as velocidades de 40 km/h e 60 km/h e de 175 mm, para a velocidade de 80 km/h, conforme tabela de

“Dimensionamento de Placas Indicativas” (ANEXO IV). Devem ser utilizadas as seguintes placas indicativas:

4.3.3.1.1 Placa de Orientação de Destino

- Placa Indicativa de Sentido (Direção)

Sua forma é retangular, com lado maior na horizontal, com fundo e orla externa na cor azul; dizeres, orla interna, setas e tarja na cor branca.

Materiais de sinalização vertical

As placas devem ser confeccionadas em chapas finas, laminadas à frio, de aço carbono, na espessura de 1,50 mm (MSG-16), devendo ser cortadas nas dimensões finais e tratadas conforme preconizado órgãos responsáveis. Fundo, legendas e tarjas devem ser confeccionadas em película refletiva, à exceção dos dizeres e símbolos na cor preta, que devem ser executados em película plástica, apropriada para este fim ou impressos pelo processo serigráfico. A película utilizada foi refletiva, “Tipo I-A”, de esferas inclusas. Os suportes devem ser metálicos conforme NBR 6323, 7399 e 7400.

4.3.3.2 Dispositivos de segurança

Os dispositivos de segurança são compostos por elementos que têm por objetivo a redução do número de acidentes ou de sua severidade.

- Dispositivos Delimitadores;
- Sinalização de Alerta;

Dispositivos delimitadores

São elementos utilizados para melhorar a percepção do condutor, quanto aos limites do espaço destinado ao rolamento.

4.3.3.3 Tachas Refletivas

A implantação de tachas refletivas deve ser com espaçamento de 4 em 4 metros. Devem ser bidirecionais no que tange aos elementos refletivos. O corpo da tacha foi na cor amarela, quando ela for implantada junto à linha divisória de fluxos opostos e, na cor branca, quando junto às linhas de bordo. Quando a via apresentar passagem para um só veículo deve-se utilizar nos bordos tachas de cor amarela. Os elementos refletivos devem ser na cor amarela, quando o corpo da tacha for de cor amarela. Tachas com corpo na cor branca devem ter elementos refletivos nas seguintes cores: branca quando direcionado ao fluxo de veículos e vermelha quando direcionado ao contrafluxo de veículos.

Sinalização de alerta

São elementos que têm a função de melhorar a percepção dos condutores quanto aos obstáculos que estejam na via ou adjacentes a ela e devem estar em conformidade com o ANEXO II do CTB.

4.3.3.4 Marcadores de Alinhamento

Têm por finalidade demarcar os ramos externos de curvas acentuadas. Devem ser instalados aos pares, em suportes independentes, direcionados ao fluxo e contrafluxo de veículos. Devem ser instalados com afastamento de 1,20 metros do bordo da pista e altura de 60 (sessenta) centímetros, contados da borda inferior da placa ao solo. O espaçamento entre eles devem ser de 8 em 8 metros

Devem ser confeccionados em chapa de aço carbono laminado a frio, na espessura de 1,50 mm (MSG 16), nas dimensões de 0,50 x 0,60 m, tendo o fundo pintado na cor preta fosca com seta na cor amarela em película refletiva, tipo I-A ou I-B

4.4 ÁGUA DE SERVIÇO

4.4.1 Dimensionamento da distribuição de água de serviço

O sistema de distribuição de água de serviço contará com a distribuição por gravidade, iniciada pelo reservatório elevado de 5 m³ projetado. Sendo os pontos de demanda definidos de acordo com as demandas da ETE e informações fornecidas pela equipe técnica da SAAE.

Considerando que a demanda total de água de ETE seja de 4,20 m³, e considerando o volume de 1/4 de armazenamento de água para suprir as demandas, considerou-se um reservatório 5 m³. Além disso, as pressões requeridas na rede exigem um reservatório que apresente 15 metros de altura.

PONTOS DE DEMANDA DE SERVIÇO DE ÁGUA				
PONTOS	DESCRIÇÃO	DEMANDA (m³/DIA)	VAZÃO (l/s)	COTA PONTO
1	TORNEIRA	0,06	0,2	853,00
2	LAVAGEM PENEIRAS	0,06	0,2	853,00
3	TORNEIRA	0,06	0,2	853,00
4	TORNEIRA	0,06	0,2	853,00
5	TORNEIRA	0,06	0,2	847,00
6	TORNEIRA	0,06	0,2	847,00
7	TORNEIRA	0,06	0,2	847,00
8	TORNEIRA	0,06	0,2	847,00
9	TORNEIRA	0,06	0,2	847,00
10	LEITO DE SECAGEM	0,06	0,2	846,50
11	TORNEIRA	0,06	0,2	845,50
12	TORNEIRA	0,06	0,2	845,50
13	ESPAÇO EDUCATIVO	0,06	0,2	848,00
14	TORNEIRA	0,06	0,2	848,00
15	TORNEIRA	0,06	0,2	848,00
16	GUARITA	0,06	0,2	849,00
17	TORNEIRA	0,06	0,2	847,00
18	ESCRITÓRIO OPERACIONAL	0,06	0,2	847,00
19	TORNEIRA	0,06	0,2	843,00
20	TORNEIRA	0,06	0,2	841,00
21	TORNEIRA	0,06	0,2	841,50
TOTAL		1,26	4,20	

Quadro 4.4 – Pontos de demanda de água de serviço

4.5 PROJETO DE DRENAGEM

4.5.1 Parâmetros de Dimensionamento

4.5.1.1 Estudos Hidrológicos

Os Estudos Hidrológicos têm por objetivo a estimativa das vazões máximas de projeto, as quais são obtidas adotando-se um determinado tempo de retorno. Para os cálculos, são determinados os parâmetros descritos nos itens subsequentes.

4.5.1.1.1 Bacia de Contribuição

A bacia de contribuição é definida como a projeção vertical da linha fechada dos divisores de água sobre um plano horizontal

4.5.1.1.2 Tempo de Retorno

O tempo de retorno é um dado probabilístico que corresponde ao tempo médio necessário (em anos) para que um evento pluviométrico recorra, em um ano

qualquer, sendo igual ao inverso da probabilidade de que um determinado evento de referência ocorra.

No presente projeto, serão utilizados os seguintes valores, conforme recomendações do DNIT:

- Obras de drenagem superficial: 10 anos;
- Bueiro Celular: 25 anos, com verificação para 50 anos;
- Bueiro Tubular: 15 anos, com verificação para 25 anos;
- Obras de drenagem urbana: 10 anos.

4.5.1.1.3 Tempo de concentração da bacia hidrográfica

O tempo de concentração representa o intervalo de tempo entre o início da precipitação e o instante em que toda a bacia contribui para a vazão na seção estudada. O tempo de concentração será determinado pela fórmula de Kirpich modificada.

$$t_c = 1,42 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$$

Onde:

- Tc = Tempo de Concentração (hora);
- L = Comprimento do curso d'água (quilômetro);
- H = Declividade efetiva do talvegue (metro/metro).

No projeto de drenagem superficial foram adotados o tempo de concentração igual a 10 minutos.

4.5.1.1.4 Modelos de Chuva do Projeto

Para a avaliação das relações intensidade-duração-frequência das chuvas intensas da região, a estimativa da chuva de projeto será definida por meio do documento do DAEE -Precipitações Intensas no Estado de São Paulo – Maio 2018, o qual fornece os parâmetros da Equação de Chuvas Intensas e permite a realização de interpolação dos dados fornecidos por estações pluviométricas encontradas em todo o território brasileiro.

4.5.1.1.5 Vazões de Projeto

Face ao porte das bacias de drenagem da área, o cálculo das vazões e dos hidrogramas de projeto serão calculados conforme método racional recomendado para área menores que 4 km², denominado Método Racional. Desta forma, foi utilizado a seguir para o cálculo de vazão de contribuição:

$$Q = \frac{CiA}{3,6}$$

Onde:

- Q = vazão, em m³/s;
- C = coeficiente de deflúvio (valor adimensional);
- i = intensidade de precipitação, em mm/h;
- A = área da bacia, em km².

4.5.1.1.6 Coeficiente de Escoamento Superficial

O coeficiente de escoamento superficial, ou coeficiente de “Run off”, pode ser definido como a fração da intensidade de chuva bruta que irá produzir o deflúvio superficial máximo por área elementar, estando relacionado com a tipologia do uso e da ocupação do solo da bacia hidrográfica em questão.

A definição dos coeficientes de “run-off” (C) para aplicação no método racional foi procedida a partir de tabelas apresentadas na obra “Handbook of Applied Hidrology”, organizada por Ven Te Chow, conforme apresentado na Seção 14 – “Runoff” - página 14-8 e na Seção 21 “Hidrology Of Agricultural Lands” – página 21-38 da referida obra. São apresentadas a seguir reproduções traduzidas nos Quadros 4.5, 4.6 e 4.7.

TIPO DA ÁREA DE DRENAGEM	COEFICIENTE DE 'RUN-OFF', C
Solo arenoso, declividades baixas, 2%	0,05-0,10
Solo arenoso, declividades médias, 2 a 7%	0,10-0,15
Solo arenoso, declividades altas, 7%	0,15-0,20
Solo impermeável, declividades baixas, 2%	0,13-0,17
Solo impermeável, declividades médias, 2 a 7%	0,18-0,22
Solo impermeável, declividades altas, 7%	0,25-0,35

Quadro 4.5 - Tabela Apresentada na Seção 14, Página 14-8 da Obra "Handbook Of Applied Hydrology"
Fonte: "Handbook of Applied Hidrology", Ven Te Chow, Seção 14 Pg 14-8. Tradução: Engº Achilles Buscacio.

TIPO DE SOLO	COBERTURA VEGETAL		
	ÁREAS CULTIVADAS	PASTAGENS	MATAS
Com índices de infiltração acima da média; usualmente solos arenosos ou saibrosos	0,20	0,15	0,10
Com índices médios de infiltração; sem panelas de argila, barro e solos similares	0,40	0,35	0,30
Com índices de infiltração abaixo da média; solos fortemente argilosos ou solos com panelas de argila próximo a superfície; finas camadas de solo sobre rocha impermeável	0,50	0,45	0,40

Quadro 4.6 - Tabela Apresentada na Seção 21, Página 21-38 da Obra "Handbook Of Applied Hydrology"
Fonte: "Handbook of Applied Hidrology", Ven Te Chow, Seção 21, Pg 21-38. Tradução: Engº Achilles Buscacio

OCUPAÇÃO DO SOLO	C
EDIFICAÇÃO MUITO Densa: Partes centrais, densamente construídas de uma cidade com rua e calçadas pavimentadas	0,70 a 0,95
EDIFICAÇÃO NÃO MUITO Densa: Partes adjacentes ao centro, de menor densidade de habitações, mas com ruas e calçadas pavimentadas	0,60 a 0,70
EDIFICAÇÃO COM POUCAS SUPERFÍCIES LIVRES: Partes residenciais com construções cerradas, ruas pavimentadas	0,50 a 0,60
EDIFICAÇÃO COM MUITAS SUPERFÍCIES LIVRES: Partes residências com ruas macadamizadas ou pavimentadas, mas com muitas áreas verdes	0,25 a 0,50
SUBÚRBIOS COM ALGUMA EDIFICAÇÃO: Partes de arrabaldes e subúrbios com pequena densidade de construções	0,10 a 0,25
MATAS, PARQUES E CAMPOS DE ESPORTES: Partes rurais, áreas verdes, superfícies arborizadas, parques ajardinados e campos de esporte sem pavimentação	0,05 a 0,20

Quadro 4.7 – Valores do Coeficiente de Escoamento Superficial Direto Adotados pela Prefeitura do Município de São Paulo (P.S. Wilken, 1978).

4.5.1.2 Estudos Hidráulicos

O dimensionamento das estruturas a serem construídas, face às vazões de projeto obtidas nos estudos hidrológicos, correspondentes ao período de retorno de 15/25 anos com verificação para 25/50 anos, serão efetuados a partir da teoria do regime crítico de escoamento, considerando-se sua operação com lâmina d'água livre à montante.

4.5.1.2.1 Dimensionamento Hidráulico

O dimensionamento hidráulico das seções de vazões dos dispositivos de drenagem foi feito aplicando-se a equação de Manning associada à equação da continuidade, ou seja:

$$V = \frac{1}{\eta} \cdot R_h^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

Eq. de Manning

$$Q = A . V$$

Eq. da continuidade

Onde:

- Q - Vazão admissível, em m³/s;
- V - Velocidade de escoamento, em m/s;
- A - Área molhada, em m²;
- I - Declividade longitudinal, em m/m;
- N - Coeficiente de rugosidade.

No dimensionamento das estruturas de drenagem serão feitas as comparações entre a vazão admissível com sua vazão de projeto, que é a vazão de contribuição que cada estrutura deverá receber, conduzindo-a de forma segura e adequada até o seu ponto de deságue. Foram adotados no cálculo hidráulico os seguintes limites de variáveis:

- Valor máximo de 0,70 para a relação entre o tirante d'água e o diâmetro da tubulação ou seção de canaleta;
- Diâmetro mínimo da rede de drenagem urbana de 0,60 m;
- Bueiros em manilha cerâmica para a rede de drenagem urbana.

Para cada dispositivo adotado no projeto de drenagem em questão foram adotados parâmetros diferentes, como mostrado a seguir:

CANALETAS / SARJETA

- Revestimento: concreto;
- Seção: retangular, semicírculo e trapezoidal;
- Coeficiente de rugosidade: n = 0,013 (concreto);
- Lâmina máxima: h = 0,80 H, para uma borda livre mínima de 10 cm;
- Velocidade mínima de escoamento: Vm = 0,75 m/s, podendo ser menor, desde que justificável;

- Velocidade máxima de escoamento: $V_m = 4,5$ m/s (concreto).

TUBULAÇÕES EM CONCRETO CONFORME NBR 8890

- Tubos de concreto armado, considerando-se preferencialmente os seguintes diâmetros comerciais: 600 mm, 800 mm, 1000 mm, 1.200 mm;
- Tubos e meias-canais em concreto simples;
- Coeficiente de rugosidade (n): 0,013;
- Lâmina máxima no conduto: $h = 0,70 \varnothing$ (correspondendo a $\frac{3}{4}$ da seção);
- Velocidade mínima de escoamento: $V_m = 0,60$ m/s, podendo ser menor, desde que justificável;
- Velocidade máxima de escoamento: $V_m = 5,0$ m/s.

ALA DE REDE TUBULAR

As alas de rede tubular são os dispositivos a serem executados nas entradas e/ou saídas das redes, com o objetivo de conduzir o fluxo no sentido de escoamento, evitando o processo erosivo a montante e a jusante.

BUEIROS DE GREIDE

Os bueiros de greide coletam as águas escoadas por meio de valetas de proteção e sarjetas dos acessos, direcionando-as para caixas coletoras de greide ou bocas de bueiro até o deságue em lugar apropriado e em condições seguras.

Devem ser dimensionados a partir da fórmula de Manning, considerando-se regime permanente, lâmina d'água máxima (y/D) igual a 0,80 e coeficiente de rugosidade igual a 0,013, para tubos de concreto. As velocidades devem estar entre 0,60 m/s e 5,00 m/s, exceto no trecho final, no qual a velocidade máxima deve ser inferior a 4,50 m/s. O diâmetro mínimo deve ser de 600 mm.

Os tubos devem ser assentados sobre berço de concreto.

REDE COLETORA DE DRENAGEM URBANA

A rede de drenagem pluvial coleta as águas de chuva por meio das bocas de lobo, que geralmente são retangulares e ficam próximas às calçadas. Essa rede será indicada em manilha cerâmica permitindo uma agilidade na execução da obra. O diâmetro mínimo adotado será de Ø 0,50 nas ligações das bocas de lobo e de Ø 0,60 na rede de drenagem.

4.5.2 Dimensionamento

O projeto de drenagem foi elaborado com base nos subsídios fornecidos pelos projetos das disciplinas de geometria e terraplenagem no local de implantação da ETE Três Pontas.

O objetivo dos dispositivos de drenagem, aqui definidos, é disciplinar o fluxo d'água superficial que aflui aos taludes e às plataformas. Para tal, projetou-se um sistema de drenagem de modo a captar, conduzir e descarregar essas águas em lugar apropriado e seguro que atendam não somente às especificações técnicas de projeto, mas também àqueles relacionados ao aspecto funcional e econômico da solução a ser adotada.

Serão adotadas sarjetas de concreto, canaletas com grelhas e canaleta de drenagem nas regiões de aterro e corte. No ponto de lançamento será adotado a ala de lançamento, objetivando manter a velocidade baixa com dissipadores de energia para evitar o processo de erosão à jusante.

4.5.2.1 Estudos Hidrológicos

O desenvolvimento de estudos hidrológicos para qualquer finalidade exige a pesquisa e coleta de dados básicos, envolvendo, principalmente, estudos existentes, informações cartográficas, informações pluviométricas e observações de campo.

As informações cartográficas são importantes na caracterização morfométrica das bacias hidrográficas em estudo. As observações de campo, por sua vez, possibilitam a avaliação de parâmetros relativos ao solo, tipo de cobertura vegetal, estimativa de percentagens de áreas permeáveis e impermeáveis e existência de áreas urbanizadas.

Para a definição do modelo de chuvas, em função da duração e dos períodos de recorrência, foram identificados, por:

- Precipitações Intensas no Estado de São Paulo DAEE-CTH Maio de 2018;
- Cartas Geográficas do IBGE na escala 1:50.000, folha: SF-23-Y-A-V-1 (Limeira).

A partir desses elementos verificou-se que a área em estudos se localiza na área de influência do posto de Caxambu. Este posto foi o que apresentou maior proximidade geográfica da ETE Três Pontas.

4.5.2.2 Equação de Chuva

A expressão de chuvas intensas estabelecidas para este posto e a seguinte:

$$i_{t,T} = (t+16)^{-0,935} \cdot 25,33 T^{0,236}$$

Onde:

i = intensidade da chuva, correspondente à duração t e período de retorno T, em mm/h;

t = duração da chuva, em minutos;

T = período de recorrência, em anos.

4.5.2.3 Estimativas das Descargas Máximas nas Bacias

Para o cálculo das descargas máximas prováveis nas bacias de contribuição relativas às estruturas e as redes de drenagem urbana foram adotados critérios diferenciados em função das áreas das bacias. O método de calculado adotado foi o Método Racional, explicitado anteriormente.

A definição do coeficiente de run-off foi feito considerando a proposta de urbanização da ETE Três Pontas, apresentado no desenho bacias de drenagem. Na análise foram consideradas as porções do terreno que tem previsão de área execução de pavimentação em asfalto, piso cimentado e área verde (paisagismo e grama). Como mostra o Quadro 4.8, os valores do coeficiente de run-off considerando para cada tipo de ocupação, e os Quadros 4.5, 4.6 e 4.7.

ÁREA PERMEÁVEL (VEGETAÇÃO)	ÁREA CONCRETO MAGRO	ÁREA ASFALTO
0,2	0,95	0,7

Quadro 5.4 – Coeficientes de run-off adotados

Para o cálculo de vazão das microbacias de contribuição adotou-se um coeficiente de run-off ponderado, considerando diferentes escoamentos. O mosaico de microbacias foi apresentado no desenho de bacias.

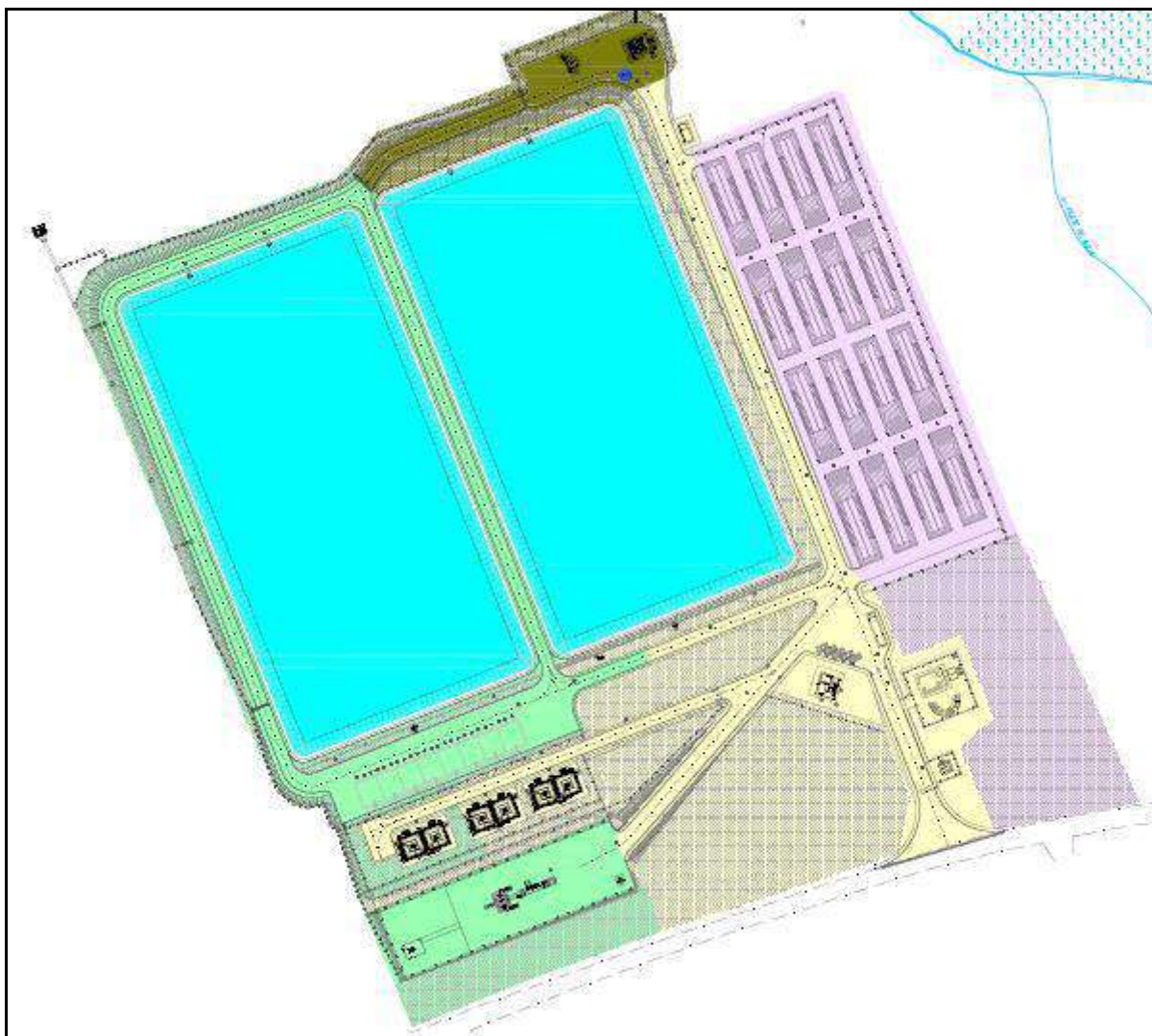


Figura 4.1 – Microbacias da área da ETE Três Pontas

4.5.2.4 Dimensionamento do Sistema de Coleta de Água Pluvial

O Projeto de Drenagem constou do dimensionamento de dispositivos para a captação das águas pluviais provenientes de diversas bacias de contribuição, sejam elas localizadas nas adjacências da plataforma das vias ou em terrenos a montante, bem

como as águas subterrâneas, além das tubulações que visam encaminhá-las adequadamente ao ponto de lançamento, de modo a não comprometer os elementos do corpo viário e suas imediações. A partir dessa avaliação foram projetados os dispositivos que se fazem necessários para a drenagem urbana.

O projeto de drenagem urbana visou posicionar os diversos dispositivos de coleta das águas superficiais que incidem na plataforma das vias, conduzindo-as convenientemente para fora de seu corpo. Os dispositivos utilizados no projeto foram:

- Sarjeta Urbana;
- Boca de Lobo;
- Poços de Visita;
- Caixa de Passagem;
- Bueiros de Greide;
- Dissipador;
- Canaleta de Drenagem

4.5.2.4.1 Sarjeta Urbana

A drenagem superficial foi projetada, sempre que possível, utilizando os dispositivos recomendados pela SUDECAP, sendo os métodos e procedimentos apresentados a seguir:

A determinação dos locais das bocas de lobo foi efetuada a partir de comprimentos máximos de utilização da Sarjeta tipo B para uma extensão de alagamento de 1,67m, conforme ilustração seguinte (Figura 5.2).

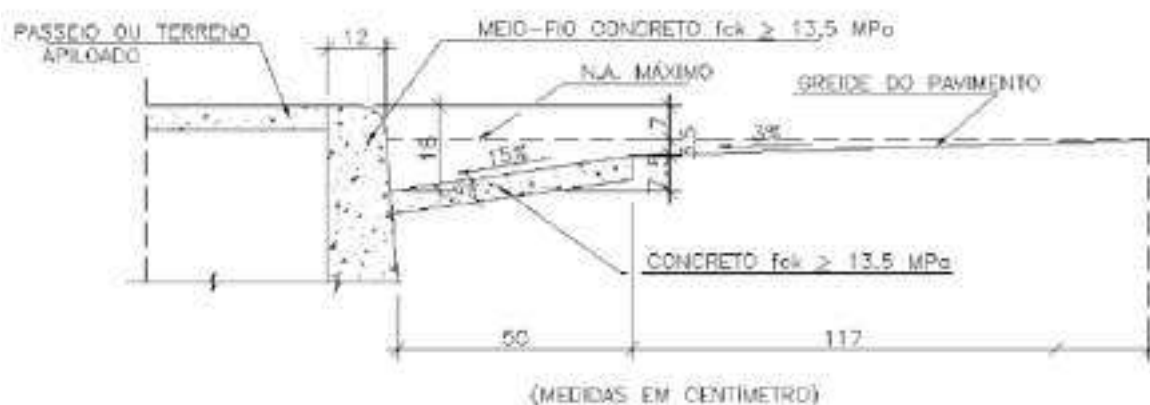


Figura 4.2 – Sarjeta tipo B

A intensidade de chuva considerada foi de 167,93 mm/h, que corresponde a uma chuva para um período de recorrência de 10 anos, tendo como referência para a determinação da intensidade de chuva adotou-se o modelo de Otto Pfafsteter, cidade de Caxambu, conforme se descreve a seguir.

Nas áreas urbanas as sarjetas junto aos passeios foram projetadas em conjunto com as bocas de lobo, de modo a captar as águas e conduzi-las até as redes de drenagem pluvial, previstas em tubos de PEAD.

Para a drenagem superficial o escoamento ao longo dos meios-fios foi calculado considerando que o pavimento ou meio-fio tem uma declividade transversal uniforme no sentido da face da guia, o que forma uma sarjeta triangular.

As bocas de lobo foram posicionadas imediatamente à montante das curvas das guias nos cruzamentos (lados de montante), em pontos baixos de greide, em pontos intermediários, sempre que necessário.

A capacidade das sarjetas do Tipo B (vazão - Q_s) e respectivas velocidades (U_s) para faixa de inundação $T = 1,67m$ foram definidas conforma apresentado no Quadro 4.9.

TIPO DE SARJETA	VAZÃO (Q_s) (L/s)	VELOCIDADE (U_s) (m/s)
B	$553,766.(i)^{1/2}$	$9,762.(i)^{1/2}$

Quadro 4.9 – Capacidade da sarjeta Tipo B

Fonte: Sudecap (2004).

Seguindo procedimentos usuais, a velocidade máxima admitida nas sarjetas de concreto foi de 4,0m/s. Para determinar o melhor posicionamento das bocas de lobo, o projeto procedeu-se a elaboração de tabelas de comprimentos máximos de utilização da sarjeta tipo B, em função da largura média das áreas lindeiras de contribuição e das declividades das vias.

Adicionalmente, procedeu-se a comparação das vazões específicas contribuintes com as capacidades de vazão da sarjeta. Tendo conhecimento da vazão de contribuição daquela sarjeta, sabe-se quantas boca de lobo são necessárias para manter o escoamento adequado no trecho.

4.5.2.4.2 Boca de Lobo

A capacidade máxima de engolimento das bocas de lobo foi verificada de acordo com a metodologia recomendada pela SUDECAP e, dessa forma, foi utilizada a boca de lobo tipo B, combinada com rebaixo e grelha de concreto.

Para a elaboração dos projetos da rede de drenagem da ETE Três Pontas foram adotados os dados hidráulicos contidos nas tabelas técnicas sugeridas pela SUDECAP, conforme Quadro 4.10.

Y	FERRO FUNDIDO		CONCRETO	
	SIMPLES	DUPLA	SIMPLES	DUPLA
5	42	84	43	87
10	119	239	123	245
11	138	276	142	283
16	214	429	218	435

Quadro 4.10 – Capacidade das BL Combinadas (l/s), Faixa de alagamento de 1,67 m e Boca de Lobo localizada em ponto baixo da via

Fonte: Sudecap (2004).

4.5.2.4.3 Poço de Visita / Caixa de Passagem

Foi projetado poço de visita e caixas coletoras tipo A e B. Todos os dispositivos de drenagem indicados no projeto são apresentados nos desenhos referentes aos detalhes construtivos. A profundidade mínima adotada para o Poço de Visita foi de 1,6 m.

4.5.2.4.4 Metodologia de Dimensionamento

Conforme apresentado no mosaico de microbacias, as áreas de contribuição foram correlacionadas com os poços de visita que receberão cada contribuição.

O lançamento final do sistema de águas pluviais ocorrerá em quatro pontos especificados no projeto, em ala de lançamento.

O dimensionamento das redes foi efetuado de forma automatizada, tanto para o estudo hidrológico (Cálculos de Descargas) como para o Dimensionamento Hidráulico das redes. O dimensionamento das Redes passou pelos seguintes passos:

- Identificação do trecho da rede a que se refere o projeto;
- Diâmetro da rede dimensionada para o trecho considerado;
- Declividade do trecho de rede projetado;
- Coeficiente de rugosidade de Manning;
- Vazão calculada para a área de contribuição total correspondente a cada segmento de rede;
- Altura do nível d'água na rede para as condições do projeto;
- Velocidade da água no trecho projetado.

O diâmetro mínimo adotado para a rede pluvial foi de 0,60m. Para os ramais de ligação de bocas de lobo foi adotado o diâmetro de 0,40m, com declividade mínima de 3,00%. Para todas as redes foram utilizados tubos manilha de concreto.

As descargas das bacias para o dimensionamento das redes (áreas de contribuição) foram calculadas pela aplicação do método racional. Todas as bacias apresentaram áreas inferiores a 1 km²).

O escoamento hidráulico nas redes foi calculado adotando-se o seu funcionamento como canal, através da aplicação da fórmula de Manning apresentada no item 4.5.1.2.1, associada à equação da Continuidade.

Foram adotados os coeficientes de rugosidade de 0,013 para as redes de Manilha Cerâmica. No Quadro 4.11 está apresentado o dimensionamento das redes de água pluvial.

Município	TRÊS PONTAS
Unidade	ETE
TR	10 anos
Duração	10 min
Intensidade	167,93 mm/h

Drenagem superficial pluvial microbacias																				
Bacia nº	Área	Talvegue	i	Decl.	Tc - Kispich		Tc mínimo (10 min)	Coefficiente Ponderado	Intensidade (mm/h)	Q	Q	Qs	Us	q	Lu	nº Bocas de Lobo	LANÇAMENTO	BOCAS DE LOBO ADOTADAS	VAZÕES CONCEN TRADAS	
	ha	km	m	%	horas	min	10	"Run Off"	10 anos	(m³/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s.m)	(m)	(m)		(un)	(l/s)	
A1	0,287	0,08	3,20	4,00	0,03	1,97	10	0,9	167,93	0,120	120,49	110,753	1,75	1,506	73,54	1,09	PVD-1	2,0	120,49	
A2	0,652	0,11	5,78	5,22	0,04	2,28	10	0,2	167,93	0,061	60,83	126,560	2,35	0,550	230,24	0,48	9 (PVD-3)	2,0	100,71	
A3	0,095	0,08	4,00	5,00	0,03	1,81	10	0,9	167,93	0,040	39,88	123,826	1,95	0,499	248,38	0,32	PVD3			
A4	0,102	0,06	4,00	6,53	0,02	1,33	10	0,2	167,93	0,010	9,52	141,550	1,95	0,155	910,64	0,07	PVD-2	4,0	125,25	
A5.1	0,187	0,10	0,20	0,21	0,12	7,13	10	0,9	167,93	0,079	78,51	25,188	0,44	0,812	31,02	3,12	PVD-2			
A5.2	0,010	0,10	0,20	0,21	0,12	7,13	10	0,2	167,93	0,001	0,93	25,188	0,44	0,010	2609,95	0,04	6 (PVD-2)			
A5.3	0,048	0,10	0,20	0,21	0,12	7,13	10	0,2	167,93	0,004	4,48	25,188	0,44	0,046	543,74	0,18	8 (PVD-2)			
A5.4	0,053						10	0,2	167,93	0,005	4,94						7 (PVD-2)			
A6	0,064	0,08	0,08	0,10	0,13	8,10	10	0,9	167,93	0,027	26,87	17,561	0,28	0,338	51,99	1,53	PVD-2	2,0	117,92	
A7	0,192	0,04	1,48	3,31	0,02	1,36	10	0,9	167,93	0,081	80,61	100,696	1,19	1,801	55,92	0,80	PVD-4			
A8	0,166	0,08	0,39	0,50	0,07	4,29	10	0,2	167,93	0,015	15,49	39,197	0,61	0,199	197,01	0,40				
A9	0,052	0,08	0,85	1,06	0,05	3,28	10	0,9	167,93	0,022	21,83	57,081	0,90	0,273	209,17	0,38	PVD-5	2,0	111,63	
A10	0,239	0,06	2,55	4,26	0,03	1,54	10	0,9	167,93	0,100	100,34	114,353	1,56	1,678	68,15	0,88				
A11	0,121	0,20	0,41	0,20	0,21	12,80	10	0,2	167,93	0,011	11,29	24,834	0,63	0,055	448,48	0,45	PVD-6	2,0	10,36	
A12	0,111	0,12	0,12	0,10	0,18	10,82	10	0,2	167,93	0,010	10,36	17,735	0,34	0,089	200,37	0,58				
B1	0,594						10	0,2	167,93	0,055	55,42						1		55,42	
B2	1,291						10	0,2	167,93	0,120	120,44						CPC1		120,44	
C1	0,200						10	0,2	167,93	0,019	18,68						3		18,68	
C2.1	0,230						10	0,9	167,93	0,097	96,56						3 E 4		96,56	
C2.2	0,096						10	0,2	167,93	0,009	8,96						CPC5		8,96	
C3.1	0,042						10	0,2	167,93	0,004	3,92						CPG1 (CPC15)		139,57	
C3.2	0,294						10	0,9	167,93	0,123	123,43									
C3.3	0,076						10	0,2	167,93	0,007	7,09									
C4	0,055						10	0,2	167,93	0,005	5,13									
C5	0,076						10	0,9	167,93	0,032	31,91						CPS1 (CPC18)		31,91	
C6	0,077						10	0,9	167,93	0,032	32,33						CPS2 (CPC21)		32,33	
C7	0,076						10	0,2	167,93	0,007	7,09						CPC18		7,09	
C8	0,100						10	0,9	167,93	0,042	41,98						CPS2 (CPC21)		41,98	
C9	0,089						10	0,2	167,93	0,008	8,30						13 E CPC25		8,30	
C10	0,152						10	0,9	167,93	0,064	63,81						CPG2 (CPC24)		63,81	
D1	0,124						10	0,9	167,93	0,052	52,06						CPS3		52,06	
D2	0,060						10	0,9	167,93	0,025	25,19						CPG3		33,31	
D3	0,087						10	0,2	167,93	0,008	8,12						CPG3			
D4	0,095						10	0,2	167,93	0,009	8,86						10		8,86	

Sera apersentado a seguir as planilhas de dimensionamento da drenagem:

Rua dos Pampas, 434 - Prado - Belo Horizonte / MG - CEP 30.411-030.

E-mail: despro@desproprojetos.com.br - site: www.desproprojetos.com.br

Telefone: (31) 3213-8049

PLANILHA DE CÁLCULO - BACIAS A, B e D

SAAE - SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO

DRENAGEM PLUVIAL - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS - TRÊS PONTAS - MG

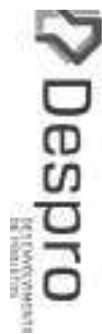
T R E C H O S

16-05-2022

Fl.1

ÓRGÃOS ACESSÓRIOS MONTANTE

*****												*****		
TRECHO	COMPR.	DECLIV.	DIAM.		COTA	QUEDA	----VAZÃO----		LAM.	VELOC.	TENSÃO	TIPO	----COTAS----	PROF.
	(m)	(%)	(mm)		COLETOR	JUS.	CONC.	JUS.	DÁGUA		TRATIVA		TERRENO	FUNDO
*****												*****		
					(m)	(m)	(l/s)	(l/s)	(%)	(m/s)	(Pa)		(m)	(m)
PVD-1 - PVD-4	35,00	2,711	600	Mont	845,709	Inic	120,49	120,49	23	2,40	22,42	PV	847,209	845,709
Terra			MC	Jus	844,760	Final	120,49	120,49	23	2,40	22,42			1,500
PVD-2 - PVD-3	24,00	0,500	600	Mont	845,179	Inic	125,25	125,25	36	1,33	6,03	PV	846,679	845,179
Terra			MC	Jus	845,059	Final	125,25	125,25	36	1,33	6,03			1,500
PVD-3 - PVD-4	45,00	0,500	600	Mont	845,059	Inic	100,71	225,96	51	1,55	7,61	PV	846,603	845,059
Terra			MC	Jus	844,834	0,07 Final	100,71	225,96	51	1,55	7,61			1,544
PVD-4 - PVD-5	89,00	1,608	600	Mont	844,760	Inic	117,92	464,37	55	2,87	25,71	PV	846,260	844,760
Terra			MC	Jus	843,329	Final	117,92	464,37	55	2,87	25,71			1,500
PVD-5 - PVD-6	89,00	2,045	600	Mont	843,329	Inic	111,63	576,00	59	3,31	33,79	PV	844,829	843,329
Terra			MC	Jus	841,509	Final	111,63	576,00	59	3,31	33,79			1,500
PVD-6 - PVD-7	42,00	2,507	600	Mont	841,509	Inic	10,36	586,36	56	3,60	40,24	PV	843,009	841,509
Terra			MC	Jus	840,456	0,10 Final	10,36	586,36	56	3,60	40,24			1,500
PVD-7 - PVD-8	68,00	0,634	700	Mont	840,356	Inic		586,36	67	2,13	12,97	PV	841,956	840,356
Terra			MC	Jus	839,925	0,10 Final		586,36	67	2,13	12,97			1,600
PVD-8 - ALA-AB	7,00	0,714	800	Mont	839,825	Inic		762,21	60	2,39	15,95	PV	839,725	839,825
Terra			MC	Jus	839,775	Final		762,21	60	2,39	15,95			-0,100
1 - CPC1	62,00	0,200	600	Mont	845,700	Inic	55,42	55,42	30	0,76	2,08	CP	846,000	845,700
Terra			CMC	Jus	845,576	Final	55,42	55,42	30	0,76	2,08			0,300
CPC1 - CPC2	190,00	1,514	600	Mont	845,576	Inic	80,29	135,71	28	2,02	14,96	CP	846,000	845,576
Asfalto			CMC	Jus	842,700	0,12 Final	80,29	135,71	28	2,02	14,96			0,424
CPC2 - PVD-7	34,00	7,668	600	Mont	842,582	Inic		175,85	21	3,88	59,62	CP	843,000	842,582
Asfalto			CMC	Jus	839,975	0,15 Final		175,85	21	3,88	59,62			0,418
2 - CPC2	59,00	0,200	600	Mont	842,700	Inic	40,14	40,14	25	0,69	1,81	CP	843,000	842,700
Terra			CMC	Jus	842,582	Final	40,14	40,14	25	0,69	1,81			0,300
CPG3 - CPC47	2,00	0,201	600	Mont	841,689	Inic	33,31	33,31	23	0,66	1,68	CP	841,989	841,689
Terra			CMC	Jus	841,685	0,08 Final	33,31	33,31	23	0,66	1,68			0,300
CPC47 - CPC48	15,00	4,294	600	Mont	841,602	Inic		42,17	12	2,07	20,07	CP	842,226	841,602
Terra			CMC	Jus	840,958	Final		42,17	12	2,07	20,07			0,624



PLANILHA DE CÁLCULO- BACIAS A, B e D

SAAE - SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO

DRENAGEM PLUVIAL - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS - TRÊS PONTAS - MG

16-05-2022

Fl.2

ÓRGÃOS ACESSÓRIOS MONTANTE

TRECHOS

TRECHO	COMPR.	DECLIV.	DIAM.	COTA	QUEDA	----VAZÃO----	LAM.	VELOC.	TENSÃO
	(m)	(%)	(mm)	COLETOR	JUS.	CONC.	JUS.	DÁGUA	TRATIVA
				(m)	(m)	(l/s)	(l/s)	(%)	(m/s)
CPC48 - CPC50	56,00	3,191	600	Mont	840,958	Inic	42,17	13	1,87
Terra			CMC	Jus	839,171	0,09	Final	42,17	13
CPC50 - ALA-D	21,00	0,343	600	Mont	839,078	Inic	95,23	35	1,07
Terra			CMC	Jus	839,006	Final	95,23	35	1,07
CPS3 - CPC50	6,00	31,317	300	Mont	841,350	Inic	52,06	20	4,84
Terra			CMC	Jus	839,471	0,39	Final	52,06	20
3 - CPC49	18,00	6,578	300	Mont	840,767	Inic	1,00	5	0,96
Terra			CMC	Jus	839,583	0,15	Final	1,00	5
CPC49 - CPC50	12,00	0,458	300	Mont	839,433	Inic	1,00	10	0,38
Terra			CMC	Jus	839,378	0,30	Final	1,00	10
4 - CPC30	50,00	0,221	300	Mont	846,850	Inic	7,09	26	0,47
Terra			CMC	Jus	846,740	Final	7,09	26	0,47
CPC30 - CPC31	27,00	0,221	300	Mont	846,740	Inic	7,09	26	0,47
Terra			CMC	Jus	846,680	Final	7,09	26	0,47
5 - CPC31	52,00	0,447	300	Mont	846,850	Inic	1,58	10	0,38
Terra			CMC	Jus	846,618	Final	1,58	10	0,38
6 - CPC32	50,00	0,458	300	Mont	846,850	Inic	0,93	10	0,38
Terra			CMC	Jus	846,621	Final	0,93	10	0,38
CPC32 - SARJ1	3,00	20,099	300	Mont	846,621	Inic	0,93	4	1,40
Terra			CMC	Jus	846,018	Final	0,93	4	1,40
7 - CPC33	49,00	0,262	300	Mont	846,850	Inic	4,94	21	0,45
Terra			CMC	Jus	846,722	Final	4,94	21	0,45
CPC33 - SARJ2	20,00	0,509	300	Mont	846,722	Inic	4,94	18	0,57
Terra			CMC	Jus	846,620	Final	4,94	18	0,57
8 - CPC34	101,00	0,274	300	Mont	849,850	Inic	4,48	20	0,44
Terra			CMC	Jus	849,573	Final	4,48	20	0,44
CPC34 - CPC35	12,00	0,274	300	Mont	849,573	Inic	4,48	20	0,44
Terra			CMC	Jus	849,540	Final	4,48	20	0,44

TIPO	TERRENO	FUNDO	PROF.
	(m)	(m)	(m)
CP	841,258	840,958	0,300
CP	839,471	839,078	0,393
CP	841,500	841,350	0,150
CP	840,917	840,767	0,150
CP	839,583	839,433	0,150
CP	847,000	846,850	0,150
CP	847,000	846,740	0,260
CP	847,000	846,850	0,150
CP	847,000	846,850	0,150
CP	847,000	846,621	0,379
CP	847,000	846,850	0,150
CP	847,000	846,722	0,278
CP	850,000	849,850	0,150
CP	850,000	849,573	0,427

PLANILHA DE CÁLCULO - BACIAS A, B e D

SAAE - SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO

DRENAGEM PLUVIAL - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS - TRÊS PONTAS - MG - BACIAS A, B E D

T R E C H O S

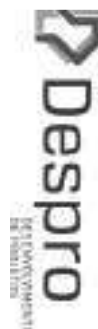
TRECHO	COMPR.	DECLIV.	DIAM.		COTA	QUEDA	----	VAZÃO----	LAM.	VELOC.	TENSÃO
	(m)	(%)	(mm)		COLETOR	JUS.	CONC.	JUS.	DÁGUA		TRATIVA
					(m)	(m)	(l/s)	(l/s)	(%)	(m/s)	(Pa)
CPC35 - CPC36	52,00	3,859	300	Mont	849,540	Inic		4,48	10	1,11	7,73
Terra			CMC	Jus	847,534	0,15	Final	4,48	10	1,11	7,73
CPC36 - SARJ3	3,00	22,534	300	Mont	847,384	Inic		4,48	6	2,07	30,32
Terra			CMC	Jus	846,708	Final		4,48	6	2,07	30,32
CPC41 - CPC42	23,00	0,200	300	Mont	847,850	Inic	11,42	11,42	35	0,52	1,16
Terra			CMC	Jus	847,804	Final	11,42	11,42	35	0,52	1,16
CPC42 - CPC43	9,00	0,200	300	Mont	847,804	Inic		11,42	35	0,52	1,16
Terra			CMC	Jus	847,786	Final		11,42	35	0,52	1,16
CPC43 - CPC46	4,00	0,200	300	Mont	847,786	Inic		11,42	35	0,52	1,16
Terra			CMC	Jus	847,778	0,39	Final	11,42	35	0,52	1,16
CPC46 - SARJ5	5,00	0,200	600	Mont	847,383	Inic		22,84	19	0,59	1,41
Terra			CMC	Jus	847,373	Final		22,84	19	0,59	1,41
CPC44 - CPC45	23,00	0,200	300	Mont	847,749	Inic	11,42	11,42	35	0,52	1,16
Terra			CMC	Jus	847,703	Final	11,42	11,42	35	0,52	1,16
CPC45 - CPC46	10,00	0,200	300	Mont	847,703	Inic		11,42	35	0,52	1,16
Terra			CMC	Jus	847,683	0,30	Final	11,42	35	0,52	1,16
CPC38 - CPC39	9,00	0,282	300	Mont	848,822	Inic		4,20	19	0,44	0,99
Terra			CMC	Jus	848,796	Final		4,20	19	0,44	0,99
CPC39 - SARJ4	10,00	0,283	300	Mont	848,796	Inic		4,20	19	0,44	0,99
Terra			CMC	Jus	848,768	Final		4,20	19	0,44	0,99
CPC51 - CPC52	11,00	0,973	300	Mont	842,261	Inic		8,86	20	0,84	3,61
Terra			CMC	Jus	842,154	0,15	Final	8,86	20	0,84	3,61
CPC52 - CPC47	51,00	0,200	300	Mont	842,004	Inic		8,86	30	0,48	1,04
Terra			CMC	Jus	841,902	0,30	Final	8,86	30	0,48	1,04
9 - SARJ6	50,00	1,972	300	Mont	847,850	Inic	60,83	60,83	46	1,87	14,18
Terra			CMC	Jus	846,864	Final	60,83	60,83	46	1,87	14,18
10 - CPC51	14,00	3,136	300	Mont	842,850	Inic	8,86	8,86	15	1,27	8,96
Terra			CMC	Jus	842,411	0,15	Final	8,86	15	1,27	8,96

16-05-2022

Fl.3

ÓRGÃOS ACESSÓRIOS MONTANTE

TIPO	----	COTAS----	PROF.
	TERRENO	FUNDO	(m)
	(m)	(m)	(m)
CP	849,850	849,540	0,310
CP	847,534	847,384	0,150
CP	848,000	847,850	0,150
CP	848,000	847,804	0,196
CP	848,000	847,786	0,214
CP	848,000	847,383	0,617
CP	848,000	847,749	0,251
CP	848,000	847,703	0,297
CP	849,000	848,822	0,178
CP	849,000	848,796	0,204
CP	842,411	842,261	0,150
CP	842,154	842,004	0,150
CP	848,000	847,850	0,150
CP	843,000	842,850	0,150



PLANILHA DE CÁLCULO

SAAE - SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO

DRENAGEM PLUVIAL - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS - TRÊS PONTAS - MG - BACIAS A, B E D

T R E C H O S

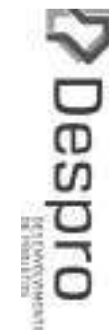
TRECHO	COMPR.	DECLIV.	DIAM.		COTA	QUEDA	----	VAZÃO----	LAM.	VELOC.	TENSÃO
	(m)	(%)	(mm)		COLETOR	JUS.	CONC.	JUS.	DÁGUA		TRATIVA
					(m)	(m)	(l/s)	(l/s)	(%)	(m/s)	(Pa)
11 - CPC38	10,00	0,283	300	Mont	848,850	Inic	4,20	4,20	19	0,44	0,99
Terra			CMC	Jus	848,822	Final	4,20	4,20	19	0,44	0,99
12 - CPC44	22,00	0,458	300	Mont	847,850	Inic		0,00	10	0,38	0,91
Terra			CMC	Jus	847,749	Final		0,00	10	0,38	0,91
ALA-AB (lançamento)						Inic.		762,21			
						Final		762,21			
ALA-D (lançamento)						Inic.		95,23			
						Final		95,23			
CPC31 (lançamento)						Inic.		7,09			
						Final		7,09			
CPC31 (lançamento)						Inic.		1,58			
						Final		1,58			
SARJ1 (lançamento)						Inic.		0,93			
						Final		0,93			
SARJ2 (lançamento)						Inic.		4,94			
						Final		4,94			
SARJ3 (lançamento)						Inic.		4,48			
						Final		4,48			
SARJ5 (lançamento)						Inic.		22,84			
						Final		22,84			
SARJ4 (lançamento)						Inic.		4,20			
						Final		4,20			
SARJ6 (lançamento)						Inic.		60,83			
						Final		60,83			

16-05-2022

FL.4

ÓRGÃOS ACESSÓRIOS MONTANTE

TIPO	----	COTAS----	PROF.
	TERRENO	FUNDO	(m)
	(m)	(m)	
CP	849,000	848,850	0,150
CP	848,000	847,850	0,150
PV	839,825	839,775	0,050
PV	839,306	839,006	0,300
PV	847,000	846,680	0,320
PV	847,000	846,618	0,382
PV	846,018	846,018	0,000
PV	846,620	846,620	0,000
PV	846,708	846,708	0,000
PV	848,000	847,373	0,627
PV	849,000	848,768	0,232
PV	846,864	846,864	0,000



PLANILHA DE CÁLCULO - BACIA C

SAAE - SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO

DRENAGEM PLUVIAL - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS - TRÊS PONTAS - MG

T R E C H O S

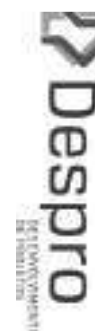
TRECHO	COMPR.	DECLIV.	DIAM.	COTA	QUEDA	----	VAZÃO	----	LAM.	VELOC.	TENSÃO
	(m)	(%)	(mm)	COLETOR	JUS.	CONC.	JUS.	DÁGUA	TRATIVA		
				(m)	(m)	(l/s)	(l/s)	(%)	(m/s)	(Pa)	
13 - CPC3	100,00	0,200	600	Mont	852,700	Inic	66,96	66,96	33	0,80	2,25
	Terra		CMC	Jus	852,500	Final	66,96	66,96	33	0,80	2,25
CPC3 - CPC4	2,00	0,201	600	Mont	852,500	Inic		66,96	33	0,80	2,26
	Terra		CMC	Jus	852,496	Final		66,96	33	0,80	2,26
CPC4 - CPC6	29,00	6,145	600	Mont	852,496	Inic		66,96	14	2,70	32,67
	Terra		CMC	Jus	850,714	Final		66,96	14	2,70	32,67
CPC6 - CPC7	8,00	7,100	600	Mont	850,714	Inic		124,19	18	3,41	48,15
	Terra		CMC	Jus	850,146	Final		124,19	18	3,41	48,15
CPC7 - CPC8	28,00	6,011	600	Mont	850,146	Inic		124,19	19	3,21	42,29
	Terra		CMC	Jus	848,463	Final		124,19	19	3,21	42,29
CPC8 - CPC9	4,00	5,624	600	Mont	848,463	Inic		124,19	19	3,14	40,18
	Terra		CMC	Jus	848,238	Final		124,19	19	3,14	40,18
CPC9 - CPC10	8,00	6,163	600	Mont	848,238	Inic		124,19	19	3,24	43,13
	Terra		CMC	Jus	847,745	Final		124,19	19	3,24	43,13
CPC10 - CPC11	7,00	0,514	600	Mont	847,745	Inic		124,19	36	1,34	6,14
	Terra		CMC	Jus	847,709	Final		124,19	36	1,34	6,14
CPC11 - CPC12	6,00	3,133	600	Mont	847,709	Inic		124,19	22	2,55	25,44
	Terra		CMC	Jus	847,521	Final		124,19	22	2,55	25,44
CPC12 - CPC13	8,00	5,300	600	Mont	847,521	Inic		124,19	20	3,08	38,41
	Terra		CMC	Jus	847,097	Final		124,19	20	3,08	38,41
CPC13 - CPC14	5,00	6,019	600	Mont	847,097	Inic		124,19	19	3,22	42,34
	Terra		CMC	Jus	846,796	Final		124,19	19	3,22	42,34
CPC14 - CPC15	30,00	6,270	600	Mont	846,796	Inic		124,19	19	3,26	43,72
	Terra		CMC	Jus	844,915	Final		124,19	19	3,26	43,72
CPC15 - CPC16	30,00	6,210	600	Mont	844,915	Inic	139,57	263,76	28	4,05	60,31
	Terra		CMC	Jus	843,052	Final	139,57	263,76	28	4,05	60,31
CPC16 - CPC17	24,00	3,038	600	Mont	843,052	Inic		263,76	33	3,13	34,32
	Terra		CMC	Jus	842,323	Final	0,40	263,76	33	3,13	34,32

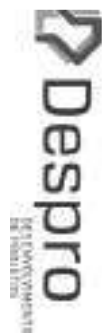
16-05-2022

Fl.1

ÓRGÃOS ACESSÓRIOS MONTANTE

TIPO	----	COTAS	----	PROF.
	TERRENO	FUNDO		(m)
	(m)	(m)		
CP	853,000	852,700		0,300
CP	853,000	852,500		0,500
CP	853,000	852,496		0,504
CP	851,014	850,714		0,300
CP	850,446	850,146		0,300
CP	848,763	848,463		0,300
CP	848,538	848,238		0,300
CP	848,045	847,745		0,300
CP	848,009	847,709		0,300
CP	847,821	847,521		0,300
CP	847,397	847,097		0,300
CP	847,096	846,796		0,300
CP	845,215	844,915		0,300
CP	843,352	843,052		0,300





16-05-2022
FL.2

ÓRGÃOS ACESSÓRIOS MONTANTE

TIPO	----	COTAS	-----	PROF.
	TERRENO	FUNDO		(m)
	(m)	(m)		

CP	842,623	841,923		0,700
----	---------	---------	--	-------

CP	842,785	841,887		0,898
----	---------	---------	--	-------

CP	843,100	841,829		1,271
----	---------	---------	--	-------

CP	842,956	841,745		1,211
----	---------	---------	--	-------

CP	841,536	840,836		0,700
----	---------	---------	--	-------

CP	840,515	839,815		0,700
----	---------	---------	--	-------

CP	838,970	838,270		0,700
----	---------	---------	--	-------

CP	840,177	840,177		0,000
----	---------	---------	--	-------

CP	840,364	839,849		0,515
----	---------	---------	--	-------

CP	843,061	842,761		0,300
----	---------	---------	--	-------

CP	843,184	842,751		0,433
----	---------	---------	--	-------

CP	843,293	842,729		0,564
----	---------	---------	--	-------

CP	840,484	840,484		0,000
----	---------	---------	--	-------

CP	853,000	852,700		0,300
----	---------	---------	--	-------

PLANILHA DE CÁLCULO- BACIA C

SAAE - SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO

DRENAGEM PLUVIAL - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS - TRÊS PONTAS - MG

T R E C H O S

TRECHO	COMPR.	DECLIV.	DIAM.		COTA	QUEDA	----	VAZÃO	----	LAM.	VELOC.	TENSÃO
	(m)	(%)	(mm)		COLETOR	JUS.	CONC.	JUS.	DÁGUA			TRATIVA
					(m)	(m)	(l/s)	(l/s)	(%)	(m/s)	(Pa)	

CPC17 - CPC18	18,00	0,200	1000	Mont	841,923	Inic		263,76	33	1,13	3,76	
---------------	-------	-------	------	------	---------	------	--	--------	----	------	------	--

Terra			CMC	Jus	841,887	Final		263,76	33	1,13	3,76	
-------	--	--	-----	-----	---------	-------	--	--------	----	------	------	--

CPC18 - CPC19	29,00	0,200	1000	Mont	841,887	Inic	39,00	302,76	36	1,17	3,98	
---------------	-------	-------	------	------	---------	------	-------	--------	----	------	------	--

Terra			CMC	Jus	841,829	Final	39,00	302,76	36	1,17	3,98	
-------	--	--	-----	-----	---------	-------	-------	--------	----	------	------	--

CPC19 - CPC20	42,00	0,200	1000	Mont	841,829	Inic		302,76	36	1,17	3,98	
---------------	-------	-------	------	------	---------	------	--	--------	----	------	------	--

Terra			CMC	Jus	841,745	Final		302,76	36	1,17	3,98	
-------	--	--	-----	-----	---------	-------	--	--------	----	------	------	--

CPC20 - CPC21	24,00	3,787	1000	Mont	841,745	Inic		302,76	17	3,34	39,89	
---------------	-------	-------	------	------	---------	------	--	--------	----	------	-------	--

Terra			CMC	Jus	840,836	Final		302,76	17	3,34	39,89	
-------	--	--	-----	-----	---------	-------	--	--------	----	------	-------	--

CPC21 - CPC22	12,00	8,508	1000	Mont	840,836	Inic	74,31	377,07	15	4,74	82,63	
---------------	-------	-------	------	------	---------	------	-------	--------	----	------	-------	--

Terra			CMC	Jus	839,815	Final	74,31	377,07	15	4,74	82,63	
-------	--	--	-----	-----	---------	-------	-------	--------	----	------	-------	--

CPC22 - CPC29	16,00	9,657	1000	Mont	839,815	Inic		377,07	15	4,95	91,10	
---------------	-------	-------	------	------	---------	------	--	--------	----	------	-------	--

Terra			CMC	Jus	838,270	Final		377,07	15	4,95	91,10	
-------	--	--	-----	-----	---------	-------	--	--------	----	------	-------	--

CPC29 - ALAC	13,00	7,461	1000	Mont	838,270	Inic		449,19	17	4,77	80,64	
--------------	-------	-------	------	------	---------	------	--	--------	----	------	-------	--

Terra			CMC	Jus	837,300	Final		449,19	17	4,77	80,64	
-------	--	--	-----	-----	---------	-------	--	--------	----	------	-------	--

CPC23 - CPC27	8,00	0,344	300	Mont	840,177	Inic		2,76	15	0,41	0,96	
---------------	------	-------	-----	------	---------	------	--	------	----	------	------	--

Terra			CMC	Jus	840,149	0,30 Final		2,76	15	0,41	0,96	
-------	--	--	-----	-----	---------	------------	--	------	----	------	------	--

CPC27 - CPC28	5,00	1,869	600	Mont	839,849	Inic		72,12	19	1,81	13,40	
---------------	------	-------	-----	------	---------	------	--	-------	----	------	-------	--

Terra			CMC	Jus	839,756	Final		72,12	19	1,81	13,40	
-------	--	--	-----	-----	---------	-------	--	-------	----	------	-------	--

CPC24 - CPC25	5,00	0,200	600	Mont	842,761	Inic	63,81	63,81	32	0,79	2,21	
---------------	------	-------	-----	------	---------	------	-------	-------	----	------	------	--

Terra			CMC	Jus	842,751	Final	63,81	63,81	32	0,79	2,21	
-------	--	--	-----	-----	---------	-------	-------	-------	----	------	------	--

CPC25 - CPC26	11,00	0,200	600	Mont	842,751	Inic	5,55	69,36	34	0,81	2,28	
---------------	-------	-------	-----	------	---------	------	------	-------	----	------	------	--

Terra			CMC	Jus	842,729	Final	5,55	69,36	34	0,81	2,28	
-------	--	--	-----	-----	---------	-------	------	-------	----	------	------	--

CPC26 - CPC27	89,00	2,994	600	Mont	842,729	Inic		69,36	17	2,12	18,97	
---------------	-------	-------	-----	------	---------	------	--	-------	----	------	-------	--

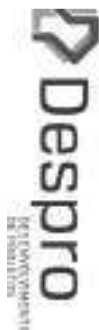
Terra			CMC	Jus	840,064	0,21 Final		69,36	17	2,12	18,97	
-------	--	--	-----	-----	---------	------------	--	-------	----	------	-------	--

14 - CPC23	13,00	2,362	300	Mont	840,484	Inic	2,76	2,76	9	0,81	4,24	
------------	-------	-------	-----	------	---------	------	------	------	---	------	------	--

Terra			CMC	Jus	840,177	Final	2,76	2,76	9	0,81	4,24	
-------	--	--	-----	-----	---------	-------	------	------	---	------	------	--

15 - CPC5	100,00	0,200	600	Mont	852,700	Inic	48,27	48,27	28	0,73	1,96	
-----------	--------	-------	-----	------	---------	------	-------	-------	----	------	------	--

Terra			CMC	Jus	852,500	Final	48,27	48,27	28	0,73	1,96	
-------	--	--	-----	-----	---------	-------	-------	-------	----	------	------	--



PLANILHA DE CÁLCULO - BACIA C

SAAE - SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO

DRENAGEM PLUVIAL - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS - TRÊS PONTAS - MG

T R E C H O S

TRECHO	COMPR.	DECLIV.	DIAM.		COTA	QUEDA	---VAZÃO---		LAM.	VELOC.	TENSÃO
	(m)	(%)	(mm)		COLETOR	JUS.	CONC.	JUS.	DÁGUA		TRATIVA
					(m)	(m)	(l/s)	(l/s)	(%)	(m/s)	(Pa)

CPC5 - CPC6	5,00	35,720	600	Mont	852,500	Inic	8,96	57,23	8	4,75	118,59
	Terra		CMC	Jus	850,714	Final	8,96	57,23	8	4,75	118,59

CPC28 - CPC29	19,00	5,716	600	Mont	839,756	Inic		72,12	15	2,69	31,97
	Terra		CMC	Jus	838,670	0,40 Final		72,12	15	2,69	31,97

ALAC (lançamento)						Inic.		449,19			
						Final		449,19			

16-05-2022

Fl.3

ÓRGÃOS ACESSÓRIOS MONTANTE

TIPO	---COTAS---	PROF.	
	TERRENO	FUNDO	(m)
	(m)	(m)	(m)

CP	853,000	852,500	0,500

CP	840,056	839,756	0,300

CP	838,000	837,300	0,700

4.6 URBANIZAÇÃO

O projeto de urbanização da área da Estação de Tratamento de Esgotos Três Pontas teve como premissa básica a manutenção das características de permeabilidade da área ocupada. O revestimento do piso da área de manobra de veículos será executado com pavimentação asfáltica. Para a atribuição de uma estética mais agradável à unidade, o projeto de paisagismo da área previu o plantio das espécies apresentadas no Quadro 4.12.

ESPÉCIES SELECIONADAS PARA O PROJETO PAISAGÍSTICO

ITEM	NOME CIENTÍFICO/ VULGAR	TIPO	QUANT.	ESPAÇAMENTO ENTRE MUDAS
	<i>Tibouchina granulosa</i> /Quaresmeira	árvore	4 mudas	onde indicado
	<i>Mimosa caesia</i> /piniaefolia/Sansão do campo	cerca viva	1741 mudas	30 em 30 cent.
	Árvores nativas da região		16 mudas	
	<i>Duranta repens</i> "Aurea"/Fingo de ouro	arbusto	175 mudas	30 em 30 cent.
	<i>Tibouchina granulosa</i> /Quaresmeira rosa	arbusto	22 mudas	1 em 1m
	<i>Tabebuia impetiginosa</i> /Ipê roxo	arbusto	3 mudas	onde indicado
	<i>Tibouchina granulosa</i> /Quaresmeira roxa	arbusto	17 mudas	onde indicado
	<i>Tabebuia serratifolia</i> /Ipê amarelo	arbusto	4 mudas	onde indicado
	<i>chrysalidocarpus lutescens</i> /Areca bambu	arbusto	9 mudas	onde indicado
	<i>Bougainvillea glabra</i> /Roseiro	arbusto	3 mudas	onde indicado
	<i>Rhododendron sinense</i> /Azaléia	arbusto	13 mudas	onde indicado
	<i>syacens nomato riana</i> (jenivá-licuri)/Palmeira	arbusto	24 mudas	onde indicado

Quadro 4.12. Espécies selecionadas para o Projeto Paisagístico

O quadro 4.13 mostra a quantidade dos materiais sugeridos para urbanização da área da ETE Três Pontas.

PROJETO URBANÍSTICO

ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UNID.	QUANT.
	LAMA ASFÁLTICA	m ²	7440
	MEIO FIO TIPO RETO 80x45x11	m	1915
	ÁREA PARA PISO DE PASSEIO EM CONCRETO MAGRO	m ²	970,00
	CERCA DE PROTEÇÃO EM MOURÕES DE CONCRETO	m	1250
	GRAMA TIPO "ESMERALDA"	m ²	12500
	PASSEIO CIMENTADO C/ REVESTIMENTO DE ARGAMASSA CIMENTO E AREIA 1:3, 1:3 SOBRE BASE DE CONCRETO	m	1250
	LONA PEAD	m	44620
	PASSEIO	m	2707

Quadro 4.13. Quantidade de Materiais da Urbanização da Área da ETE Três Pontas

4.7 INTERLIGAÇÃO

4.7.1 Parâmetros e critérios para dimensionamento de redes e interceptores

Os critérios e parâmetros utilizados para o dimensionamento de redes coletoras e do sistema de interceptação foram definidos com base nas normas da ABNT (NBR-9649/86 – Projeto de Redes Coletoras de Esgoto Sanitário; NBR-14486/00 – Sistemas Enterrados para Condução de Esgoto Sanitário – Projeto de Redes Coletoras com Tubos de PVC; NBR-12207/92 – Projeto de Interceptores de Esgoto Sanitário).

As redes e os interceptores serão dimensionados para fim de plano, e verificados para início de plano.

Os principais parâmetros e critérios de projeto utilizados no dimensionamento são:

- Vazão de dimensionamento para início de plano

De acordo com a Norma NBR 9.649/1986, a vazão de início de plano será a vazão doméstica, multiplicada pelo coeficiente da hora de maior consumo ($K_2 = 1,5$) e acrescida da vazão de infiltração.

- Vazão de dimensionamento para final de plano

De acordo com a Norma NBR 9.649/1986, a vazão de final de plano será a

vazão doméstica, multiplicada pelos coeficientes do dia e da hora de maior consumo ($K_1 = 1,2$ e $K_2 = 1,5$) e acrescida da vazão de infiltração.

- Vazão mínima de dimensionamento..... 1,5 l/s
- Coeficiente de Manning
 - Para tubos de PVC 0,010
 - Para tubos de Concreto 0,014
 - Para tubos nos demais materiais..... 0,013
- Diâmetro mínimo 150 mm
- Recobrimento mínimo da tubulação a ser assentada na rua..... 0,90 m
- Lâmina d'água máxima para vazão máxima de fim de plano
 - Velocidade inferior à velocidade crítica..... 75%
 - Velocidade superior à velocidade crítica..... 50%
- Velocidade máxima na tubulação 5,0 m/s
- Material
 - Diâmetros de 150 mm a 400 mm serão em PVC rígido ocre, junta elástica, ponta e bolsa, conforme ABNT 7362 e anel de borracha conforme NBR-9063 da ABNT;
 - Diâmetros superiores a 400 mm serão em concreto armado centrifugado, junta elástica, ponta e bolsa, conforme NBR-8890 da ABNT.
- Declividade
 - Para redes / interceptores em tubos de PVC, a declividade mínima admissível, determinada a partir da vazão inicial e coeficiente de Manning igual a 0,010, será aquela necessária para garantir tensão trativa média de 0,6 Pa.
 - Para redes coletoras em materiais diferentes de PVC, a declividade mínima admissível, determinada a partir da vazão inicial e coeficiente de Manning igual a 0,013, será aquela necessária para garantir tensão trativa média de 1,0 Pa.
 - Para interceptores em materiais diferentes de PVC, a declividade mínima admissível, determinada a partir da vazão inicial e coeficiente de Manning igual a 0,013, será aquela necessária para garantir tensão trativa média de 1,5 Pa.
- Degrau e tubo de queda

- Sempre que o desnível entre a tubulação de chegada ao poço de visita e a de saída for superior a 0,50 m, será previsto um tubo de queda. Em desníveis de até 0,50 m haverá apenas um degrau.
- Controle de remanso
 - A cota de fundo na saída de um poço deve ser fixada para as vazões finais de dimensionamento, de modo a garantir no interior do mesmo, um nível d'água mais baixo do que o de qualquer tubulação de entrada.
- Posições obrigatórias para os poços de visita
 - Serão previstos poços de visita sempre que houver mudança na direção dos coletores, na declividade da linha, no diâmetro das tubulações, no material dos tubos ou quando houver descontinuidade vertical.
- Distância entre poços de visita:
 - 80m nas tubulações com $\phi \leq 375$ mm;
 - 100m nas tubulações com $400 \leq \phi < 600$ mm;
 - 120m nas tubulações com $\phi > 600$ mm.
- Tipos de poços de visita
 - Nos trechos cujas profundidades forem superiores a 2,50 m ou cujos diâmetros forem maiores que 300 mm e menores ou iguais a 1.000 mm, serão utilizados poços de visita com diâmetro de 1,00 m e chaminé de 60 cm;
 - Nos trechos cujas profundidades forem inferiores ou iguais a 2,50 m e cujos diâmetros forem menores ou iguais a 300 mm, serão utilizados poços de visita com diâmetro de 60 cm.
- Ponta seca
 - Serão instalados no início de rede onde não for prevista a implantação de um novo trecho de montante.
- Rede coletora auxiliar
- Sempre que a profundidade da rede coletora exceder a 4,50 m será prevista a implantação de rede coletora auxiliar, posicionada na rua, no trecho mais desfavorável.

SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO
DISCRIMINAÇÃO: INTERLIGAÇÃO TP / CDV
LOCAL: TRÊS PONTAS

.Cotas Piezométricas

..Dinâmica Mínima (m) :	851,40	
..Vazão (l/s):	154,83	
..Diâmetro (mm) :	500	
..Velocidade (m/s) :	0,79	
..Coeficiente de rugosidade :	110	
..Perda de carga unitária (m/m)		
$h_u = 10,643 \times Q^{1,85} \times C^{-1,85} \times D^{-4,87}$		
... hu :	0,0017	
..Extensão (m) :	24,00	
..Perda de carga (m) :	0,04	
..Perda de carga localizada (m)		
Peças:	Quant.	K total
Saída de Canalização.....	1	1,00
Curva 45°.....	0	0,40
Entrada de Canalização.....	1	0,50
Total		1,90
..Perda de carga (m) :		0,06
..Pressões Disponível		
.. N.A CDV01 (m) :	851,28	
.. Pressão disponível (m) :		0,02

SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO
DISCRIMINAÇÃO: INTERLIGAÇÃO CDV / UASB
LOCAL: TRES PONTAS

..Cotas Piezométricas

..Dinâmica Mínima (m) :	850,95	
..Vazão (l/s):	51,61	
..Diâmetro (mm) :	300	
..Velocidade (m/s) :	0,73	
..Coeficiente de rugosidade :	110	
..Perda de carga unitária (m/m)		
$h_u = 10,643 \times Q^{1,85} \times C^{-1,85} \times D^{-4,87}$		
... hu :	0,0026	
..Extensão (m) :	44,00	
..Perda de carga (m) :	0,11	
..Perda de carga localizada (m)		
Peças:	Quant.	K total
Saída de Canalização.....	1	1,00
Curva 90°.....	1	1,20
Tê saída lateral	0	1,30
Entrada de Canalização.....	1	0,50
Total		4,00
..Perda de carga (m) :		0,11
..Pressões Disponível		
.. N.A UASB (m) :	850,73	
.. Pressão disponível (m) :	0,00	

INTERLIGAÇÃO - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS - TRÊS PONTAS - MG

Fl.1

T R E C H O S													ÓRGÃOS ACESSÓRIOS MONTANTE			
TRECHO	COMPR.	DECLIV.	DIAM.		COTA	QUEDA	----VAZÃO----			LAM.	VELOC.	TENSÃO	TIPO	----COTAS-----		PROF.
	(m)	(%)	(mm)	COLETOR	JUS.	CONC.	JUS.	DÁGUA	TRATIVA	(m/s)	(Pa)	TERRENO	FUNDO	(m)	(m)	(m)
CP-01 - PV-01	8,00	4,650	150	Mont	848,250	Inic	1,00	1,00	12	1,13	5,59	PV	849,000	848,250	0,750	
		Terra		PVC	Jus	847,878	0,30	Final	1,50	1,50	12	5,59				
PV-01 - PV-02	37,00	3,449	150	Mont	847,578	Inic			1,00	13	1,02	4,43	PV	848,628	847,578	1,050
		Terra		PVC	Jus	846,302		Final		1,50	13	4,43				
PV-02 - PV-04	12,00	3,108	150	Mont	846,302	Inic			1,00	14	0,98	4,09	PV	847,352	846,302	1,050
		Terra		PVC	Jus	845,929	0,19	Final		1,50	14	4,09				
PV-04 - PV-31	35,00	2,063	150	Mont	845,743	Inic			2,50	20	0,99	3,74	PV	846,979	845,743	1,236
		Terra		PVC	Jus	845,021	2,19	Final		3,00	21	4,05				
PV-31 - PV-32	43,00	0,500	150	Mont	842,830	Inic			2,50	28	0,60	1,23	PV	846,071	842,830	3,241
		Terra		PVC	Jus	842,615		Final		3,00	31	1,33				
PV-32 - PV-33	45,00	0,500	150	Mont	842,615	Inic			4,00	36	0,68	1,50	PV	845,253	842,615	2,638
		Terra		PVC	Jus	842,390		Final		4,50	38	1,58				
PV-33 - PV-34	45,00	0,500	150	Mont	842,390	Inic			4,00	36	0,68	1,50	PV	844,736	842,390	2,346
		Terra		PVC	Jus	842,165		Final		4,50	38	1,58				
PV-34 - PV-35	46,00	1,298	150	Mont	842,165	Inic			5,50	33	1,05	3,65	PV	844,252	842,165	2,087
		Terra		PVC	Jus	841,568		Final		6,00	35	3,78				
PV-35 - PV-36	39,00	2,777	150	Mont	841,568	Inic			5,50	27	1,38	6,64	PV	842,618	841,568	1,050
		Terra		PVC	Jus	840,485		Final		6,00	28	6,90				
PV-36 - INT	16,00	0,500	150	Mont	840,485	Inic			5,50	43	0,74	1,71	PV	841,535	840,485	1,050
		Terra		PVC	Jus	840,405		Final		6,00	45	1,77				
CP-02 - CP-03	2,00	0,519	150	Mont	847,250	Inic			0,00	21	0,52	1,02	PV	848,000	847,250	0,750
		Terra		PVC	Jus	847,240		Final		0,00	21	1,02				
CP-03 - CP-04	5,00	0,519	150	Mont	847,240	Inic			0,00	21	0,52	1,02	PV	848,000	847,240	0,760
		Terra		PVC	Jus	847,214		Final		0,00	21	1,02				
CP-04 - PV-02	29,00	2,109	150	Mont	847,214	Inic			0,00	15	0,86	3,02	PV	848,000	847,214	0,786
		Terra		PVC	Jus	846,602	0,30	Final		0,00	15	3,02				
CP-05 - CP-06	6,00	0,518	150	Mont	846,250	Inic	1,50	1,50	21	0,52	1,01	PV	847,000	846,250	0,750	
		Terra		PVC	Jus	846,219		Final	1,50	1,50	21	1,01				



PLANILHA DE CÁLCULO SAAE - SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO
INTERLIGAÇÃO - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS - TRÊS PONTAS - MG

21-03-2022
Fl.2

T R E C H O S														ÓRGÃOS ACESSÓRIOS MONTANTE		
TRECHO	COMPR.	DECLIV.	DIAM.	COTA	QUEDA	----	VAZÃO----	LAM.	VELOC.	TENSÃO	TIPO	----	COTAS-----	PROF.		
	(m)	(%)	COLETOR (mm)	JUS. (m)	CONC. (m)	JUS. (l/s)	DÁGUA (l/s)	TRATIVA (%)	(m/s)	TERRENO (Pa)	FUNDO (m)	(m)	(m)			
CP-06 - CP-07	6,00	0,518	150	Mont	846,219	Inic		1,50	21	0,52	1,01	PV	847,000	846,219	0,781	
		Terra		PVC	Jus	846,188	Final			1,50	21	1,01				
CP-07 - PV-03	12,00	0,732	150	Mont	846,188	Inic		1,50	20	0,59	1,33	PV	847,000	846,188	0,812	
		Terra		PVC	Jus	846,100	0,30 Final			1,50	20	1,33				
PV-03 - PV-04	11,00	0,518	150	Mont	845,800	Inic		1,50	21	0,52	1,02	PV	846,850	845,800	1,050	
		Terra		PVC	Jus	845,743	Final			1,50	21	1,02				
TP - PV-37	2,00	39,502	500	Mont	852,390	Inic	53,15	53,15	9	5,23	124,68	PV	853,000	852,390	0,610	
		Terra		FoFo	Jus	851,600	Final	154,86	154,86	16	7,20	201,21				
PV-37 - PV-38	29,00	2,028	500	Mont	851,600	Inic		53,15	19	1,96	11,96	PV	853,000	851,600	1,400	
		Terra		PEAD	Jus	851,012	Final			154,86	33	19,00				
PV-38 - PV-39	80,00	6,673	500	Mont	851,012	Inic		53,15	14	2,98	30,18	PV	852,412	851,012	1,400	
		Terra		PEAD	Jus	845,674	Final			154,86	24	48,49				
PV-39 - PV-40	57,00	1,439	500	Mont	845,674	Inic		53,15	21	1,74	9,16	PV	847,074	845,674	1,400	
		Terra		PEAD	Jus	844,854	Final			154,86	36	14,48				
PV-40 - PV-41	80,00	1,801	500	Mont	844,854	Inic		53,15	20	1,88	10,92	PV	846,254	844,854	1,400	
		Terra		PEAD	Jus	843,413	Final			154,86	34	17,30				
PV-41 - PV-42	80,00	1,561	500	Mont	843,413	Inic		53,15	20	1,79	9,76	PV	844,813	843,413	1,400	
		Terra		PEAD	Jus	842,164	Final			154,86	36	15,44				
PV-42 - PV-43	61,00	3,502	500	Mont	842,164	Inic		53,15	17	2,38	18,29	PV	843,564	842,164	1,400	
		Terra		PEAD	Jus	840,028	Final			154,86	29	29,24				
PV-43 - EM-01	23,00	0,500	500	Mont	840,028	Inic		53,15	27	1,19	4,01	PV	841,428	840,028	1,400	
		Terra		PEAD	Jus	839,913	Final			154,86	49	6,20				
DESJ - EM-01	15,05	0,500	500	Mont	840,100	Inic	53,15	53,15	27	1,19	4,01	PV	841,500	840,100	1,400	
		Terra		PEAD	Jus	840,025	0,11 Final	154,86	154,86	49	1,60	6,21				
EM-01 - EM-02	28,00	6,686	500	Mont	839,913	Inic		106,30	20	3,67	41,17	PV	841,500	839,913	1,587	
		Terra		PEAD	Jus	838,041	Final			309,72	35	65,20				
EM-02 - ALA	36,00	1,225	500	Mont	838,041	Inic		106,30	31	2,00	10,89	PV	839,441	838,041	1,400	



Terra PEAD Jus 837,600 Final 309,72 57 2,66 16,61

PLANILHA DE CÁLCULO SAAE - SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO 21-03-2022
INTERLIGAÇÃO - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS - TRÊS PONTAS - MG FL.3
T R E C H O S ÓRGÃOS ACESSÓRIOS MONTANTE

*****													*****			
TRECHO	COMPR.	DECLIV.	DIAM.		COTA	QUEDA	----	VAZÃO----	LAM.	VELOC.	TENSÃO		TIPO	----	COTAS-----	PROF.
	(m)	(%)	COLETOR	JUS.	(m)	CONC.	JUS.	DÁGUA			TERRENO	FUNDO		(m)	(m)	(m)
*****													*****			
PV-28 - PV-29	25,00	0,518	150	Mont	843,571		Inic		0,00	21	0,52	1,02	PV	845,321	843,571	1,750
		Terra		PVC	Jus	843,441		Final		0,00	21	0,52	1,02			
PV-29 - PV-30	59,00	0,518	150	Mont	843,441		Inic		0,00	21	0,52	1,02	PV	845,993	843,441	2,552
		Terra		PVC	Jus	843,136		Final		0,00	21	0,52	1,02			
PV-30 - PV-31	59,00	0,518	150	Mont	843,136		Inic		0,00	21	0,52	1,02	PV	846,509	843,136	3,373
		Terra		PVC	Jus	842,830		Final		0,00	21	0,52	1,02			
VER-1 - PV-56	5,00	0,500	200	Mont	843,700		Inic	8,86	8,86	37	0,83	2,03	PV	845,100	843,700	1,400
		Terra		PVC	Jus	843,675		Final	25,81	25,81	71	1,08	2,98			
PV-56 - PV-57	35,00	0,500	200	Mont	843,675		Inic		8,86	37	0,83	2,03	PV	844,831	843,675	1,156
		Terra		PVC	Jus	843,500	0,10	Final		25,81	71	1,08	2,98			
PV-57 - PV-58	79,00	0,500	300	Mont	843,400		Inic		17,72	30	0,98	2,58	PV	844,842	843,400	1,442
		Terra		PVC	Jus	843,005		Final		51,62	54	1,30	3,96			
PV-58 - PV-59	35,00	0,500	300	Mont	843,005		Inic		26,58	37	1,10	3,06	PV	845,000	843,005	1,995
		Terra		PVC	Jus	842,830	0,20	Final		77,43	72	1,42	4,48			
PV-59 - PV-60	24,00	0,500	500	Mont	842,630		Inic		35,44	22	1,06	3,36	PV	845,000	842,630	2,370
		Terra		PEAD	Jus	842,510		Final		103,24	39	1,44	5,29			
PV-60 - DESM	14,00	17,214	500	Mont	842,510		Inic		35,44	9	3,67	52,21	PV	845,000	842,510	2,490
		Terra		PEAD	Jus	840,100		Final		103,24	16	5,08	84,97			
PV-61 - PV-62	15,00	0,518	150	Mont	842,550		Inic	1,50	1,50	21	0,52	1,02	PV	845,000	842,550	2,450
		Terra		PVC	Jus	842,472		Final	1,50	1,50	21	0,52	1,02			
PV-62 - PV-63	15,00	0,518	150	Mont	842,472		Inic		1,50	21	0,52	1,02	PV	845,000	842,472	2,528
		Terra		PVC	Jus	842,394		Final		1,50	21	0,52	1,02			
PV-63 - PV-64	15,00	0,518	150	Mont	842,394		Inic		1,50	21	0,52	1,02	PV	845,000	842,394	2,606
		Terra		PVC	Jus	842,317		Final		1,50	21	0,52	1,02			



PV-64 - PV-34	12,00	0,518 Terra	150	Mont PVC	842,317 Jus	Inic 842,255	1,50 0,09	21	0,52 1,50	1,02 21	PV 845,000 1,02	842,317	2,683
PV-65 - PV-66	15,00	0,518 Terra	150	Mont PVC	843,300 Jus	Inic 843,222	1,50 Final	1,50	0,52 1,50	1,02 21	PV 845,750 1,02	843,300	2,450

PLANILHA DE CÁLCULO

SAAE - SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO

INTERLIGAÇÃO - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS - TRÊS PONTAS - MG

21-03-2022

Fl.4

T R E C H O S

ÓRGÃOS ACESSÓRIOS MONTANTE

TRECHO	COMPR. (m)	DECLIV. (%)	DIAM. COLETOR (mm)	JUS.	COTA (m)	QUEDA CONC. (m)	---VAZÃO--- JUS. (l/s)	DÁGUA (l/s)	LAM. TRATIVA (%)	VELOC. (m/s)	TENSÃO TERRENO (Pa)	TIPO FUNDO (m)	---COTAS--- (m)	PROF. (m)
PV-66 - PV-67	15,00	0,518 Terra	150	Mont PVC	843,222 Jus	Inic 843,144	1,50 Final	21	0,52 1,50	1,02 21	0,52	PV 845,750 1,02	843,222	2,528
PV-67 - PV-68	15,00	0,518 Terra	150	Mont PVC	843,144 Jus	Inic 843,067	1,50 Final	21	0,52 1,50	1,02 21	0,52	PV 845,750 1,02	843,144	2,606
PV-68 - PV-32	12,00	0,518 Terra	150	Mont PVC	843,067 Jus	Inic 843,005	0,39 Final	1,50	21	0,52	1,02	PV 845,750 1,02	843,067	2,683
VER-3 - PV-58	5,00	0,500 Terra	200	Mont PVC	843,700 Jus	Inic 843,675	8,86 0,67	8,86 Final	37	0,83	2,03	PV 845,100 2,98	843,700	1,400
VER-4 - PV-59	5,00	0,500 Terra	200	Mont PVC	843,700 Jus	Inic 843,675	8,86 1,04	8,86 Final	37	0,83	2,03	PV 845,100 2,98	843,700	1,400
VER-2 - PV-57	5,00	0,500 Terra	200	Mont PVC	843,700 Jus	Inic 843,675	8,86 0,27	8,86 Final	37	0,83	2,03	PV 845,100 2,98	843,700	1,400
INT (lançamento)						Inic.	5,50					PV 841,500	840,405	1,095
ALA (lançamento)						Final	6,00					PV 839,000	837,600	1,400
						Inic.	106,30							
						Final	309,72							
DESM (lançamento)						Inic.	35,44					PV 841,500	840,100	1,400
						Final	103,24							

Obs: Trechos com vazão inferior a 1,5 l/s são calculados com vazão = 1,5 l/s



PLANILHA DE CÁLCULO SAAE - SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO
INTERLIGAÇÃO - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS - TRÊS PONTAS - MG

21-03-2022
Fl.1

T R E C H O S													ÓRGÃOS ACESSÓRIOS			MONTANTE	
TRECHO	COMPR.	DECLIV.	DIAM.		COTA	QUEDA	----VAZÃO----			LAM.	VELOC.	TENSÃO	TIPO	----COTAS-----		PROF.	
	(m)	(%)	COLETOR (mm)	JUS.	(m)	CONC. (m)	JUS. (l/s)	DÁGUA (l/s)	TRATIVA (%)	(m/s)	(Pa)	TERRENO	FUNDO (m)	(m)	(m)		
PV-44 - PV-45	30,00	0,500	300	Mont	845,947	Inic	17,71	17,71	30	0,98	2,58	PV	846,847	845,947	0,900		
		Terra		PVC	Jus	845,797	0,05	Final	51,62	51,62	54	3,96					
PV-45 - PV-46	27,00	0,500	350	Mont	845,747	Inic	17,71	35,42	35	1,18	3,39	PV	846,817	845,747	1,070		
		Terra		PVC	Jus	845,612	0,15	Final	51,62	103,24	65	5,07					
PV-46 - PV-47	8,00	0,500	500	Mont	845,462	Inic	17,71	53,13	27	1,19	4,00	PV	846,790	845,462	1,328		
		Terra		PEAD	Jus	845,422		Final	51,62	154,86	49	6,20					
PV-47 - PV-48	29,00	0,500	500	Mont	845,422	Inic		53,13	27	1,19	4,01	PV	847,000	845,422	1,578		
		Terra		PEAD	Jus	845,277		Final		154,86	49	6,21					
PV-48 - CDV1	28,00	0,500	500	Mont	845,277	Inic		53,13	27	1,19	4,01	PV	847,500	845,277	2,223		
		Terra		PEAD	Jus	845,137		Final		154,86	49	6,21					
CDV1.1- PV-49	67,00	0,500	400	Mont	845,000	Inic	26,58	26,58	25	1,07	2,95	PV	846,500	845,000	1,500		
		Terra		PVC	Jus	844,665		Final	77,43	77,43	44	4,61					
PV-49 - CDV2	3,00	0,500	400	Mont	844,665	Inic		26,58	25	1,07	2,95	PV	845,500	844,665	0,835		
		Terra		PVC	Jus	844,650		Final		77,43	44	4,61					
CDV2.1- PV-50	25,00	0,500	250	Mont	844,600	Inic	8,86	8,86	29	0,72	2,13	PV	845,500	844,600	0,900		
		Terra		FoFo	Jus	844,475		Final	25,81	25,81	53	3,27					
PV-50 - LAG1	65,00	3,346	250	Mont	844,475	Inic		8,86	18	1,41	9,42	PV	845,500	844,475	1,025		
		Terra		FoFo	Jus	842,300		Final		25,81	31	14,98					
PV-53 - LAG4	65,00	3,500	250	Mont	844,575	Inic		8,86	18	1,43	9,75	PV	846,500	844,575	1,925		
		Terra		FoFo	Jus	842,300		Final		25,81	31	15,52					
PV-51 - LAG3	65,00	3,354	250	Mont	844,480	Inic		8,86	18	1,41	9,43	PV	845,500	844,480	1,020		
		Terra		FoFo	Jus	842,300		Final		25,81	31	15,01					
CDV2.2- LAG2	66,00	3,485	250	Mont	844,600	Inic	8,86	8,86	18	1,43	9,72	PV	845,500	844,600	0,900		
		Terra		FoFo	Jus	842,300		Final	25,81	25,81	31	15,46					
CDV2.3- PV-51	24,00	0,500	250	Mont	844,600	Inic	8,86	8,86	27	0,82	1,97	PV	845,500	844,600	0,900		
		Terra		PVC	Jus	844,480		Final	25,81	25,81	48	3,06					
PV-54 - LAG6	65,00	3,508	250	Mont	844,580	Inic		8,86	18	1,43	9,77	PV	846,500	844,580	1,920		



Terra FoFo Jus 842,300 Final 25,81 31 1,95 15,55

PLANILHA DE CÁLCULO SAAE - SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO 21-03-2022
INTERLIGAÇÃO - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS - TRÊS PONTAS - MG Fl.2
T R E C H O S ÓRGÃOS ACESSÓRIOS MONTANTE

*****													*****				
TRECHO	COMPR.	DECLIV.	DIAM.		COTA	QUEDA	----	VAZÃO	----	LAM.	VELOC.	TENSÃO	TIPO	----	COTAS	----	PROF.
	(m)	(%)	COLETOR	JUS.	CONC.	JUS.	DÁGUA	TRATIVA		(m/s)	(Pa)		FUNDO		(m)	(m)	
*****													*****				
PV-52 - CDV3	4,00	0,500	400	Mont	844,770	Inic	26,00	24	1,07	2,92	PV	846,500	844,770	1,730			
		Terra		PVC	Jus 844,750	Final	77,43	44	1,44		4,61						
CDV3.1- PV-53	25,00	0,500	250	Mont	844,700	Inic	8,86	8,86	27	0,82	1,97	PV	846,500	844,700	1,800		
		Terra		PVC	Jus 844,575	Final	25,81	25,81	48	1,10	3,06						
CDV3.2- LAG5	65,00	3,692	250	Mont	844,700	Inic	8,86	8,86	18	1,46	10,18	PV	846,500	844,700	1,800		
		Terra		FoFo	Jus 842,300	Final	25,81	25,81	30	1,99	16,20						
CDV3.3- PV-54	24,00	0,500	250	Mont	844,700	Inic	8,86	8,86	29	0,72	2,13	PV	846,500	844,700	1,800		
		Terra		FoFo	Jus 844,580	Final	25,81	25,81	53	0,96	3,27						
CDV1.2- PV-52	46,00	0,500	400	Mont	845,000	Inic	26,00	26,00	24	1,06	2,92	PV	846,500	845,000	1,500		
		Terra		PVC	Jus 844,770	Final	77,43	77,43	44	1,44	4,61						
CDV1	(lançamento)					Inic.	53,13						PV	846,500	845,137	1,363	
						Final	154,86										
CDV2	(lançamento)					Inic.	26,58						PV	845,500	844,650	0,850	
						Final	77,43										
LAG1	(lançamento)					Inic.	8,86						PV	841,800	842,300	-0,500	
						Final	25,81										
LAG4	(lançamento)					Inic.	8,86						PV	841,800	842,300	-0,500	
						Final	25,81										
LAG3	(lançamento)					Inic.	8,86						PV	841,800	842,300	-0,500	
						Final	25,81										
LAG2	(lançamento)					Inic.	8,86						PV	841,800	842,300	-0,500	
						Final	25,81										
LAG6	(lançamento)					Inic.	8,86						PV	841,800	842,300	-0,500	
						Final	25,81										
CDV3	(lançamento)					Inic.	26,00						PV	846,500	844,750	1,750	
						Final	77,43										

Rua dos Pampas, 434 - Prado - Belo Horizonte / MG – CEP 30.411-030.
E-mail: despro@desproprojetos.com.br – site: www.desproprojetos.com.br
Telefax: (31) 3213-8049



LAG5 (lançamento)

Inic. 8,86
Final 25,81

PV 841,800 842,300 -0,500

SAAE – SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO



TRÊS PONTAS - MG

VOLUME V - PROJETO BÁSICO SES – ETE

TOMO II - DESENHOS DO PROJETO BÁSICO

FEVEREIRO / 2022

ALBERTO OLIVEIRA
CHAVES:31457282615

Assinado de forma digital por
ALBERTO OLIVEIRA

CHAVES:31457282615

Dados: 2022.12.02 10:04:19 -03'00'

Rua dos Pampas, 434 - Prado - Belo Horizonte / MG – CEP 30.411-030.
E-mail: despro@desproprojetos.com.br – site: www.desproprojetos.com.br
Telefax: (31) 3213-8049

ÍNDICE

APRESENTAÇÃO	4
1. INTRODUÇÃO	6
1.1 NORMAS UTILIZADAS.....	7
2. OBJETIVO DO ESTUDO.....	9
3. DESENHOS.....	11

APRESENTAÇÃO



APRESENTAÇÃO

A DESPRO – Desenvolvimento de Projetos e Consultoria Ltda., apresenta neste trabalho o Projeto Básico e Executivo do Sistema de tratamento referente ao Esgotamento Sanitário da cidade de Três Pontas - MG.

ÓRGÃO RESPONSÁVEL PELO EMPREENDIMENTO

RAZÃO SOCIAL

Sistema Autônomo de Água e Esgoto de Três Pontas

CNPJ 25.269.069/0001-46

ENDEREÇO

Av. Ipiranga 981, Centro

CEP.: 37190-000

Três Pontas – MG

Tel.: (35) 3265-2374

EMPRESA PROJETISTA

DESPRO – DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS E CONSULTORIA LTDA

Rua dos Pampas, nº 434 - Bairro Prado - Belo Horizonte/ MG - CEP: 30.411-030 -
Telefax: (31) 3213-8049

Email: despro@desproprojetos.com.br

Responsável Técnico: Alberto Oliveira Chaves – CREA MG 68.765/D

Contrato de Prestação de Serviço: CT 058/2021

Site: www.desproprojetos.com.br

EQUIPE TÉCNICA:

Alberto Oliveira Chaves	Eng.º civil e sanitarista
Jairo Batista de Oliveira	Eng.º civil e sanitarista
Renato Eustáquio França	Eng.º civil
Joana de Paula Taliberti	Engª civil
Rosangela Vieira	Projetista

Rua dos Pampas, 434 - Prado - Belo Horizonte / MG – CEP 30.411-030.
E-mail: despro@desproprojetos.com.br – site: www.desproprojetos.com.br
Telefax: (31) 3213-8049

1. INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

O **PROJETO BÁSICO E EXECUTIVO** objetivando a Implantação do Sistema de Tratamento de Esgoto de Três Pontas, compreendendo a complementação do Interceptor Araras e Estação de Tratamento em atenção ao contrato nº **058/2021**, firmado entre a **DESPRO – Desenvolvimento de Projetos e Consultoria Ltda.**, e **SAAE – Sistema Autônomo Água e Esgoto e Saneamento de Três Pontas / MG**.

O presente trabalho constitui a elaboração do Sistema de Tratamento de Esgoto de Três Pontas, assim estruturado:

VOLUME I - LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS E CADASTRO E AVALIAÇÃO

TOMO I – LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS – DESENHOS

TOMO II – DESCRIÇÕES TOPOGRÁFICAS

VOLUME II - LEVANTAMENTOS E ESTUDOS GEOTÉCNICOS

VOLUME III – ESTUDOS PRELIMINARES AO PROJETO – RELATÓRIO DE DIRETRIZES

VOLUME IV - PROJETO BÁSICO GERAL DO SISTEMA INTERCEPTOR

TOMO I - MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA E MEMÓRIA DE CÁLCULOS E
DESENHOS DO PROJETO BÁSICO

VOLUME V - PROJETO BÁSICO SES – ETE

TOMO I - MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA E MEMÓRIA DE CÁLCULOS

TOMO II - DESENHOS DO PROJETO BÁSICO

VOLUME VI - PROJETO BÁSICO SES – ETE UNIDADES

TOMO I - MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA E MEMÓRIA DE CÁLCULOS

TOMO II - DESENHOS DO PROJETO BÁSICO

VOLUME VII - PROJETO EXECUTIVO – PROJETO ELETRICO

Rua dos Pampas, 434 - Prado - Belo Horizonte / MG – CEP 30.411-030.
E-mail: despro@desproprojetos.com.br – site: www.desproprojetos.com.br
Telefax: (31) 3213-8049



TOMO I - MEMÓRIA DESCRITIVA E MEMÓRIAS DE CÁLCULOS

TOMO II - DESENHOS

VOLUME VIII - PROJETO EXECUTIVO – PROJETO ESTRUTURAL

TOMO I - MEMÓRIA DE CÁLCULO

VOLUME IX - ORÇAMENTO

1.1 NORMAS UTILIZADAS

Para elaboração do presente trabalho, foram observadas as seguintes normas e diretrizes:

- Normas técnicas da ABNT, entre outras;
- NBR-12.207 – (Projeto de interceptores de esgotos sanitários);
- NBR-14.486 – (Sistemas enterrados para condução de esgotos);
- Procedimentos, Normas e padrões adotados pelo SAAE;

2. OBJETIVO DO ESTUDO

2. OBJETIVO DO ESTUDO

O presente relatório tem como objetivo principal apresentar os desenhos referente a estrutura de implantação da Estação de Tratamento do município.

3. DESENHOS

3. DESENHOS

LAYOUT - PLANTA
TERRAPLENAGEM - PLANTA
TERRAPLENAGEM - SEÇÕES TRANSVERSAIS
TERRAPLENAGEM - SEÇÕES TRANSVERSAIS
TERRAPLENANAGEM - SEÇÕES LONGITUDINAIS
TERRAPLENAGEM SEÇÕES LONGITUDINAIS
GEOMÉTRICO - PLANTA
GEOMÉTRICO - PERFIS
GEOMÉTRICO - PERFIS
SINALIZAÇÃO - PLANTA
SINALIZAÇÃO - DETALHES
LOCAÇÃO - PLANTA
URBANIZAÇÃO - PLANTA
DRENAGEM - BACIAS DE CONTRIBUIÇÃO
DRENAGEM - PLANTA CONSTRUTIVA
DRENAGEM - PERFIS
DRENAGEM - DETALHES BOCAS DE LOBO
DRENAGEM - DETALHES POÇO DE VISITA
DRENAGEM - CAIXAS DE PASSAGEM
DRENAGEM - DETALHES GERAIS
ÁGUA DE SERVIÇO - PLANTA
ÁGUA DE SERVIÇO - DETALHES
ÁGUA DE SERVIÇO - RESERVATÓRIO ELEVADO CAP. 5m ³
INTERLIGAÇÃO - PLANTA GERAL
INTERLIGAÇÃO - CONSTRUTIVA
INTERLIGAÇÃO - CONSTRUTIVA
INTERLIGAÇÃO - PERFIS
INTERLIGAÇÃO - PERFIS
INTERLIGAÇÃO - PERFIS
INTERLIGAÇÃO - PERFIS

SAAE – SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO



TRÊS PONTAS - MG

VOLUME VI – PROJETO BÁSICO SES - ETE UNIDADES

TOMO I – MEMÓRIA DESCRITIVA, JUSTIFICATIVA E DE CÁLCULOS

JUNHO / 2022

**ALBERTO
OLIVEIRA**
CHAVES:314572
82615

Assinado de forma
digital por ALBERTO
OLIVEIRA
CHAVES:31457282615
Dados: 2022.12.02
10:10:00 -03'00'

Rua dos Pampas, 434 - Prado - Belo Horizonte / MG – CEP 30.411-030.
E-mail: despro@desproprojetos.com.br – site: www.desproprojetos.com.br
Telefax: (31) 3213-8049

SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO DE TRÊS PONTAS - MG

SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

ESTAÇÃO DE TRATAMENTO - ETE

CONTRATO: SAAE – 058/2021

RESUMO:

Contratação de serviços técnicos de engenharia para a elaboração de Projeto Básico e Executivo do Sistema de Tratamento de Esgotos da cidade de Três Pontas – MG.

VER	DATA	TIPO	DESCRIÇÃO	POR	VERIFICADO	AUTORIZADO	APROVADO

EMISSIONES

TIPOS	A - PARA APROVAÇÃO	C - ORIGINAL
	B - REVISÃO	D - CÓPIA

EMPRESA PROJETISTA:

DESPRO DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS E CONSULTORIA LTDA

Rua dos Pampas, nº 434, Prado, CEP: 30411-030 – Belo Horizonte/MG.
Tel. (31) 3213-8049 - e-mail: despro@despro.com.br



EQUIPE TÉCNICA:

Alberto Oliveira Chaves	Eng.º civil e sanitaria – Responsável Técnico
Jairo Batista de Oliveira	Eng.º civil e sanitaria – Coordenador do Projeto
Renato França	Eng.º civil
Joana de Paula Taliberti	Eng.ª civil - Orçamentista

VOLUME:

VOLUME VI: TOMO I – MEMORIAL, DESCRITIVO E DE CÁLCULO

REFERÊNCIA:

JUNHO/2022

ÍNDICE

APRESENTAÇÃO	6
SUMÁRIO	7
1. INTRODUÇÃO	9
2. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO	11
3. DESCRIÇÃO DOS SISTEMAS EXISTENTES	14
3.1. DADOS GERAIS	14
3.2. SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	14
3.3. SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	15
4. PARÂMETROS DE PROJETO	18
4.1. PARÂMETROS E CRITÉRIOS GERAIS	18
4.2. ÍNDICE DE ATENDIMENTO	18
4.3. ALCANCE DE PROJETO	18
4.4. ESTUDOS POPULACIONAIS	18
4.5. ESTUDOS DE DEMANDA	19
4.5.1. VAZÃO DE INFILTRAÇÃO	20
4.5.2. CARGA ORGÂNICA DOMÉSTICA (KG/DIA)	20
4.5.3. DE ORIGEM INDUSTRIAL	20
4.5.4. VAZÕES TOTAIS	20
4.6. PARÂMETROS E CRITÉRIOS PARA DIMENSIONAMENTO DE REDES E INTERCEPTORES	21
4.7. PARÂMETROS E CRITÉRIOS PARA DIMENSIONAMENTO DE ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS DE ESGOTOS	24
4.8. PARÂMETROS E CRITÉRIOS PARA DIMENSIONAMENTO DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO	25
5. ESTUDO DE AUTODEPURAÇÃO	27
6. DESCRIÇÃO DO SISTEMA PROJETADO	42
6.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS	42
6.2. ESTAÇÃO DE TRATAMENTO	43
6.2.1 ACESSO, LOCAÇÃO E IMPLANTAÇÃO DA ETE	43
6.2.2. DEFINIÇÃO DOS PLATÔS	43
6.2.3. ESTAÇÃO ELEVATÓRIA FINAL - EEF	44
<i>Cálculo golpe de aríete na linha da EEF</i>	<i>50</i>
6.2.4. TRATAMENTO PRELIMINAR	53

6.2.5. REATOR ANAERÓBIO DE FLUXO ASCENDENTE (RAFA) (UASB)	57
6.2.6. LAGOA FACULTATIVA / POLIMENTO	69
6.2.7. LEITOS DE SECAGEM	73
6.2.8. VALAS DE DISPOSIÇÃO DO SUBPRODUTO DO TRATAMENTO	74
6.2.9. DESINFECÇÃO POR UV.....	77

APRESENTAÇÃO

APRESENTAÇÃO

Apresenta-se a seguir o **Projeto Básico e Executivo do Sistema Esgotamento Sanitário (SES) da cidade de Três Pontas/MG**, compreendendo a complementação de **Interceptor e Estação de Tratamento – ETE**, em atendimento ao Contrato nº **058/2021** - firmado entre a **DESPRO – Desenvolvimento de Projetos e Consultoria Ltda** e o **Serviço Autônomo de Água e Esgoto – SAAE**.

O trabalho ora desenvolvido teve como referência o Estudo de Concepção também elaborado pela DESPRO para o SAAE em março de 2021, onde entre as alternativas avaliadas concluiu-se pela adoção de um processo de tratamento compatível com o corpo receptor que receberá os efluentes pós tratamento

Ressalta-se a importante colaboração dos técnicos do SAAE, que com o conhecimento local contribuíram para a consecução dos objetivos, tanto no que se refere as informações do sistema atual, como nas proposições das obras necessárias.

Para elaboração do presente trabalho, foram observadas as seguintes normas e diretrizes:

- Normas técnicas da ABNT, entre outras;
- NBR-12.207 – (Projeto de interceptores de esgotos sanitários);
- NBR-14.486 – (Sistemas enterrados para condução de esgotos);
- NBR-12.208 – (Projetos de Estações Elevatórias de Esgoto Sanitário);
- NBR-12.209 – (Projeto de Estação de Tratamento de Esgotos Sanitário);
- Procedimentos, Normas e padrões adotados pelo SAAE;
- Normas e padrões adotados pelas Concessionárias de luz e telefonia;
- Recomendações e posturas da SUPRAM.

SUMÁRIO

O conjunto de trabalhos desenvolvidos para atender a demanda de projeto do Sistema de Tratamento de Esgoto de Três Pontas, será estruturado da seguinte forma:

VOLUME I - LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS E CADASTRO E AVALIAÇÃO

TOMO I – LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS – DESENHOS

TOMO II – DESCRIÇÕES TOPOGRÁFICAS

VOLUME II - LEVANTAMENTOS E ESTUDOS GEOTÉCNICOS

VOLUME III – ESTUDOS PRELIMINARES AO PROJETO – RELATÓRIO DE DIRETRIZES

VOLUME IV - PROJETO BÁSICO GERAL DO SISTEMA INTERCEPTOR

TOMO I - MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA E MEMÓRIA DE CÁLCULOS E DESENHOS DO PROJETO BÁSICO

VOLUME V - PROJETO BÁSICO SES – ETE

TOMO I - MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA E MEMÓRIA DE CÁLCULOS

TOMO II - DESENHOS DO PROJETO BÁSICO

VOLUME VI - PROJETO BÁSICO SES – ETE UNIDADES

TOMO I - MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA E MEMÓRIA DE CÁLCULOS

TOMO II - DESENHOS DO PROJETO BÁSICO

VOLUME VII - PROJETO EXECUTIVO – PROJETO ELETRICO

TOMO I - MEMÓRIA DESCRITIVA E MEMÓRIAS DE CÁLCULOS

TOMO II - DESENHOS

VOLUME VIII - PROJETO EXECUTIVO – PROJETO ESTRUTURAL

TOMO I - MEMÓRIA DE CÁLCULO

VOLUME IX - ORÇAMENTO

1. INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

Conforme os apontamentos do Estudo de Concepção elaborado recentemente, o projeto Básico e Executivo do Sistema de Tratamento dos Esgotos da cidade de Três Pontas, foi orientado para as disposições da Alternativa 3, que se consagrou como a mais interessante no aspecto técnico / econômico.

Tendo em vista os aspectos relevantes, o processo de tratamento indicado objetiva basicamente a redução ao máximo da carga poluidora advinda das descargas domésticas, que de acordo a alternativa 3, será composto pelo sistema de Reatores UASB seguido de Lagoas de Estabilização, sendo submetido em seguida pela desinfecção através da radiação de luz ultravioleta.

Diante da eficiência na redução da carga poluidora e baixa custo de operação e manutenção, a proposição de tratamento adotada tem eficiência apontada nas publicações relacionadas ao tema da ordem 98% na redução da DBO.

Portanto, diante da área disponível para implantação da ETE, o sistema UASB/LAGOAS, é a técnica que melhor se enquadra sob a ótica da qualidade do efluente final.

No contexto geral, a planta da Estação de Tratamento – ETE Três Pontas será concebido da seguinte forma:

- Tratamento Preliminar – caixa de areia e gradeamento mecanizados;
- Tratamento Primário – Reator Anaeróbio (UASB);
- Tratamento Secundário – Lagoa Facultativa / Polimento;
- Tratamento Terciário – Desinfecção Radiação Ultravioleta;
- Tratamento do Substrato – Valas de disposição;
- Desidratação do lodo – Leitões de secagem natural

2. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO

2. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO

O município de Três Pontas está localizado na mesorregião do sul e sudoeste de Minas Gerais e na microrregião de Varginha. Tem como limites os municípios Varginha, Santana da Vargem, Paraguaçu, Elói Mendes, Carmo da Cachoeira e Nepomuceno e Campos Gerais.

As distâncias aos principais centros urbanos e às cidades vizinhas são:

✓ Belo Horizonte.....	300 km
✓ Rio de Janeiro	425 km
✓ São Paulo	355 km
✓ Brasília	988 km
✓ Vitória	805 km

O município de Três Pontas interliga-se aos centros urbanos mais importantes por meio das rodovias federais BR-381, BR-265 e BR-491. Contando também com um aeroporto que comporta aeronaves de pequeno e médio porte.



Figura 2.1 – Localização de Três Pontas



3. DESCRIÇÃO DO SISTEMA EXISTENTE

3. DESCRIÇÃO DOS SISTEMAS EXISTENTES

3.1. DADOS GERAIS

O SAAE - Serviço Autônomo de Água e Esgoto – Autarquia Municipal criada pela lei 533/66, é o órgão responsável pelos sistemas de Esgotamento Sanitário (SES) e Abastecimento de Água (SAA) do município de Três Pontas.

3.2. SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

De acordo com informações disponibilizadas pelo SAAE, as principais informações operacionais/movimentações de contas da sede urbana são:

· Total de ligações ativas:	19.265
· Total de economias ativas:	21.048
· Hidrômetros em funcionamento:	20.653
· Volume real (m ³):	289.717
· Volume faturado (m ³):	385.045

O sistema de abastecimento de água utiliza manancial superficial e conta com tratamento convencional completo, sendo descrito a seguir:

A fonte de produção é o manancial superficial, sendo utilizados atualmente os córregos Custodinho, Quatis e Formiga e o ribeirão Espera.

Captação	Tipo	Diâmetro (mm)	Material
Custodinho	Barragem / tomada direta	300	PVC
Quatis	Tomada direta	250	PVC
Formiga	Tomada direta	200	PVC
Espera *	Barragem / tomada direta	-	-

* a adução é feita por canal

As Estações Elevatórias de água bruta serão descritas a seguir:

Elevatoria Agua Bruta	Potencia	Diametro (mm)	Material	Extensão (m)	Destino
Custodinho	2 x 75CV + 2 x 100CV	250	Fofo	990	ETA 01
Quatis	3 x 25CV	250	C. A.	-	Custodinho
Sete Cachoeiras - Baixo Recalque	2 x 175CV	400	Fofo	-	Sete Cachoeiras - Alto Recalque
Sete Cachoeiras - Alto Recalque	2 x 300CV	400	Fofo	-	Stand Pipe *

* A partir do Stand pipe existe uma adutora de 300 mm em Fofo que alimenta a ETA 02.

O sistema conta com duas Estações de Tratamento de Água, sendo ambas com tratamento convencional completo. A ETA 1 tem capacidade máxima de 130 L/s e a ETA 2 106 L/s. Os produtos químicos utilizados são Policloreto de alumínio, Hipoclorito de cálcio e ácido Flúorssilícico.

A cidade de Três Pontas conta com ampla setorização do sistema distribuidor de água, constando de 22 reservatórios espalhados pela área urbana, perfazendo um volume total de 7.139 m³.

Segundo dados do SAAE de 2018, o município contava com uma malha de rede distribuidora com cerca de 255 km de extensão, com diâmetros de 32 a 300 mm em PVC, ferro galvanizado, cimento amianto e ferro fundido.

O sistema conta com índice de atendimento de 100%.dos usuários do sistema público

3.3. SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

De acordo com dados fornecidos pelo SAAE, o sistema de esgotamento sanitário (SES) da cidade de Tres Pontas conta com os seguintes dados operacionais:

- Total de economias ativas: 19.226
- Total de ligações ativas: 21.009

O sistema existente é composto de ligações prediais, rede coletora e interceptores que fazem lançamentos dos efluentes diretamente nos córregos Custodinho, Bambus, Candongas, Quatis, Formiga e Araras que passam pela cidade.

Conforme dados existem cerca de 177 km de extensão de rede coletora na cidade. A rede coletora existente constas de tubos em manilha cerâmica, PVC e manilha de concreto nos diâmetros 150, 200, 250, 300, 350 e 600 mm.

Todos os cursos d'água que cortam a cidade contam com interceptor ao longo de seus vales, sendo que o trecho final do Ribeirão das Araras – cerca de 3,0 km, deverão ser implantados para que o interceptor atinja a área da futura estação de tratamento - ETE.

Segundo informações da prefeitura todas as ligações atendidas por água contam com ligação à rede de esgoto.

4. PARAMETROS DE PROJETO

4. PARÂMETROS DE PROJETO

4.1. PARÂMETROS E CRITÉRIOS GERAIS

Os principais parâmetros a serem utilizados no desenvolvimento do projeto são relacionados a seguir, e foram adotados de acordo com as normas da ABNT.

Parâmetros Gerais

- Consumo “per capita”: $q = 150 \text{ l/habxdia}$
- $K_1 = 1,20$ – coeficiente do dia de maior consumo
- $K_2 = 1,50$ – coeficiente da hora de maior consumo
- $K_3 = 0,50$
- $K_r = 0,80$ – coeficiente de retorno água/esgoto

4.2. ÍNDICE DE ATENDIMENTO

Será adotado um índice de atendimento de 100% para o início e fim do horizonte de projeto.

4.3. ALCANCE DE PROJETO

ANO	ETAPAS
2021 a 2023	Elaboração dos projetos e implantação das obras
2024	Início de plano
2033	Ano 10
2043	Ano 20 - Fim de plano

Quadro 4.1 – Horizonte de projeto

4.4. ESTUDOS POPULACIONAIS

No estudo de concepção foi realizado um estudo populacional. A seguir, é apresentado o Quadro 4.2 com a projeção populacional a ser adotada para o estudo do Sistema de Esgotamento Sanitário da sede do município de Três Pontas:

Ano	População
2021	50221
2022	50500
2023	50769
2024	51027
2025	51275
2026	51513
2027	51741
2028	51961
2029	52172
2030	52375
2031	52570
2032	52757
2033	52937
2034	53110
2035	53276
2036	53436
2037	53589
2038	53736
2039	53878
2040	54014
2041	54144
2042	54270
2043	54390

Quadro 4.2 - Projeção Populacional Proposta para a Área de Estudo – Três Pontas - sede

4.5. ESTUDOS DE DEMANDA

As vazões e as cargas orgânicas contribuintes ao sistema foram calculadas utilizando-se as seguintes expressões:

↳ *Vazão Média*

$$Q_{med} = \frac{P \times Q_{pc} \times Kr}{86.400}$$

Vazão Máxima

$$Q_{m\acute{a}x} = Q_{med} \times K_1 \times K_2$$

↳ *Vazão Mínima*

$$Q_{m\acute{a}x} = Q_{med} \times K_3$$

Onde:

Q = vazão em ℓ/s

P = população atendida (hab.)

4.5.1. VAZÃO DE INFILTRAÇÃO

$$Q_{inf} = t_{inf} \times L$$

Onde:

t_{inf} = taxa de infiltração por metro linear (0,00033 $\ell/s \times m$)*

L = extensão da rede coletora (m)

* A vazão de infiltração, para o cálculo da ETE, foi estimada com base no critério estabelecido pela COPASA: 25% da vazão doméstica máxima ou 0,33 $\ell/s.km$ x extensão das redes coletoras nas áreas de contribuição da ETE. Escolhe-se a MENOR das duas.

4.5.2. CARGA ORGÂNICA DOMÉSTICA (KG/DIA)

Carga = População x 0,054 kg/hab. x dia

4.5.3. DE ORIGEM INDUSTRIAL

A cidade de Três Pontas não possui contribuição de origem industrial.

4.5.4. VAZÕES TOTAIS

As vazões totais contribuintes ao sistema correspondem à somatória das vazões domésticas e de infiltração.

A seguir é apresentado o quadro resumo de população, vazões e cargas orgânicas de contribuição de esgotos de Três Pontas.

4.6. PARÂMETROS E CRITÉRIOS PARA DIMENSIONAMENTO DE REDES E INTERCEPTORES

As redes e os interceptores serão dimensionados para fim de plano, e verificados para início de plano.

Os principais parâmetros e critérios de projeto utilizados no dimensionamento são:

- Vazão de dimensionamento para início de plano
De acordo com a Norma NBR 9.649/1986, a vazão de início de plano será a vazão doméstica, multiplicada pelo coeficiente da hora de maior consumo ($K_2 = 1,5$) e acrescida da vazão de infiltração.
 - Vazão de dimensionamento para final de plano
De acordo com a Norma NBR 9.649/1986, a vazão de final de plano será a vazão doméstica, multiplicada pelos coeficientes do dia e da hora de maior consumo ($K_1 = 1,2$ e $K_2 = 1,5$) e acrescida da vazão de infiltração.
 - Vazão mínima de dimensionamento..... 1,5 l/s
 - Coeficiente de Manning
 - Para tubos de PVC0,010
 - Para tubos de Concreto0,014
 - Para tubos nos demais materiais.....0,013
 - Diâmetro mínimo 150 mm
 - Recobrimento mínimo da tubulação a ser assentada na rua.....0,90 m
 - Lâmina d'água máxima para vazão máxima de fim de plano
 - Velocidade inferior à velocidade crítica.....75%
 - Velocidade superior à velocidade crítica.....50%
 - Velocidade máxima na tubulação 5,0 m/s
 - Material
 - Diâmetros de 150 mm a 400 mm serão em PVC rígido ocre, junta elástica, ponta e bolsa, conforme ABNT 7362 e anel de borracha conforme NBR-9063 da ABNT;
 - Diâmetros superiores a 400 mm serão em concreto armado centrifugado, junta elástica, ponta e bolsa, conforme NBR-8890 da ABNT.
 - Declividade
 - Para redes / interceptores em tubos de PVC, a declividade mínima admissível, determinada a partir da vazão inicial e coeficiente de Manning igual a 0,010, será aquela necessária para garantir tensão trativa média de 0,6 Pa.
 - Para redes coletoras em materiais diferentes de PVC, a declividade mínima admissível, determinada a partir da vazão inicial e coeficiente de
- 22**
- Rua dos Pampas, 434 - Prado - Belo Horizonte / MG – CEP 30.411-030.
E-mail: despro@desproprojetos.com.br – site: www.desproprojetos.com.br
Telefax: (31) 3213-8049

Manning igual a 0,013, será aquela necessária para garantir tensão trativa média de 1,0 Pa.

- Para interceptores em materiais diferentes de PVC, a declividade mínima admissível, determinada a partir da vazão inicial e coeficiente de Manning igual a 0,013, será aquela necessária para garantir tensão trativa média de 1,5 Pa.
- Degrau e tubo de queda
 - Sempre que o desnível entre a tubulação de chegada ao poço de visita e a de saída for superior a 0,50 m, será previsto um tubo de queda. Em desníveis de até 0,50 m haverá apenas um degrau.
- Controle de remanso
 - A cota de fundo na saída de um poço deve ser fixada para as vazões finais de dimensionamento, de modo a garantir no interior do mesmo, um nível d'água mais baixo do que o de qualquer tubulação de entrada.
- Posições obrigatórias para os poços de visita
 - Serão previstos poços de visita sempre que houver mudança na direção dos coletores, na declividade da linha, no diâmetro das tubulações, no material dos tubos ou quando houver descontinuidade vertical.
- Distância entre poços de visita:
 - 80m nas tubulações com $\phi \leq 375$ mm;
 - 100m nas tubulações com $400 \leq \phi < 600$ mm;
 - 120m nas tubulações com $\phi > 600$ mm.
- Tipos de poços de visita
 - Nos trechos cujas profundidades forem superiores a 2,50 m ou cujos diâmetros forem maiores que 300 mm e menores ou iguais a 1.000 mm, serão utilizados poços de visita com diâmetro de 1,00 m e chaminé de 60 cm;
 - Nos trechos cujas profundidades forem inferiores ou iguais a 2,50 m e cujos diâmetros forem menores ou iguais a 300 mm, serão utilizados poços de visita com diâmetro de 60 cm.
- Ponta seca
 - Serão instalados no início de rede onde não for prevista a implantação de um novo trecho de montante.

- Rede coletora auxiliar
 - Sempre que a profundidade da rede coletora exceder a 4,50 m será prevista a implantação de rede coletora auxiliar, posicionada na rua, no trecho mais desfavorável.

4.7. PARÂMETROS E CRITÉRIOS PARA DIMENSIONAMENTO DE ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS DE ESGOTOS

Os principais critérios adotados para o dimensionamento destas unidades são relacionados a seguir:

- As unidades elevatórias deverão ser dimensionadas em consonância com a NBR- PNUB – 12.208 (Elaboração de Projetos de Estações Elevatórias de Esgotos Sanitários).
- Os sólidos em suspensão, de maior porte, presentes nos esgotos afluentes, serão removidos no tratamento preliminar.
- A estação elevatória será totalmente automatizada, com controle de partida das bombas por bóias de níveis.
- A velocidade máxima na tubulação de recalque deverá ser de 2,5 m/s, enquanto a velocidade mínima não deverá ser inferior a 0,6 m/s.
- A altura manométrica foi determinada através da seguinte expressão:

$$Hm = Hg + hpc + hpl$$

Onde: Hm = Altura manométrica (m);

Hg = Altura geométrica (m);

hpc = Perda de carga contínua (m);

hpl = Perda de carga localizada (m).

- Para o cálculo das perdas de carga contínuas será utilizada a expressão de Hazen-Williams:

$$hpc = 10,643 \times Q^{1,85} \times C^{-1,85} \times D^{-4,87} \times L$$

Onde: Q = vazão (m³/s);
D = diâmetro (m);
L = comprimento da tubulação (m);
C = coeficiente de rugosidade, com valor igual a 110 para hpc máxima e 130 para hpc mínima.

- A seguinte expressão será adotada para o cálculo das perdas de carga localizadas:

$$hpl = k \frac{v^2}{2g}$$

Onde: v = velocidade (m/s);
g = aceleração da gravidade m/s²;
k = coeficiente que depende de cada peça.

4.8. PARÂMETROS E CRITÉRIOS PARA DIMENSIONAMENTO DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO

Os principais parâmetros a serem utilizados no desenvolvimento do projeto são apresentados a seguir:

- Carga Orgânica Doméstica
A contribuição unitária da DBO₅ foi estabelecida em 54 g/ hab x dia, conforme preconizado pela PNB-570 da ABNT;
- Carga Orgânica Volumétrica no reator (COV) < 15kgDQO/m³.d;
- Carga Hidráulica Volumétrica no reator (CHV) < 5,0 m³/m³.dia;
- Tempo de Detenção Hidráulica no reator (TDH) > 8 horas (para vazão média).

5. ESTUDO DE AUTO DEPURAÇÃO

5. ESTUDO DE AUTODEPURAÇÃO

Avaliação do Corpo Receptor

O objetivo principal deste estudo é demonstrar o impacto causado pelo lançamento de esgoto sanitário “*in natura*”, que atualmente ocorre nos cursos d’água do Município, decorrente da ausência de estação de tratamento.

Outrossim, objetiva-se simular os impactos que serão causados pelo lançamento de esgoto tratado no Ribeirão das Araras onde se localizará a Estação de Tratamento.

Caracterização da área

O Ribeirão das Araras possui uma microbacia de drenagem no ponto de lançamento do efluente com cerca de 43,88 km², que é apresentada na Figura 5.1.



Figura 5.1 - Área de drenagem do Ribeirão das Araras no lançamento do efluente da ETE.

Considerações sobre a legislação ambiental específica

No Estado de Minas Gérias, a Deliberação Normativa Conjunta do COPAM/CERH-M NO 1, de 5 de maio de 2008, define os padrões de lançamento de efluentes em cursos

de água, estabelecendo limites máximos para seus parâmetros de qualidade. Alguns destes limites máximos são mostrados na Tabela 5.1.

Tabela 5.1 - Padrão de lançamento de efluentes.

Parâmetros	Limites Máximos
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO ₅)	60 mg/L
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	90 mg/L

Segundo a Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005, o corpo d'água onde é lançado o efluente da ETE pode ser classificado como curso de água CLASSE 2, deste modo, alguns parâmetros de qualidade de água devem ser respeitados.

A Tabela 5.2 apresenta limites de alguns padrões de qualidade para corpos d'água doce Classe 2.

Tabela 5.2 - Parâmetros de qualidade de cursos de água Classe 2.

Parâmetros	Limites Máximos
Oxigênio Dissolvido (OD)	≥ 5,0 mg/L
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO ₅)	5,0 mg/L
Coliformes Fecais	1.000 NMP/100mL

As vazões médias afluentes à ETE, estimadas para início (2024) e final de plano (2043), totalizam respectivamente, 88,59 L/s e 94,43 L/s. Dado às vazões de projeto e de acordo com a Deliberação Normativa COPAM nº 74 de 9 de setembro de 2004, os empreendimentos podem ser considerados de **Classe 2**, de **médio porte** com **potencial poluidor de nível médio**.

A determinação do volume caudal do ribeirão das Araras foi feita com base na determinação das vazões mínimas de estiagem, que estabelecem os parâmetros para a definição dos limites do lançamento no fio d'água para a determinação da capacidade de autodepuração das cargas orgânicas dos esgotos sanitários.

A avaliação das disponibilidades hídricas superficiais da bacia do ribeirão das Araras foi efetuada com base nas informações das Isolinhas regionais, extraídas da publicação "Deflúvios Superficiais no Estado de Minas Gerais"

As informações regionais indicam contribuições específicas encontrada no ponto é de 5,0 l/s.km².

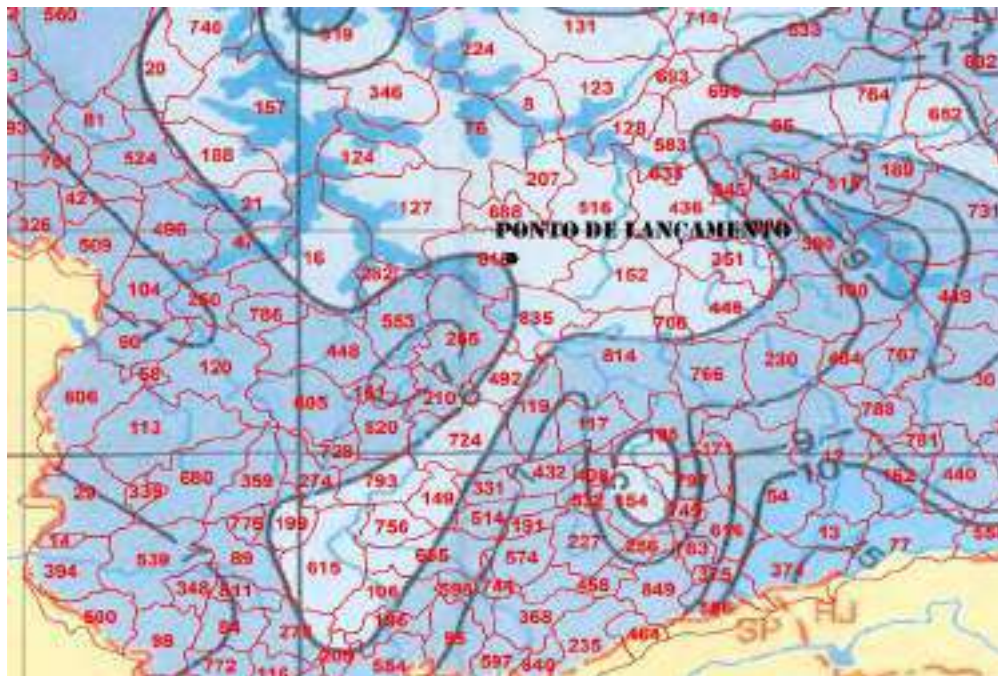


Figura 5.2 – Rendimento Mínimo Específico

Para as vazões mínimas Q10,7 com ocorrência tipológica homogênea 211.

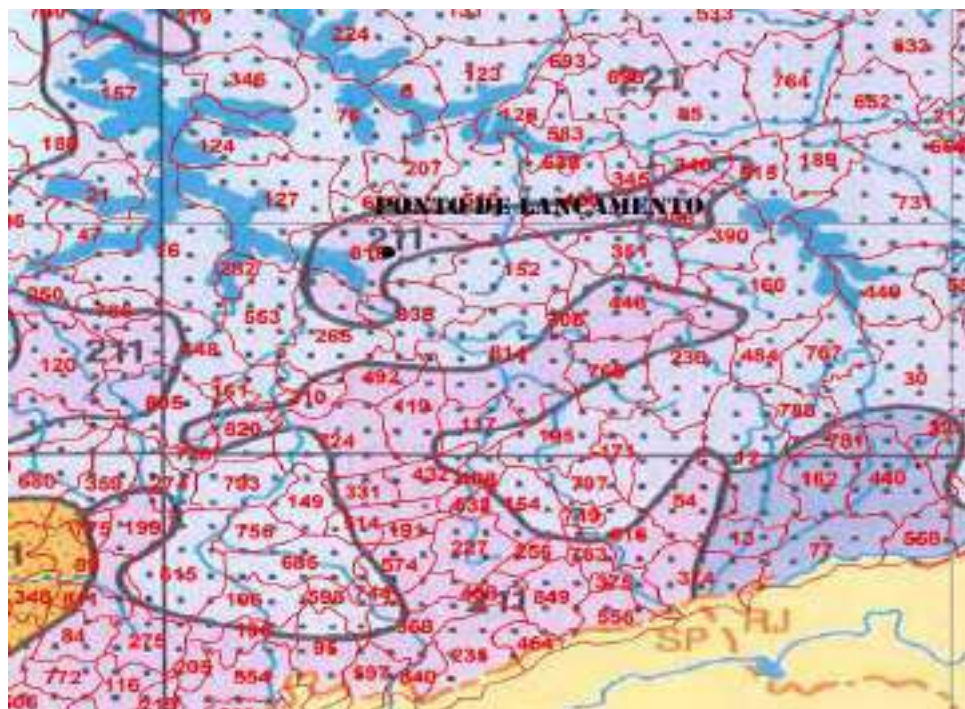


Figura 5.3 – Tipologia Homogênea no ponto de lançamento

⇒ **Tipologia homogênea - código 211**, sendo:

1o índice – 2 Pluviosidade Anual inferior a 1.000 mm e 1.500 mm;

2o índice – 1 Predominância de relevo forte ondulado a montanhoso (declividades superiores a 20%);

3o índice - 1 Predominância de terrenos com baixa capacidade de infiltração (solo argiloso associado a rochoso de baixa permeabilidade).

⇒ **Vazão mínima de duração mensal e recorrência decendial:**

$$Q_{10M} = Re_{10M} \times Ad \quad \text{onde,}$$

Ad = área de drenagem controlada pelo ponto de lançamento.

$$Q_{10M} = Re_{10M} \times Ad = 5,00 \times 43,88 \Rightarrow Q_{10M} = 219,40 \text{ l/s}$$

⇒ **Vazão mínima natural de 10 anos de recorrência e 7 dias de duração:**

$$Q_{10.7} = F_{10.7} \cdot Q_{10M} \quad \text{com } F_{10.7} = \alpha + \beta \cdot \gamma^D \quad D = 7$$

Da curva de intensidade de chuvas na região,

$$\alpha = 0,465547 \quad \beta = 0,402812 \quad \gamma = 1,007099$$

Assim, $F_{10.7} = 0,8888$

$$Q_{10.7} = 0,8888 \times 219,40 = 195,00 \text{ l/s logo,}$$

A vazão mínima de duração 07 dias com 10 anos de período de retorno ($Q_{7.10}$), de interesse para o estudo das condições de lançamento final está avaliada em 195,00 l/s.

CÁLCULO DA VAZÃO MÍNIMA			
RIBEIRÃO DAS ARARAS - TRES PONTAS			
	211		Tipologia Regional Homogênea
$\alpha =$	0,465547		Ver Anexo 3 - da fonte de consulta informada
$\beta =$	0,402812		Ver Anexo 3 - da fonte de consulta informada
$\gamma =$	1,007099		Ver Anexo 3 - da fonte de consulta informada
$r =$	0,175113		Ver Anexo 3 - da fonte de consulta informada
$s =$	0,212533		Ver Anexo 3 - da fonte de consulta informada
$m =$	-0,008058		Ver Anexo 3 - da fonte de consulta informada
$n =$	-0,032602		Ver Anexo 3 - da fonte de consulta informada
$A_d =$	43,88	km ²	Área de Drenagem
$T =$	10	anos	Tempo de recorrência
$D =$	7	dias	Duração
$Re_{10,m} =$	5	l/s*km ²	Recorrência decenal e duração mensal (Mapa 3 - Anexo 6)
$F_{10,7 \text{ min}} =$	0,8888		Fator de proporção fornecido pela função de inferência mínima regionalizadas (Anexo 3)
$F_{10,7 \text{ max}} =$	1,1251		Fator de proporção fornecido pela função de inferência máxima regionalizadas (Anexo 3)
$Q_{10,M} =$	219,40	l/s	Vazão mínima de duração mensal e recorrência decenal
$Q_{7,10} =$	195,00	l/s	Vazão mínima de 7 dias e recorrência decenal
FONTE: DEFLÚVIO SUPERFICIAIS NO ESTADO DE MINAS GERAIS			
COPASA MG - HIDROSISTEMAS			

Entretanto a legislação ambiental admite a fase secundária como aceitável desde que o processo de tratamento proposto remova pelo menos 90% da carga poluidora, para o lançamento em cursos d'água de classe dois.

É de suma importância à realização do estudo da capacidade assimiladora do Ribeirão das Araras, de forma a subsidiar a decisão quanto ao nível de tratamento e eficiências de remoção de cargas poluidoras na ETE a ser implantada, sendo compatíveis com os requisitos ambientais.

Do ponto de vista ecológico, um dos efeitos mais nocivos do lançamento de cargas poluidoras nos cursos d'água é o decréscimo das concentrações de oxigênio no meio líquido. Portanto, utilizou-se a modelagem matemática da qualidade da água proposta por Streeter-Phelps.

Os parâmetros modelados foram:

- Oxigênio dissolvido (OD);
- Coliformes fecais (CF).

Nos estudos do impacto do lançamento dos esgotos, foram consideradas as seguintes alternativas de tratamento, englobando diferentes eficiências de tratamento, a saber:

- Lançamento de esgotos brutos referentes à demanda média do ano 2024;
- Lançamento de esgotos tratados com eficiência de 85,00% na remoção de DBO_5 referente à demanda média do ano 2024;
- Lançamento de esgotos tratados com eficiência de 85,00% na remoção de DBO_5 referente à demanda média do ano 2043.

Além do estudo de autodepuração, foi avaliado também o decaimento bacteriano, utilizando-se a equação clássica de Chick, de acordo com a qual os coliformes decrescem segundo uma reação de primeira ordem. No estudo de autodepuração foram consideradas as seguintes situações para lançamento dos efluentes:

- Lançamento de esgotos brutos referentes à demanda média do ano 2024;
- Lançamento de esgotos tratados com eficiência de 99,00% na remoção de coliformes referente à demanda média do ano 2024 (VIEIRA – 1993);
- Lançamento de esgotos tratados com eficiência de 99,00% na remoção de coliformes referente à demanda média do ano 2043 (VIEIRA – 1993).

ESTUDOS DE AUTODEPURAÇÃO

Para o oxigênio dissolvido, o modelo adotado foi o clássico de Streeter-Phelps, no qual os dois componentes no balanço de massa do oxigênio são (a) o consumo para a estabilização aeróbia da matéria carbonácea e (b) a produção por meio da reaeração atmosférica. A modelagem do decaimento de coliformes utilizou a equação clássica de Chick, de acordo com a qual os coliformes decrescem segundo uma reação de primeira ordem.

Em ambas as modelagens, o fluxo hidráulico admitido foi o de fluxo em pistão. As equações constantes dos modelos de Streeter-Phelps e Chick utilizados foram:

a) Concentração e déficit de oxigênio no rio após a mistura com o despejo

$$C_o = \frac{Q_r \times OD_r + Q_e \times OD_e}{Q_r + Q_e}$$

Onde:

C_o = concentração inicial de oxigênio, logo após a mistura (mg/l)

Q_r = vazão do rio a montante do lançamento (m^3/s)

Q_e = vazão de esgotos (m^3/s)

OD_r = concentração de oxigênio dissolvido no rio, montante lançamento (mg/l)

OD_e = concentração de oxigênio dissolvido no esgoto (mg/l)

b) Déficit Inicial de Oxigênio no Rio, Logo Após a Mistura

$$D_o = C_s - C_o$$

Onde:

C_s = concentração de saturação de oxigênio (mg/l)

D_o = déficit inicial de oxigênio, logo após a mistura (mg/l)

C_o = concentração inicial de oxigênio, logo após a mistura (mg/l)

c) Cálculo da DBO_5 e da Demanda Última no Rio Após a Mistura

↪ DBO_5 da Mistura

$$DBO_{50} = \frac{(Q_r \times DBO_r + Q_e \times DBO_e)}{Q_r + Q_e}$$

↪ DBO Última da Mistura

$$L_o = DBO_{50} \times K_T$$

Onde:

DBO_{50} = concentração de DBO_5 , logo após a mistura (mg/l)

L_0 = demanda última de oxigênio, logo após a mistura (mg/l)

DBO_r = concentração de DBO_5 do rio (mg/l)

DBO_e = concentração de DBO_5 do esgoto (mg/l)

K_T = constante para transformação da DBO_5 a DBO última (DBO_U)

$$K_T = \frac{1}{1 - e^{-5K_1}}$$

Onde:

K_1 = coeficiente de desoxigenação (d^{-1})

d) Cálculo do Perfil de Oxigênio Dissolvido em Função do Tempo

$$C_c = C_s - D_c$$

Onde:

C_c = concentração crítica de oxigênio (mg/l)

C_s = concentração de saturação de oxigênio (mg/l)

D_c = déficit de oxigênio em um tempo T, após a mistura (mg/l)

$$D_c = \frac{K_1 \times L_0}{K_2 - K_1} \times \left(e^{-K_1 T} - e^{-K_2 T} \right) + D_0 \times e^{-K_2 T}$$

Onde:

D_c = déficit de oxigênio em um tempo T, após a mistura (mg/l)

D_0 = déficit inicial de oxigênio, logo após a mistura (mg/l)

L_0 = demanda última de oxigênio, logo após a mistura (mg/l)

T = tempo de análise (dia)

K_1 = coeficiente de desoxigenação (d^{-1})

K_2 = coeficiente de reaeração (d^{-1})

e) Cálculo do Perfil de DBO em Função do Tempo

$$DBO_t = DBO_{50} \times e^{-K_1 \times t}$$

Onde:

DBO_t = Concentração de DBO em um tempo "t" (mg/l)

DBO_{50} = Concentração de DBO logo após a mistura (mg/l)

t = Tempo de Análise (dia)

K_1 = coeficiente de desoxigenação (d^{-1})

f) Concentração de Coliformes Fecais no Rio Após a Mistura

$$N_o = \frac{Q_r \times N_r + Q_e \times N_e}{Q_r + Q_e}$$

Onde:

N_o = concentração inicial de coliformes fecais, logo após a mistura (CF/100ml)

Q_r = Vazão do rio a montante do ponto de lançamento (l/s)

Q_e = Vazão de esgotos (l/s)

N_r = Concentração de Colif. Fecais no rio à montante do lançamento (CF/100ml)

N_e = Concentração de Colif. Fecais no esgoto (CF/100ml)

g) Cálculo do Perfil de Coliformes Fecais em Função do Tempo

$$N = N_o e^{-K_{bT} \times t}$$

Onde:

N = concentração de coliformes fecais em um tempo "t" (CF/100ml)

N_o = concentração inicial de coliformes fecais, logo após a mistura (CF/100ml)

K_{bT} = decaimento bacteriano

t = tempo de Análise (dia)

A seguir será apresentado o cálculo do estudo de autodepuração referente ao ribeirão das Araras com a apresentação dos parâmetros a serem analisados.

ESTUDOS DE AUTODEPURAÇÃO					
MODELO DE CALCULO: STREETER PHELPS					
CURSO D'ÁGUA: RIBEIRÃO DAS ARARAS					
CIDADE: TRES PONTAS/MG					
PONTO DE REFERENCIA: LANÇAMENTO DA ETE					
PARÂMETROS					
ESGOTO		BRUTO 2024	BRUTO 2043	TRATADO 2024	TRATADO 2043
Vazão Média de Esgotos	(l/s)	88,59	94,43	88,59	94,43
Demanda Bioquímica de Oxigênio do Esgoto	(mg/l)	48,51	54,98	48,51	54,98
Nível de tratamento - Remoção de DBO	(%)	0,00%	0,00%	85,00%	85,00%
DBO do Esgoto - após o tratamento proposto	(mg/l)	48,51	54,98	7,28	8,25
Oxigênio Dissolvido do Esgoto	(mg/l)	0	0	0	0
Concentração de Coliformes Fecais no Esgoto	(coli fecal/100ml)	3,59E+06	4,07E+06	3,59E+06	4,07E+06
Nível de tratamento - Remoção de CF	(%)	0,00%	0,00%	99,00%	99,00%
Concentração de CF no Esgoto - após trat. proposto	(coli fecal/100ml)	3,59E+06	4,07E+06	3,59E+04	4,07E+04
CORPO RECEPTOR		QRmin	QRmin	QRmin	QRmin
Vazão do Rio	(l/s)	195,00	195,00	195,00	195,00
Demanda Bioquímica do Oxigênio do Rio	(mg/l)	5	5	5	5
Porcentagem de O.D. do Rio em relação ao Odsat	(%)	90	90	90	90
Oxigênio Dissolvido	(Saturação)	8,10	8,10	8,10	8,10
Oxigênio Dissolvido do Rio	(mg/l)	7,29	7,29	7,29	7,29
Temperatura	(°C)	20,7	20,7	20,7	20,7
Altitude	(m)	840,0	840,0	840,0	840,0
Altura do Perfil Batimétrico	(m)	0,50	0,50	0,50	0,50
Velocidade de Escoamento	(m/s)	0,60	0,60	0,60	0,60
OD _{min} Permissível	(mg/l)	5	5	5	5
Concentração de Coliformes Fecais no Rio antes da Mistura	(coli fecal/100ml)	100,00	100,00	100,00	100,00
CORPO RECEPTOR APÓS A MISTURA					
Concentração de Oxigênio da Mistura - C _o	(mg/l)	5,02	4,91	5,02	4,91
Déficit Inicial de Oxigênio - D _o	(mg/l)	3,09	3,19	3,09	3,19
DBO da Mistura - DBO ₅₀	(mg/l)	18,59	21,31	5,71	6,06
DBO da Última Mistura - L _o	(mg/l)	21,63	24,79	6,65	7,05
Tempo de Máximo Déficit de Oxigênio - T _c	(dias)	0,96	1,01	-2,23	-1,76
Déficit Máximo de Oxigênio (Ponto Crítico) - D _c	(mg/l)	4,89	5,50	5,26	4,65
Demanda Bioquímica de Oxigênio Esperada - DBO _{ep}	(mg/l)	2,1	2,0	7,3	8,2
Tratamento Necessário - DBO	(%)	95,65	96,38	0,00	0,00
Oxigênio Dissolvido Crítico	(mg/l)	3,21	2,60	2,84	3,46
Concentração de Coliformes Fecais	(coli fecal/100ml)	1,12E+06	1,33E+06	1,13E+04	1,34E+04
Eficiência Complementar Requerida Remoção Coliforme	(%)	99,917	99,929	91,703	92,981
PARÂMETROS					
- INICIAIS					
Coef. Desoxigenação (K1)		0,38	0,38	0,38	0,38
Coef. Reareação (K2)	Von Sperling	1,17	1,17	1,17	1,17
Adotado (K2)	Von Sperling	1,17	1,17	1,17	1,17
Conc. de Máxima de Coliformes Fecais na Mistura	(coli fecal/100ml)	1.000	1.000	1.000	1.000
- CORRIGIDOS					
Coef. Desoxigenação (K1)		0,39	0,39	0,39	0,39
Coef. Reareação (K2)	Von Sperling	1,19	1,19	1,19	1,19

Com a utilização de planilhas eletrônicas chegamos aos valores para Oxigênio Dissolvido (Gráfico 5.1), Coliformes Fecais – Esgoto Bruto (Gráfico 5.2), Coliformes Fecais – Esgoto tratado (Gráfico 5.3) e Carga Orgânica (DBO₅) (Gráfico 5.4) que serão apresentados a seguir:

ESTUDO DE AUTODEPURAÇÃO DO RIBEIRÃO DAS ARARAS
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE TRÊS PONTAS- MG
CURVAS DE DEPLEÇÃO DE OXIGÊNIO

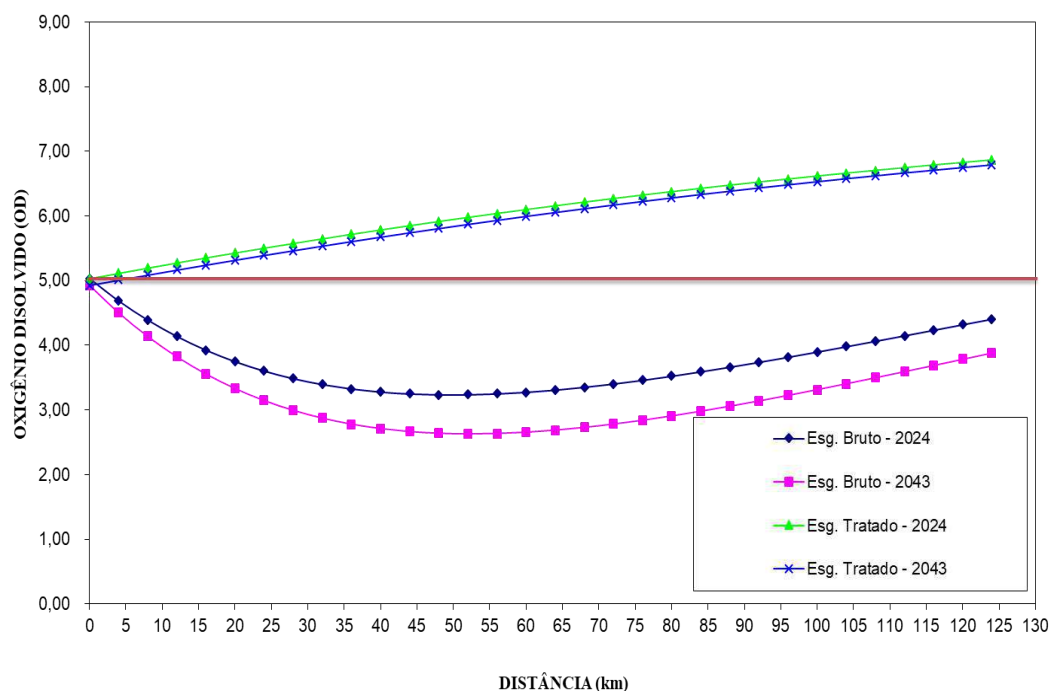


Gráfico 5.1: Curvas de Deflexão de Oxigênio

ESTUDO DE AUTODEPURAÇÃO RIBEIRÃO DAS ARARAS
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE TRÊS PONTAS- MG
CURVAS DE DEPLEÇÃO DE COLIFORME FECAL

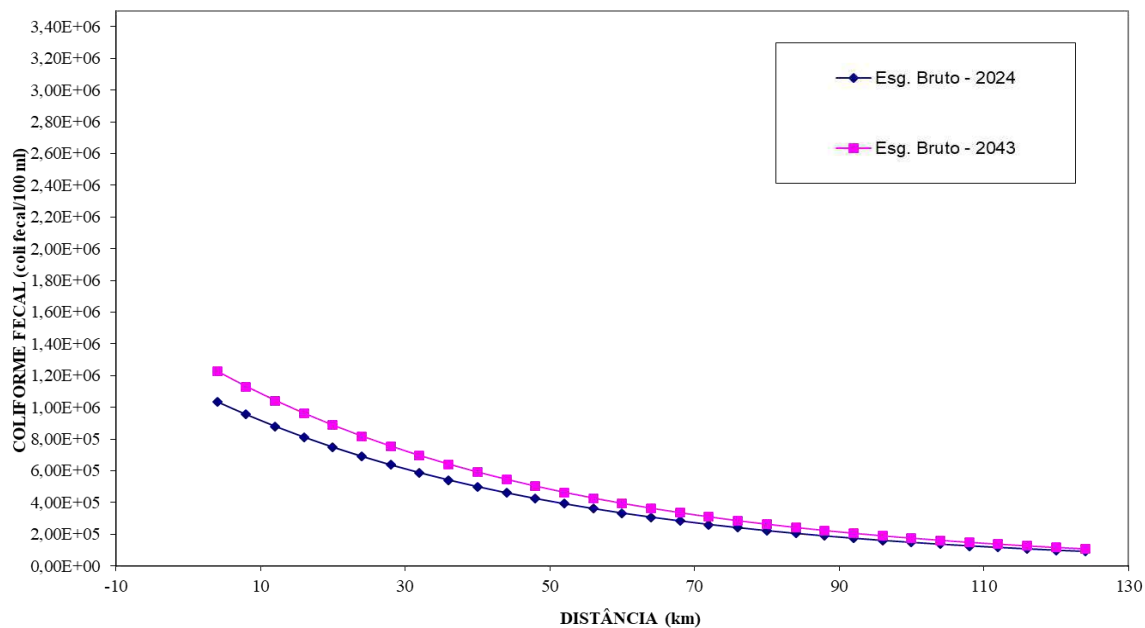


Gráfico 5.2: Curvas de Deflexão de Coliformes Fecais – Esgoto Bruto

**ESTUDO DE AUTODEPURAÇÃO DO RIBEIRÃO DAS ARARAS
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE TRES PONTAS- MG
CURVAS DE DEPLEÇÃO DE COLIFORME FECAL**

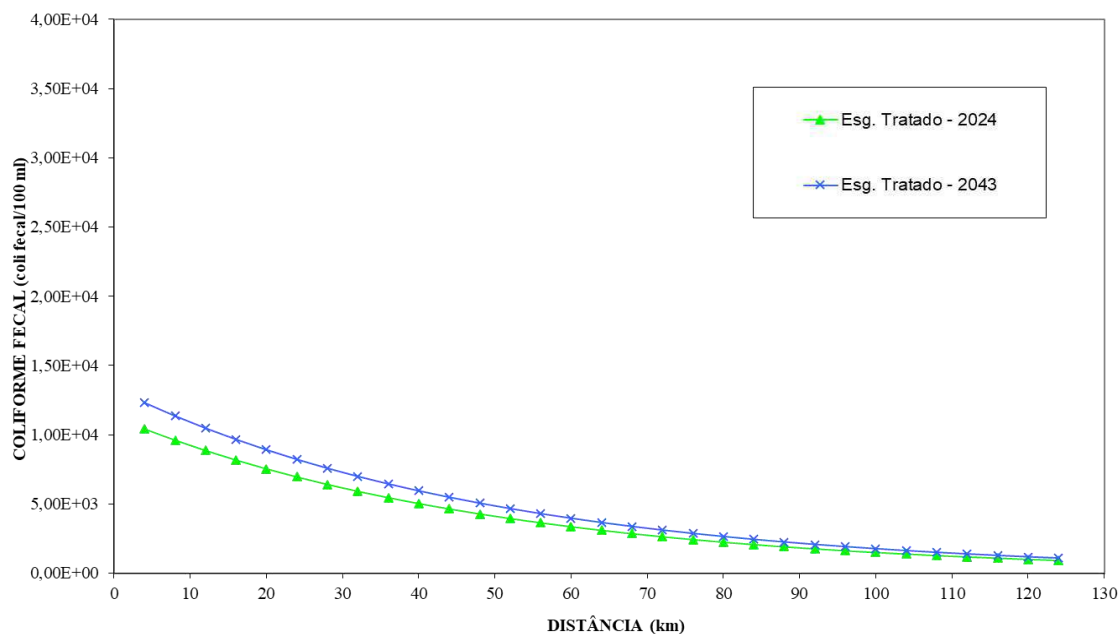


Gráfico 5.3: Curvas de Deflexão de Coliformes Fecais – Esgoto Tratado

**ESTUDO DE AUTODEPURAÇÃO DO RIBEIRÃO DAS ARARAS
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE TRES PONTAS- MG
CURVAS DE DEPLEÇÃO DE DBO**

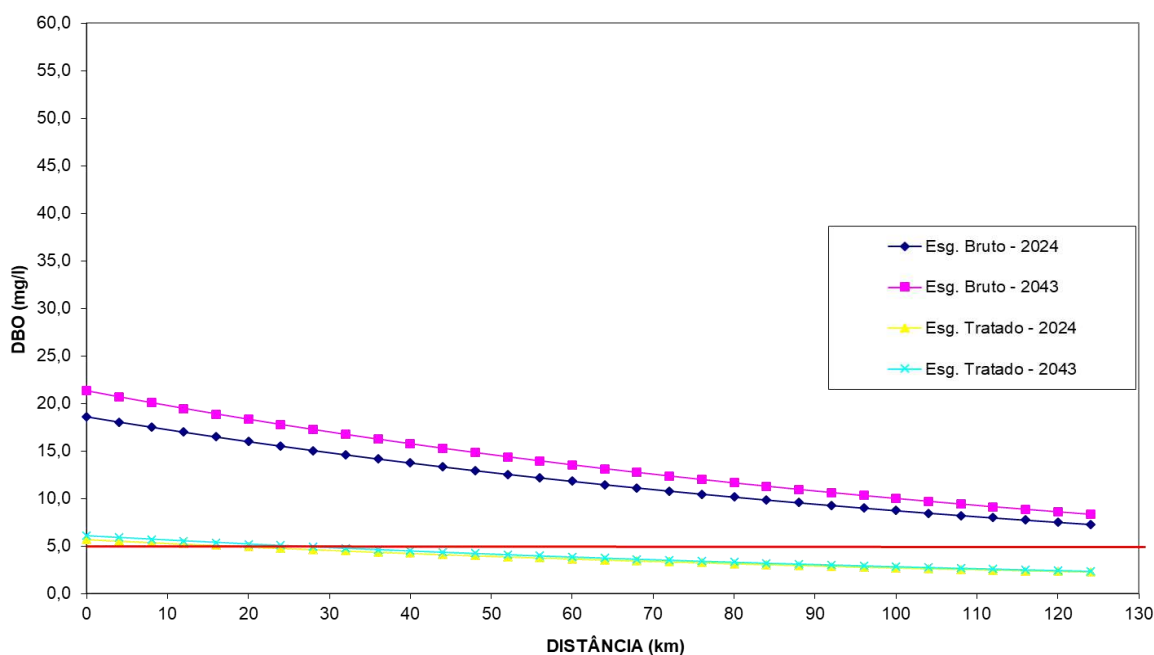


Gráfico 5.4: Curvas de Deflexão de Carga Orgânica (DBO₅)

Rua dos Pampas, 434 - Prado - Belo Horizonte / MG – CEP 30.411-030.
E-mail: despro@desproprojetos.com.br – site: www.desproprojetos.com.br
Telefax: (31) 3213-8049

Análise dos Resultados

Análise dos Resultados quanto DBO5 e OD.

Para a situação apresentada, o estudo de autodepuração mostrou que o maior déficit de oxigênio igual a 4,65 mg/L ocorrerá no ponto de lançamento no Ribeirão Araras, onde o curso d'água apresenta capacidade de autodepuração superior à capacidade de degeneração causada pelo lançamento do efluente tratado na ETE em relação ao oxigênio dissolvido, entretanto ao analisarmos o quadro da demanda DBO os resultados não atendem as normas de lançamento.

Para esta situação a Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH Nº 1, de 05 de maio de 2008 é clara e está transcrita abaixo:

“Art. 10. Os Valores máximos estabelecidos para os parâmetros relacionados em cada uma das classes de enquadramento deverão ser obedecidos as condições de vazão de referência”.

“§1º Os limites de Demanda Bioquímica de Oxigênio, estabelecidos para as águas doces de classes 2 e 3, poderão ser elevados, caso o estudo da capacidade de autodepuração do corpo receptor demonstre que as concentrações mínimas de oxigênio dissolvido previstas não serão desobedecidas, nas condições de vazão de referência, com exceção da zona de mistura, conforme modelos internacionais reconhecidos”.

“Art 20. É vedado o lançamento e a autorização de lançamento de efluentes em desacordo com as condições e padrões estabelecidos nesta deliberação Normativa”.

“Parágrafo único. O órgão ambiental competente poderá excepcionalmente autorizar o lançamento de efluente acima das condições e padrões estabelecidos no art. 29 desta Deliberação Normativa, desde que observados os seguintes requisitos”:

I. – “Comprovação de relevante interesse público, devidamente motivado”.

Considerando que as concentrações mínimas de oxigênio dissolvido não serão desobedecidas, conclui quanto a DBO mesmo estando os índices um pouco acima a

legislação faculta a elevação dos mesmos com comprovação de relevante interesse público, que é o caso de da cidade de Três Pontas.

Análise dos Resultados quanto decaimento bacteriano.

Conforme demonstrado no presente estudo, a concentração de coliformes fecais no curso d'água estudado, após a implantação da ETE proposta para o SES da localidade, não atenderá, às determinações da Resolução CONAMA 357, a qual estabelece limite máximo de 1000 org/100 mL para cursos de água de Classe 2.

Para o adequamento a esta Resolução dever-se-ia implantar sistemas de desinfecção capazes de reduzir o número de organismos presentes no esgoto tratado de forma a garantir a qualidade das águas do corpo receptor, mantendo-a em conformidade com as exigências da legislação vigente.

Um monitoramento do sistema proposto para o tratamento da cidade de Três Pontas, onde se obtém dados reais, poderá nortear melhor a decisão sobre qual sistema de desinfecção a ser adotado determinando a eficiência do mesmo sem onerar nos custos para implantação do empreendimento.

Conclusão do Estudo

Pode-se concluir, portanto, que o curso d'água (Ribeirão das Araras) estudado manterá qualidade compatível com aquela requisitada pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-M Nº 1 de 05/08, para um curso de água de Classe 2, no que se refere à concentração de oxigênio dissolvido e DBO₅.

6. DESCRIÇÃO DO SISTEMA PROJETADO

6. DESCRIÇÃO DO SISTEMA PROJETADO

6.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Conforme informado anteriormente, o Sistema de Tratamento de Esgotos (ETE) concebido para a cidade de Três Pontas será composto de reatores/UASB seguido de lagoas de estabilização e ainda submetido à radiação de luz ultravioleta, atingindo, portanto, a fase terciária do processo.

Conforme informado também, o município já possui área destinada a instalação da ETE, com disponibilidade para implantação do sistema com associação de lagoas. A área adquirida pelo SAAE possui características adequada para ETE, com pouca inclinação e com movimentação de terra local na compensação corte/aterro.

O local previsto para implantação dista cerca de 3,0 km da área urbana, situa-se à margem da estrada vicinal de acesso a localidade de Pontalete, estando esta confinada entre a estrada e o Ribeirão das Araras. A área adquirida possui cerca de 26 hectares



Figura 6.1 – Localização da área da ETE – Google Earth

Portanto, tendo como norte o Estudo de Concepção realizado pela DESPRO, em que selecionou a alternativa 3 como proposta mais vantajosa, o escopo de projeto resume-se nos seguintes itens:

- Complementação do interceptor Araras até a Estação de Tratamento;
- Estação de Tratamento: Reator UASB + Lagoa de Polimento (Facultativa);
- Desinfecção por radiação ultravioleta;

A planta de Tratamento composta das seguintes unidades:

- Estação Elevatória Final;
- Tratamento Preliminar;
- Reator UASB;
- Lagoa de Polimento;
- Leito de Secagem;
- Valas de disposição de resíduos;
- Desinfecção por UV;

6.2. ESTAÇÃO DE TRATAMENTO

6.2.1 Acesso, Locação e Implantação da ETE

A área destinada a implantação das unidades de processo da ETE e respectivo acesso foram previamente levantados e demarcados durante a visita técnica realizada no município, sendo uma gleba de terreno de propriedade da Prefeitura Municipal, constando de área delimitada para utilização de 26,70 hectares, e coordenadas geográficas: N=763743.83 e E=442313,415

6.2.2. Definição Dos Platôs

Foram definidos níveis de platôs como se segue:

- . Platô Estação Elevatória Final: Cota 841,50;
- . Platô do tratamento preliminar: Cota 853,00;
- . Platô dos reatores: Cota 847,00;
- . Platô das Lagoas Facultativas: Cota 845,25;
- . Platô dos Leitos de secagem: Cota 845,25;
- . Platô do Laboratório: Cota 847,00.

6.2.3. Estação Elevatória Final - EEF

A Estação Elevatória Final projetada está situada na margem esquerda do córrego das Araras junto a área da ETE, onde receberá todo o efluente coletado na cidade e transportado através do interceptor do ribeirão Araras. As principais características da unidade serão descritas a seguir:

- . Vazão: 154,83 l/s
- . Altura Manométrica: 18,24 m

. Bombas

- . Número de bombas: 3 + 1 (Rodízio / Reserva)
- . Tipo: Submersível
- . Potência: 25 cv
- . Rotação: 1800 rpm

. Barrilete de recalque

- . Diâmetro 250 mm
- . Material FºFº

. Canalização de recalque

- . Diâmetro: 400 mm
- . Material: PVC DÊ Fofo
- . Extensão: 400 m

**SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO
TRÊS PONTAS - MG
COMPANHIA DE SANEAMENTO DE MINAS GERAIS**

ESTAÇÃO ELEVATÓRIA FINAL

Nº de conjuntos Final 3 + 1 (reserva e/ou rodízio)

Vazão média fim de plano* 94,43 l/s

Vazão de cálculo* 154,83 l/s

SISTEMA DE RECALQUE

-DADOS GERAIS

.Cota de chegada no TP (m) : 852,700
 .Cota do NA_{mín.} no poço de sucção (m) : 836,300
 .Cota do NA_{max} no poço de sucção(m) : 836,900
 .Cota do NA_{max} no poço de sucção Bomba 2 (m) : 837,100
 .Cota do NA_{max} no poço de sucção Bomba 3(m) : 837,300
 .Desnível geométrico máximo (m) : 16,40
 .Desnível geométrico mínimo (m) : 15,80

- ALTURA MANOMÉTRICA (m)

. Perdas de Carga Localizadas no Recalque

.. Vazão (l/s) : 51,61
 .. Material : FºFº

.. Perda de carga localizada (m) :

$$h_{p_l} = \frac{K \times V^2}{2g}$$

CODIGO	PEÇAS	Vazão (l/s)	Diâmetro (mm)	Veloc. (m/s)	Quant.	K _{UNIT.}	K _{TOTAL}
11	Entrada normal de canalização	51,61	250	1,05	1	0,50	0,50
1	Ampliação Gradual	51,61	250	1,05	1	0,30	0,30
8	Curva de 90º	51,61	250	1,05	1	0,40	0,40
25	Válvula de retenção	51,61	250	1,05	1	2,50	2,50
18	Registro de gaveta aberto	51,61	250	1,05	1	0,20	0,20
22	Tê, de saída de lado	51,61	400	0,41	1	1,30	1,30
21	Tê, de passagem direta	103,22	400	0,82	1	0,60	0,60
21	Tê, de passagem direta	154,83	400	1,23	1	0,60	0,60
9	Curva de 45º	154,83	400	1,23	2	0,20	0,40
20	Saída de Canalização	154,83	400	1,23	1	1,00	1,00
						Σ	7,80

h_{p_l} : 0,41 m

. Perdas de Carga Contínuas no Recalque

.. Vazão (l/s) : 154,83
 .. Material : PVC
 .. Coeficiente de rugosidade : 130
 .. Comprimento (m) : 400,00
 .. Diâmetro (mm) : 400
 .. Velocidade (m/s) : 1,23

$$hp_c = 10,643 \times Q^{1,85} \times C^{-1,85} \times D^{-4,87} \times L$$

hp_c : 1,44

. Altura manométrica(m)

.. Altura manométrica máxima(m) 18,24
 .. Altura manométrica mínima (m) 17,64

- POTÊNCIA REQUERIDA PELOS MOTORES (CV)

$$P = \frac{H_{\max} \times Q}{\eta \times 75} \quad (cv)$$

.. η 67,7%

.. Potência requerida pelos motores (CV)..... 18,5

- BOMBA SELECIONADA:

Tipo		SUBMERSÍVEL
Fabricante		EBARA
Modelo		100DL618
Rotação (rpm)		1800
Peso da Bomba (Kg)		465,0
Rendimento		67,7%
Potência (CV)	Instalada	18,5
	Consumida	25,0
Submersão Requerida (cm)		40,0
Submersão Adotada (cm)		50,0

A Bomba indicada será da EBARA e partir de seus dados foi verificado os pontos de trabalho.



CURVA DE DESEMPENHO

Página 1

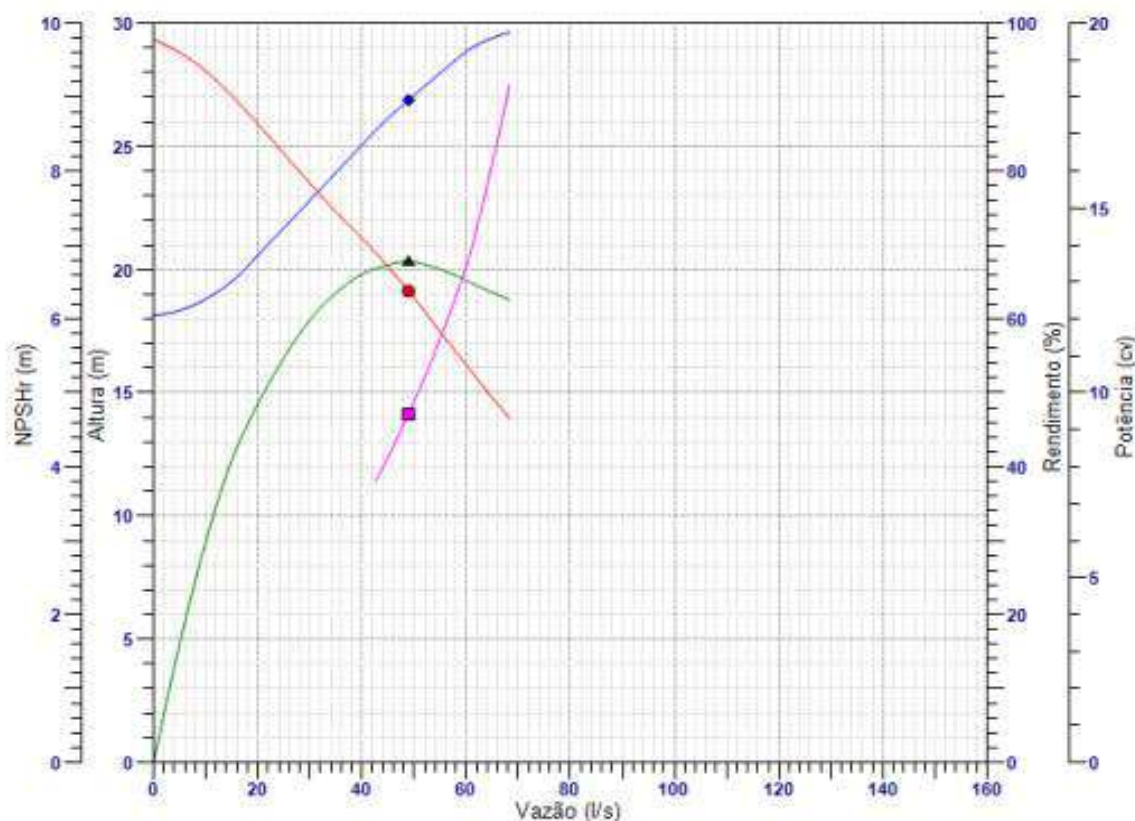
ESB-BR LD ver: 2.4

Cliente EEF CORRIGIDO							Data 30/06/2022
Produto 100DL618	Potência (cv) 25,00	Freq. (Hz) 60,00	Nº Pólos 4	Ø Rotor (mm) 228,00	Sub. Mlx. (m) 20	Material Ferro Fundido	Cos ϕ (100%) 81,82
Motor MBRMT18	Tensão (V) 220/380/440	Ind. Prot. IP68	Fases 3	Rotação (rpm) 1800	M. Inércia (kg.m²) 0,1613	Rend. (100%) 80,68	Corr. Nom. (A) 77,0/44,0/38,0
Cabo Controle 18 AWG	Cabo Força 6 AWG	Classe Isol. H	Fator serv. 1,15	Nº Part. Hora 20	Temp. Máx. °C 40,00	Nº Curva B1056-2	Corr. Part. (A) 421,9/248,9/219,5

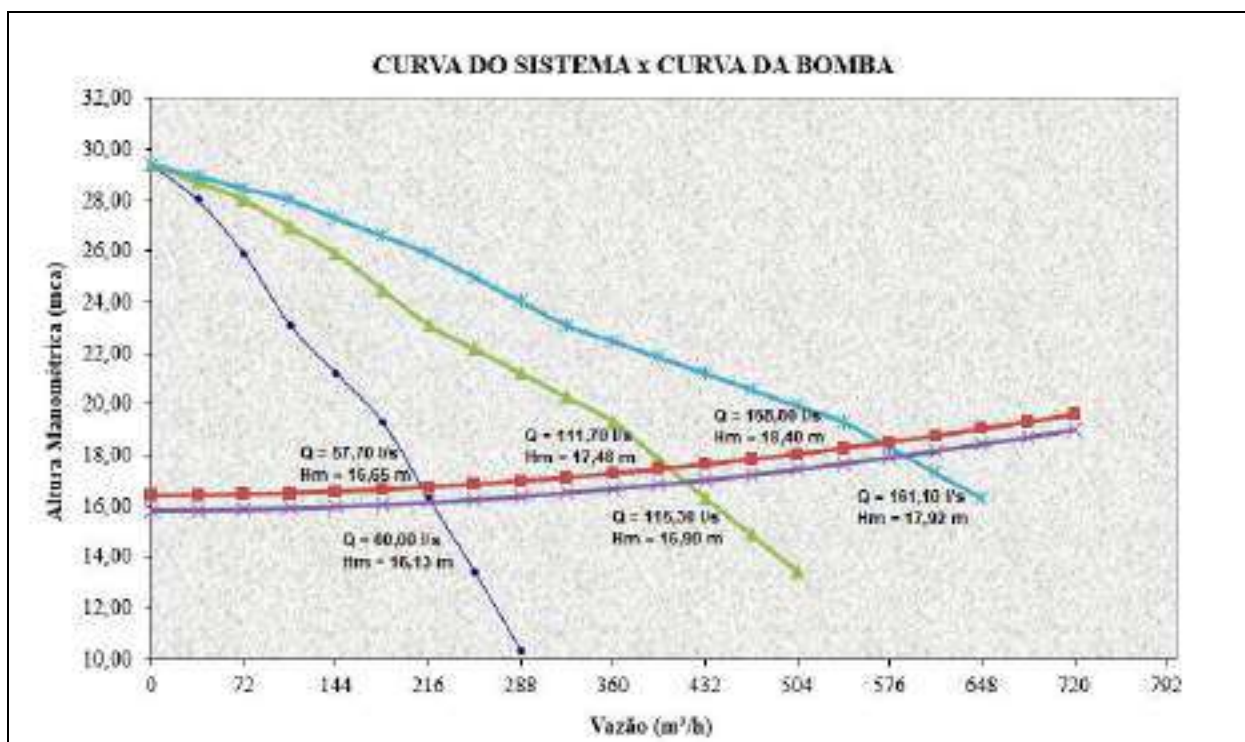
- Ponto Selecionado -

Tipo de Rotor
Semiaberto

Vazão 154,83 l/s	Altura 19,13 m	NPSHr 4,71 m
Potência Cons. 17,92 cv	Rend. Hidr. 67,75 %	R. Conj. 48,35 %



● Desempenho ◆ Potência Consumida ▲ Rendimento ■ NPSH



Com a vazão do sistema foi dimensionado o volume do poço e seu tempo de detenção.

Pontos de Operação:

	Hgmáx		Hgmín	
	Q (l/s)	Hm (m)	Q (l/s)	Hm (m)
1º Bomba	57,70	16,65	60,00	16,13

POÇO DE SUCÇÃO

Poço de sucção previsto RETANGULAR

Determinação do Volume útil do poço de sucção - Vu

A vazão de dimensionamento considerada será a média das vazões máxima e mínima obtidas nos pontos de equilíbrio do rotor da bomba indicada.

Admitir-se-á um intervalo de partida a cada 10 minutos

$$Q_b = 0,05885 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V = 2,50 Q_b + 0,98 Q_b + 0,68 Q_b + 0,50 Q_b + 0,40 Q_b + 0,35 Q_b =$$

$$\begin{aligned} Vu_1 &= 8,8 \text{ m}^3 \\ Vu_2 &= 3,5 \text{ m}^3 \\ Vu_3 &= 2,4 \text{ m}^3 \\ Vu_4 &= 0,0 \text{ m}^3 \\ Vu_5 &= 0,0 \text{ m}^3 \\ Vu_6 &= 0,0 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Volume útil necessário do poço - Vu 14,70 m³

Determinação da área (Au) e altura útil (hu) da lâmina d'água do poço de sucção

Deve ser adotada uma altura útil mínima de 0,60 m para a 1ª bomba e 0,20 m para as demais.

$$Au = \frac{Vu}{hu}$$

Adotada

h ₁	=	0,60	m	>>	Au ₁	=	14,72	m ²
h ₂	=	0,20	m	>>	Au ₂	=	17,31	m ²
h ₃	=	0,20	m	>>	Au ₃	=	12,01	m ²
h ₄	=	0,00	m	>>	Au ₄	=	0,00	m ²
h ₅	=	0,00	m	>>	Au ₅	=	0,00	m ²
h ₆	=	0,00	m	>>	Au ₆	=	0,00	m ²

Altura útil da lâmina adotada - hu 0,60 m

Dimensões adotadas 2,70 x 5,55

Área útil do poço adotada - Au 14,99 m²

Verificação do volume útil do poço de sucção (Vu)

h ₁	=	0,60	m	>>	Vu ₁	=	8,99	m ³
h ₂	=	0,20	m	>>	Vu ₂	=	3,00	m ³
h ₃	=	0,20	m	>>	Vu ₃	=	3,00	m ³
h ₄	=	0,00	m	>>	Vu ₄	=	0,00	m ³
h ₅	=	0,00	m	>>	Vu ₅	=	0,00	m ³
h ₆	=	0,00	m	>>	Vu ₆	=	0,00	m ³

Volume útil do poço adotado - Vu 14,99 m³

Cálculo do Tempo de Detenção - Td - (min):

Vazão média de início de plano 5,67 m³/min

Altura do fundo do poço ao Na mín 0,50 m

Altura do fundo do poço ao Na médio 1,00 m

Volume efetivo do poço de sucção - Vef :

$$Vef = (0,50 + (0,60 / 2) \times 14,99) >>> Vef = 11,99 \text{ m}^3$$

$$Td = \frac{Vef}{Q_{méd}(inicial)} = \frac{11,99}{5,67} >>> Td = 2,11 \text{ min}$$

Segundo a Norma Brasileira, NBR 12208, o tempo de detenção no poço de sucção deverá ser de no máximo 30 minutos. Para garantir este tempo máximo será previsto relé para o acionamento dos conjuntos elevatórios.

Será adotado um cesto coletor na entrada da elevatória de modo a reter os sólidos maiores e garantir um bom funcionamento dos equipamentos.

CÁLCULO DO CESTO

A quantidade de material gradeado é influenciada pelas condições locais, hábitos da população, época do ano, etc. e depende muito do espaçamento entre as grades.

A tabela abaixo mostra a variação da quantidade de material retido em relação às aberturas das grades, segundo Schroepfer.

Quantidade de material retido por espaçamento da malha do cesto

Espaçamento da malha (cm)	Quantidade de material retido (l/m ³ de esgoto gradeado)
2,0	0,038
2,5	0,023
3,5	0,012
4,0	0,009

.. Espaçamento da malha do cesto adotado 5,0 cm
 .. Quantidade de material retido 0,008 l/m³

Assim, teremos os seguintes volumes retidos para a vazão média afluente:

.. Vret (inicial) 65,27 l/dia
 .. Vret (final) 65,27 l/dia

. Dimensões adotadas

.. Comprimento 0,60 m
 .. Largura 0,60 m
 .. Altura 0,85 m

.. Volume do cesto 0,31 m³

. Frequência de Limpeza

.. Inicial 4 dias
 .. Final 4 dias

Cálculo golpe de aríete na linha da EEF

Será implantada uma Linha de recalque interligando a EEF ao TP com extensão aproximada de 400 metros.

A partir do cálculo do diâmetro econômico da tubulação, obteve-se o diâmetro de 0,393 m (393 mm), ou seja, diâmetro nominal de 400 mm.

Com o dimensionamento a partir da fórmula de Hazen-Willians, tem-se perda de carga dentro do parâmetro 8 m / km, estando, portanto, dentro do estabelecido por norma.

Fórmula de Bresse para determinação do diâmetro econômico:

$$D = k \times \sqrt{Q(m^3 / s)}$$

Onde:

$$K = 1,00$$

$$Q = \text{Vazão de recalque em } m^3/s$$

$$D = 1,00 \times 0,15483^{0,5} = 0,393 \text{ m}$$

Estudos transientes hidráulicos

O estudo de transientes tem como objetivo verificar as condições de trabalho para obter a pressão máxima na linha de recalque que acontece no barrilete. A seguir é apresentado o cálculo para a linha de recalque.

1-TRECHOS DE TUBOS

Trecho	S-	P

Extensão (m)	400,00	
Diâmetro interno (mm)	400	
Qte. tubos em paralelo	1	
Material do tubo	PVC	
Espessura do tubo (mm)	17,20	
Rugosidade do tubo (mm)	0,20	
Velocidade (m/s)	1,23	
Período da linha (s)	1,99	
Celeridade (m/s)	401,99	
Qte. de subtrechos	5	
Compr. unitário (m)	80,00	

2-BOMBAS

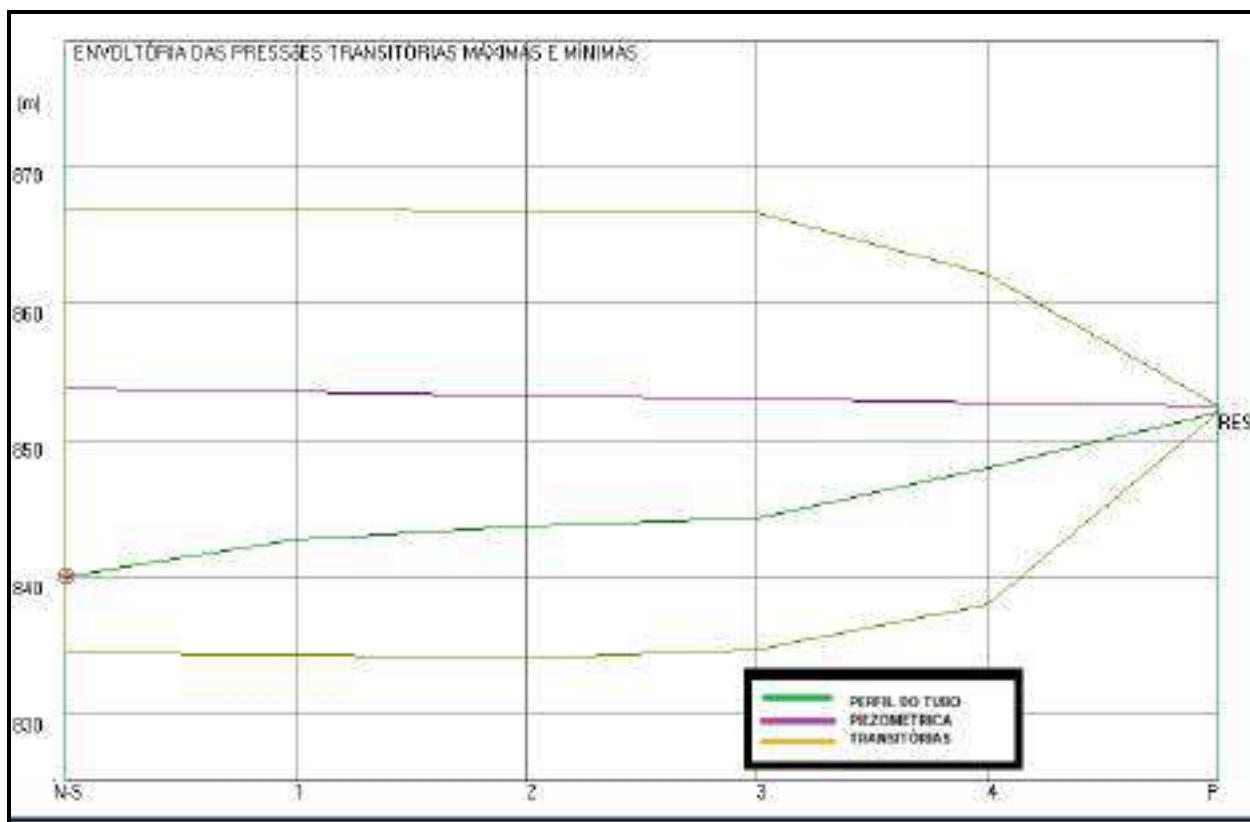
Trecho	N-	S

Qte.bombas efetivas em paralelo	3	
Vazão por bomba	51,61	
Altura manométrica (m)	18,24	
Potência do motor (CV)	25	
Rotação nominal (rpm)	1800	
Rendimento do conjunto (%)	67	
Momento inércia conjunto(kg.m2)	0,15	
Constante da bomba	4,30	

Tipo de válvula no recalque Retenção
 Diâmetro da válvula (mm) 250
 Tempo fechamento da válvula (s) 2,79
 Tempo parada da bomba (s) 10,15

3-TRANSITÓRIOS NA ADUTORA
 Intervalo de cálculo: 0,20 s
 Período de cálculo :100 s

Ponto	Cota tubo (m)	Cota piezom. (m)		Pressão (mca)		Volume cavidade (litros)
		Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	
N	840,14	836,30	836,30	-3,840	-3,840	0,000
S	840,14	866,89	834,54	26,747	-5,603	0,000
S-P/1	842,82	866,85	834,37	24,031	-8,452	0,000
S-P/2	843,71	866,77	834,19	23,055	-9,524	0,000
S-P/3	844,32	866,61	834,76	22,294	-9,556	0,000
S-P/4	847,96	862,14	838,02	14,184	-9,936	1,055
P	852,10	852,57	852,10	0,467	0,000	0,000



De acordo com o estudo mostrou-se que a pressão máxima encontrada foi de 26,74 mca na canalização adutora, verificou-se pressões mínimas negativas (subpressão) mas não apresentou cavidade (separação da coluna d'água), portanto a linha de recalque será toda em PVC DEFoFo.

6.2.4. Tratamento Preliminar

Será previsto um tratamento preliminar antes de o efluente chegar ao tratamento primário, com a finalidade de dotar os esgotos de características favoráveis as operações subsequentes.

O conjunto tratamento preliminar será composto de gradeamento e desarenador – ambos mecanizados, instalados em linha com condições de retirar todos materiais grosseiros e sólidos finos carregados junto com o efluente. Junto ao conjunto será instalada também uma estrutura de medição de Vazão (calha parshall).

Calha Parshall

Vazões afluentes

Q Max.....154,83 l/s

Q med.....94,43 l/s

Q min.....56,66 l/s

W =9"

Gradeamento

- . Dimensões das Barras (quadradas): 3/8";
- . Abertura entre Barras: 4,00 cm;
- . Largura da Grade: 1,00 m.

O dimensionamento será apresentado a seguir

PROJETO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO
TRATAMENTO PRELIMINAR
TRÊS PONTAS - MG

MEDIDOR PARSHALL

Tamanho do Medidor : $w = 9''$ ou $w = 22,90$ cm

Altura d'água no canal do medidor Parshall - H_a - (m):

$$Q = K \times H_a^n$$

$$n = \dots\dots\dots 1,530$$

$$K = \dots\dots\dots 0,535$$

Vazão de Projeto

$$Q_{\text{máx}} = 154,86 \text{ l/s} \quad H_{a \text{ máx.}} = 0,445 \text{ m}$$

$$Q_{\text{méd}} = 94,43 \text{ l/s} \quad H_{a \text{ méd}} = 0,322 \text{ m}$$

$$Q_{\text{mín}} = 56,66 \text{ l/s} \quad H_{a \text{ mín}} = 0,231 \text{ m}$$

Rebaixamento a ser feito no Canal Parshall - Z (m)

$$\frac{Q_{\text{méd.}}}{Q_{\text{máx.}}} = \frac{H_{a \text{ méd}} - Z}{H_{a \text{ máx}} - Z}$$

$$\frac{94,43}{154,86} = \frac{0,322 - Z}{0,454 - Z} \gg Z = 0,116 \text{ m}$$

Valor de Z adotado (m) 0,15

GRADEAMENTO

. Característica da Grade:

.. Espessura das barras (t) : 3/8 "

.. Abertura entre barras (e) : 4,0 cm

.. Velocidade a ser considerada na grade (m/s) : 0,60

. Eficiência

$$E = \frac{e}{e + t} = \frac{1,57}{1,950} \gg E = 80,8\%$$

. Número de canais adotados

Vazão de projeto 1

. Vazão por canal

Vazão de projeto 0,155 m^3/s

. Área útil necessária ao escoamento - A_u - (m^2):

$$A_u = \frac{Q_{\text{máx}}}{V}$$

.. Vazão de projeto

$$A_u = \frac{0,15}{0,60} \gg A_u = 0,26 \text{ m}^2$$

. Área total a montante da grade incluindo as barras - St - (m^2):

$$St = \frac{Au}{E}$$

.. Vazão de projeto

$$St = \frac{0,26}{0,808} \ggg St = 0,32 \quad m^2$$

. Altura máxima da lâmina no canal à montante da grade:

$$H = Ha - Z + hf$$

.. Início de Plano

Ha	0,45	m
Z	0,15	m
hf	0,09	m
H	0,39	m

.. Fim de Plano

Ha	0,45	m
Z	0,15	m
hf	0,09	m
H	0,39	m

.. Lâmina máxima no tubo de chegada (m) 0,40 m

.. Rebaixo adotado em relação à chegada (m) 0,25 m

. Largura do canal - b' - (m):

$$b' = \frac{St}{Hm}$$

.. Vazão de Projeto

$$b' = \frac{0,32}{0,39} \ggg b' = 0,82 \quad m$$

Largura de cada canal adotado (m) 1,00

. Velocidade no canal de montante

$$V = \frac{Q}{S}$$

.. Vazão de Projeto

$$= \frac{0,155}{1,00 \times 0,39} = 0,40 \quad m/s$$

Ter-se-a, portanto, as velocidades na grade para as vazões a seguir:

ANO	VAZÃO (m^3/s)	ÁREA		ALTURA H (m)	VELOC. (m/s)
		LIQUIDA Au (m^2)	TOTAL St (m^2)		
VAZÃO DE PROJETO	$Q_{máx} = 0,160$	0,27	0,33	0,45	0,60
	$Q_{méd} = 0,090$	0,15	0,19	0,31	0,60

. Perda de carga - hf - (m) - Segundo Metcalf e Eddy:

$$hf = 1,43 \times \frac{(V^2 - v^2)}{2g}$$

Onde

V = Velocidade através das barras limpas

v = Velocidade a montante da grade

Sendo,

$$v = E \times V = 0,808 \times 0,60$$

$$v = 0,48 \text{ m/s}$$

a) Grade limpa:

$$V = 0,60 \text{ m/s} \gg \gg hf1 = 0,01 \text{ m}$$

b) Grade 50 % suja:

Sendo, V duas vezes a vel. normal

$$V = 1,20 \text{ m/s} \gg \gg hf2 = 0,09 \text{ m}$$

. Volume de material retido:

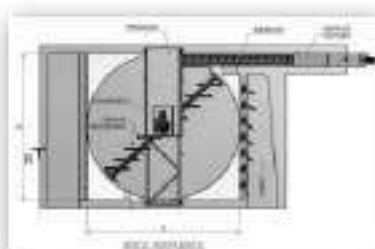
Considerando o valor de 0,015 litros de material retido na grade por m³ de esgoto gradeado, tem-se para a vazão média afluente o seguinte volume:

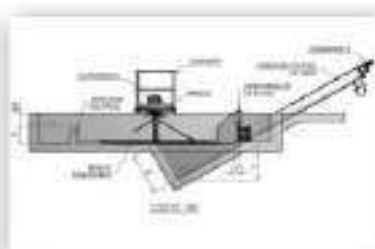
Início de Plano..... Vret (l/dia) = 154

Fim de Plano..... Vret (l/dia) = 179

Desarenador

Será utilizado o desarenador mecanizado tipo CS devido a vazão do sistema e suas características serão apresentadas a seguir:





Especificações técnicas					
Vazão (m³/h)	Área Superfície (m²)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)
495	5,9	2460	960	815	455
630	9,3	3050	985	855	480
945	13,4	3650	1020	885	510
1260	18,2	4275	1055	915	535
1420	20,9	4570	1075	930	535
1575	23,8	4880	1085	940	560
2050	30,1	5495	1120	965	585
2525	37,2	6100	1145	990	610
3945	58,1	7620	1215	1050	685
5680	83,6	9155	1270	1100	735

Diferenciais

- Mecanismo de lavagem e transporte de areia do tipo parafuso, construído em aço devidamente protegido contra corrosão.
- O sistema de acionamento é protegido por um sistema de segurança tipo inversor de frequência (instalado no painel de força e comando do raspador), caso ocorra sobrecarga no equipamento.

6.2.5. Reator anaeróbico de fluxo ascendente (RAFA) (UASB)

Para a fase primária do processo será adotado o Reator Anaeróbico de Manto de Lodo (UASB) que tem como característica básica a separação física e a recirculação dentro da própria unidade.

Dimensionamento dos Reatores

O esgoto afluente entra pela parte superior do reator e é distribuído uniformemente no fundo do mesmo, sobe com baixa velocidade, ficando os sólidos com grande concentração na parte inferior e uma mistura de lodo-líquido-gás nas camadas acima do leito.

No interior do RAFA acontecem os fenômenos da decantação, gaseificação - na zona denominada "manta de lodo" - e digestão do lodo, proporcionados pela ação das bactérias anaeróbias.

Os gases produzidos nas reações de transformação da matéria orgânica pelas bactérias metanogênicas, notadamente o metano (CH_4), são separados do meio líquido pelo separador trifásico, que os direciona para a parte central superior, de onde são coletados para o queimador com dispositivo corta-chamas ou simplesmente dispersos na atmosfera.

O defletor, localizado imediatamente abaixo do separador, evita com que os gases cheguem até o anel superior do reator, favorecendo com isto a decantação e, por conseguinte a separação do material sólido do esgoto do meio líquido.

O lodo decantado acumula-se no fundo do reator onde acontece a digestão e sua consequente estabilização. Depois de determinado tempo de residência e ter atingido certo volume, o lodo é descartado através de tubulação de fundo, para leitos de secagem para ser desidratado e posteriormente incorporado à matriz do solo.

Amostradores permitem a coleta de material do interior do reator para realização de análises laboratoriais de parâmetros que irão auxiliar na operação e monitoramento do sistema.

Comportas permitem o acesso para manutenção interna. A inspeção na parte superior é usada para a retirada de sobrenadante (escuma) que se forma na superfície.

A ventilação propicia a saída e entrada de ar, assegurando o funcionamento hidráulico.

As principais características desta unidade estão descritas abaixo:

- . Tempo de detenção para vazão máxima: 8,00 horas
- . Altura útil: 5,00 m
- . Formato: quadrado
- . Lado: 9,50 m
- . Número de unidades: 6
- . Eficiência da remoção de DBO: 70,0%
- . Eficiência da remoção de coliformes: 30,0%

O dimensionamento desta unidade é apresentado a seguir.

**ESTUDO DE CONCEPÇÃO DO SISTEMA DE ESGOTOS SANITÁRIO
DA CIDADE DE TRES PONTAS - MG
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS
REATOR - UASB**

CARACTERÍSTICAS DOS EFLUENTES

ANO	VAZÃO DOMÉSTICA (l/s)			VAZÃO INFIL. (l/s)	VAZÃO INDUST. (l/s)	VAZÃO TOTAL (l/s) (com infiltração)			POPULAÇÃO
	Mínima	Média	Máxima			Mínima	Média	Máxima	
Início 2024	35,44	70,87	127,57	17,72	0,00	53,15	88,59	145,29	51.027
1ª Etapa 2033	36,76	73,52	132,34	18,38	0,00	55,14	91,90	150,72	52.937
Final 2043	37,77	75,54	135,98	18,89	0,00	56,66	94,43	154,86	54.390

Coefficiente do dia de maior consumo (K1) 1,20

Coefficiente da hora de maior consumo (K2) 1,50

∴ Vazões

	Com Infiltração				Sem Infiltração			
* Q _{máx} =	154,86	l/s	557,50	m³/h	135,98	l/s	489,51	m³/h
Q _{méd} =	94,43	l/s	339,94	m³/h	75,54	l/s	271,95	m³/h

∴ Dados

Reatores a implantar em Início de Plano 6

Reatores a implantar em Final de Plano 0

Número final de reatores (N) 6

Número de reatores por módulo 2

População por Módulo em Início de Plano 8.505

População por Módulo em 1ª Etapa 8.823

População por Módulo em Final de Plano 9.065

Carga DBO per capita 54,0 gDBO/hab x dia

Concentração do DBO afluente (S_o)

$$S_o = \frac{\text{População (hab)} \times \text{Carga DBO per capita (g DBO/hab x dia)} \times 1000}{86400} \times Q_{\text{méd}}$$

em Início de Plano 360,00 mgDBO/l ==>>> 0,360 kgDBO/m³

em 1ª Etapa 360,00 mgDBO/l ==>>> 0,360 kgDBO/m³

em Final de Plano 360,00 mgDBO/l ==>>> 0,360 kgDBO/m³

Relação entre DQO/DBO (entre 1,7 a 2,4) 1,7

Concentração do DQO afluente (S_o)														
em Início de Plano	612,00	mgDQO/l ==>>>	0,612	kgDQO/m ³										
em 1ª Etapa	612,00	mgDQO/l ==>>>	0,612	kgDQO/m ³										
em Final de Plano	612,00	mgDQO/l ==>>>	0,612	kgDQO/m ³										
Coeficiente de produção de sólidos (Y) *	0,10	kg SST / kg DQO _{apl}												
Coeficiente de produção de sólidos, em termos de DQO (Y_{obs}) ...	0,21	kg DQO _{lodo} / kg DQO _{apl}												
Concentração esperada do lodo de descarte	4,0%													
Densidade do lodo	1.020	kg / m ³												
* - Os valores de Y reportados para o tratamento de esgotos domésticos são da ordem de 0,10 a 0,20 kg SST/kgDQO _{apl}														
DIMENSIONAMENTO DO REATOR														
- Cálculo da carga afluente média de DQO (Lo)														
$Lo = S_o \times Q_{méd}$														
Onde	$Q_{méd} = \text{Vazão média (m}^3/\text{dia)}$													
	$S_o = \text{Concentração de DQO afluente}$													
<table><tr><th colspan="3">Lo (kg DQO/dia)</th></tr><tr><td>2.024</td><td>2.033</td><td>2.043</td></tr><tr><td>4.684,28</td><td>4.859,62</td><td>4.993,00</td></tr></table>						Lo (kg DQO/dia)			2.024	2.033	2.043	4.684,28	4.859,62	4.993,00
Lo (kg DQO/dia)														
2.024	2.033	2.043												
4.684,28	4.859,62	4.993,00												
- Tempo de detenção hidráulica para $Q_{média}$ (TDH) 8,00 h														
Para esgotos domésticos com temperatura em torno de 20°C, é recomendável um tempo de detenção hidráulica da ordem de 8 a 10 horas para a vazão média, e não inferior a 4 horas para a vazão máxima.														
- Determinação do volume total do reator														
$V = Q_{méd} \times TDH \quad ==>>> \quad V = \quad 339,94 \quad m^3/h \quad x \quad 8,00 \quad h$														
$V = \quad 2.719,52 \quad m^3$														
- Volume de cada reator														
$V_u = \frac{V}{N} \quad ==>>> \quad V_u = \quad 2.719,52 \quad / \quad 6,00$														
$=>>> \quad V_u = \quad 453,25 \quad m^3$														
- Adoção da Altura do Reator (H) 5,00 m														
As alturas dos reatores para tratamento de esgotos domésticos devem estar compreendidas entre 4,0 e 5,0 m, assim distribuídas:														
.. altura do compartimento de decantação : 1,5 a 2,0 m														
.. altura do compartimento de digestão : 2,5 a 3,5 m														

- Área de cada reator

$$A = \frac{V_u}{H} \quad \Rightarrow A = 453,25 / 5,00$$

$$\Rightarrow A = 90,65 \text{ m}^2$$

Dimensões - Largura

.. Diâmetro: 9,50 m

Dimensões - comprimento

.. Diâmetro: 9,50 m

Área de cada reator 90,25 m²

- Verificação dos parâmetros adotados

.. Área Total Corrigida (A_t) 541,50 m²

.. Volume Total Corrigido (V_t) 2.707,50 m³

.. Tempo de detenção hidráulico corrigido (TDH_t)

Etapa	Início	1ª Etapa	Final
Vazão	2.024	2.033	2.043
* Q _{méd}	8,49	8,18	7,96
* Q _{máx}	5,18	4,99	4,86

* Vazões com infiltração

- Cargas Aplicadas

.. Carga Orgânica Volumétrica

$$COV = \frac{Q_{máx} \cdot h_{or} \cdot S_o}{V}$$

Onde: COV = carga orgânica volumétrica (kgDQO/m³ x dia)
 Q_{máx hor} = vazão (m³ / dia)
 S_o = concentração de substrato afluente (kgDQO/m³)
 V = volume total do reator (m³)

$$COV = \frac{13380 \times 0,612}{2.707,50}$$

$$COV = 3,02 \text{ kgDQO/m}^3 \text{ x dia}$$

.. Carga Hidráulica Volumétrica

$$CHV = \frac{Q_{máx hor}}{V}$$

Onde: CHV = carga hidráulica volumétrica (m³ / m³ x dia)
 Q_{máx hor} = vazão (m³ / dia)
 V = volume total do reator (m³)

$$CHV = \frac{13380}{2.707,50} \quad CHV = 4,94 \text{ m}^3 / \text{m}^3 \text{ x dia}$$

- Velocidades Superficiais

$$v = \frac{Q}{A}$$

Onde: v = velocidade ascensional (m / h)

Q = vazão (m³ / h)

A = área da seção transversal do reator (m²)

v (m/h)			
Vazão	2.024	2.033	2.043
Q _{méd}	0,59	0,61	0,63
Q _{máx}	0,97	1,00	1,03

Recomenda-se as seguintes velocidades superficiais quando os efluentes são esgotos domésticos:

Vazão Afluente	Velocidade Superficial (m/h)
Vazão Média	0,5 - 0,7
Vazão Máxima	0,9 - 1,1
Picos Temporários *	< 1,5

* Picos de vazão com duração entre 2 e 4 horas

∴ Tubulação de Entrada

Para a determinação do número de tubos de entrada de efluente para a alimentação do processo, deve-se observar a proporção de 01 (um) tubo para cada 04 (quatro) metros quadrados, no máximo, adotando-se preferencialmente a cada 03 (três) metros quadrados.

Este cuidado deve ser tomado a fim de se evitar o fluxo preferencial no leito de lodo, o que prejudicaria o processo pela inadequada mistura substrato - lodo.

.. Área de fundo da unidade (m ²)	90,25	
.. Número de tubos (1 tubo / 3 m ²)	30,08	
.. Número de tubos adotado	30	
.. Vazão média por tubo (l/s)	0,86	
.. Diâmetro da tubulação (DN)	75	
.. Velocidade na tubulação (m/s)	0,19	
.. Altura máxima do NA sobre o vértice do vertedor triangular (triângulo retângulo) (cm)	5,19	cm
- Câmara de Chegada no UASB		
.. Largura do vertedor adotado	15	cm
.. Diâmetro interno da câmara de distribuição	143	cm
.. Diâmetro externo (largura) da câmara de distribuição	140	cm

∴ Eficiência

- Na remoção de DQO

$$E_{DQO} = 100 \times \left(1 - 0,68 \times TDH^{0,35} \right) \quad (\text{CHERNICHARO 1997})$$

Onde:

E_{DQO} = eficiência em termos de remoção de DQO (%)

TDH = tempo de detenção hidráulica para vazão média (h)

0,68 = constante empírica

0,35 = constante empírica

E _{DQO} (%)		
2.024	2.033	2.043
67,83%	67,42%	67,11%

- Na remoção de DBO

$$E_{DBO} = 100 \times \left(1 - 0,70 \times TDH^{0,50} \right) \quad (\text{CHERNICHARO 1997})$$

Onde:

E_{DBO} = eficiência em termos de remoção de DBO (%)

TDH = tempo de detenção hidráulica para vazão média (h)

0,70 = constante empírica

0,50 = constante empírica

E _{DBO} (%)			
Tipo	2.024	2.033	2.043
Teórico	75,98%	75,53%	75,20%
Adotato	70,00%	70,00%	70,00%

- Concentração de DQO e de DBO no efluente final

$$S = S_o - \frac{E \times S_o}{100}$$

Onde:

S = Concentração de DQO ou de DBO efluente (mg/l)

S_o = Concentração de DQO ou de DBO afluente (mg/l)

E = eficiência de remoção de DQO ou de DBO

S (mg/l)			
Tipo	2.024	2.033	2.043
DQO	196,86	199,40	201,30
DBO	108,00	108,00	108,00

- Na remoção de Coliforme

.. Coeficiente de decaimento bacteriano - K_b

$$K_b = 2,60 \times \left(1,19^{t-20} \right)$$

Onde:

K_b = Coeficiente de decaimento bacteriano (dias⁻¹)

t = temperatura crítica admissível (°C) 20

$$\left(\frac{20}{20} - 20 \right)$$

$$K_b = 2,60 \times 1,19$$

$$K_b = 2,60 \text{ d}^{-1}$$

$$E = 1 - \left(\frac{1}{1 + K_b \times T} \right)$$

Onde:

E = Eficiência (%)

K_b = Coeficiente de decaimento bacteriano (dias⁻¹)

T = tempo de detenção (dias)

E (%)			
Tipo	2.024	2.033	2.043
Teórico	47,91%	46,99%	46,32%
Adotato	30,00%	30,00%	30,00%

∴ Produção de Biogás

A produção teórica de metano no sistema de tratamento pode ser estimada a partir das seguintes equações:

$$Q_{CH_4} = \frac{DQO_{CH_4}}{K(t)}$$

Onde: Q_{CH_4} = produção volumétrica de metano (m³ / dia)

DQO_{CH_4} = parcela de DQO convertida em gás metano (kg DQO / dia)

$K(t)$ = fator de correção para a temperatura operacional do reator (kgDQO / m³)

.. Determinação da parcela de DQO convertida em gás metano

$$DQO_{CH_4} = Q_{med} \times [(S_0 - S) - Y_{obs} \times S_0]$$

Onde:

DQO_{CH_4} = parcela de DQO convertida em gás metano (kg DQO / dia)

Q_{med} = vazão (m³ / dia)

S_0 = concentração de DQO afluente (kgDQO/m³)

S = concentração de DQO efluente (kgDQO/m³)

Y_{obs} = coef. de produção de sólidos no sistema, em termos de DQO (kgDQO_{lodo}/KgDQO_{apl})

$$DQO_{CH_4} = 8158,56 \times [(0,612 - 0,201) - (0,210 \times 0,612)]$$

$$DQO_{CH_4} = 2302 \text{ kgDQO/dia}$$

.. Fator de correção da temperatura operacional do reator

$$K(t) = \frac{P \times K}{R \times (273 + t)}$$

Onde:

K = COD correspondente a um mol de CH₄ 64 g DQO / mol

P = pressão atmosférica 1 atm

R = Constante dos gases 0,08206 atm.L/mol.°K

t = temperatura operacional do reator 20 °C

$$K(20) = \frac{1}{0,08206} \times \left(\frac{x}{273} + \frac{64}{20} \right)$$

$$K(20) = 2,662 \text{ kg DQO} / \text{m}^3$$

Aplicados estes valores na formula inicial temos:

$$Q_{CH_4} = \frac{2302}{2,662}$$

$$Q_{CH_4} = 864,763 \text{ m}^3/\text{dia}$$

- Produção de biogás

Uma vez determinada a produção de metano, pode-se estimar a produção total de biogás a partir do teor esperado de metano. Para o caso do tratamento de esgotos domésticos, os teores de metano no biogás são geralmente da ordem de 70 a 80%.

. Percentual de gás metano no biogás 70,0%

$$Q_{\text{biogás}} = 1235,38 \text{ m}^3/\text{dia}$$

- Tubulação

Será adotada uma velocidade média de escoamento abaixo de 3,6 m/s a fim de impedir o arraste dos líquidos condensados, evitando, assim, possíveis danos nos medidores e sobretudo reduzindo as perdas de carga.

- Seção da tubulação condutora

$$A = \frac{\text{Produção de biogás (m}^3 / \text{dia)} \times 10^6}{3,60 \text{ (m/s)} \times 86.400}$$

Nº de Reatores	Área Necessária (mm ²)	Diâmetro (mm)		
		Necessário	Adotado	
1	661,96	29,03	32 /	1 1/4 "
2	1.323,92	41,06	32 /	1 1/4 "
3	1.985,89	50,28	40 /	1 1/2 "
4	2.647,85	58,06	65 /	2 1/2 "
5	3.309,81	64,92	65 /	2 1/2 "
6	3.971,77	71,11	80 /	3 "

∴ Compartimento de decantação

No projeto, deverão ser levadas em conta as seguintes diretrizes básicas:

- instalação de defletores, localizados imediatamente abaixo das aberturas para o decantador, de forma a permitir a separação do biogás e propiciar que apenas o líquido e os sólidos adentrem ao compartimento de sedimentação. Estes defletores devem ter um trespasse mínimo de 10 a 15 cm em relação a abertura para o decantador;
- execução das paredes do compartimento de decantação com inclinações sempre superiores a 45°. Idealmente, devem ser adotadas inclinações iguais ou superiores a 50°;

- adoção da profundidade do compartimento de decantação na faixa de 1,5 a 2,0 m;
- taxas de aplicação superficial e tempo de detenção hidráulica no compartimento de decantação de acordo com o quadro abaixo.

Vazão Afluente	Taxa de aplicação superficial (m/h)	Tempo de detenção hidráulica (h)
Vazão Média	0,6 - 0,8	1,5 - 2,0
Vazão Máxima	< 1,2	> 1,0
Picos Temporários *	< 1,6	> 0,6

* Picos de vazão com duração entre 2 e 4 horas

. Volume do compartimento de decantação

.. Da área triangular

Inclinação das placas (graus)	45
Altura do triângulo (m)	3,00
Largura do triângulo (m)	3,00
Área da seção triangular (m ²)	4,50
Comprimento médio (m)	20,42
Volume da parte triangular (m ³)	91,89

.. Da parte superior

Altura da parte superior (m)	0,20
Área (m ²)	0,60
Volume da parte superior (m ³)	12,25

.. Da calha de recolhimento

Largura da Calha (inclusive parede) (m)	0,55
Altura da Calha (inclusive laje) (m)	0,50
Comprimento médio da calha (m)	28,12
Volume da calha (m ³)	30,93

.. Volume por reator (m³) 73,21

.. Volume Total (m³) 439,26

..Tempo de detenção:

	T (h)		
Vazão	2.024	2.033	2.043
Q _{méd}	1,38	1,33	1,29
Q _{máx}	0,84	0,81	0,79

. Comprimento do decantador de cada UASB (C _d)	20,42	m																
. Comprimento total de decantadores (C _t)	122,52	m																
. Largura útil de cada decantador (L _d)	3,00	m																
. Área total de decantadores																		
$A_d = C_t \times L_d$																		
A _d = 367,57 m ²																		
. Taxa de aplicação superficial nos decantadores (v _d)																		
$v_d = \frac{Q}{A}$																		
<table><tr><th colspan="4">v_d (m/h)</th></tr><tr><th>Vazão</th><th>2.024</th><th>2.033</th><th>2.043</th></tr><tr><td>Q_{méd}</td><td>0,87</td><td>0,90</td><td>0,92</td></tr><tr><td>Q_{máx}</td><td>1,42</td><td>1,48</td><td>1,52</td></tr></table>			v _d (m/h)				Vazão	2.024	2.033	2.043	Q _{méd}	0,87	0,90	0,92	Q _{máx}	1,42	1,48	1,52
v _d (m/h)																		
Vazão	2.024	2.033	2.043															
Q _{méd}	0,87	0,90	0,92															
Q _{máx}	1,42	1,48	1,52															
- Abertura para admissão do esgoto no decantador																		
. Comprimento da abertura de cada reator (C _a)	28,18	m																
. Comprimento equivalente de aberturas simples (C _t).....	169,08	m																
. Largura de cada abertura (L _a)	0,75	m																
. Projeção horizontal da abertura	0,53	m																
. Área total das aberturas																		
$A_t = C_t \times L_a$																		
A _t = 126,81 m ²																		
. Velocidade através das aberturas (v _a)																		
$v_a = \frac{Q}{A}$																		
<table><tr><th colspan="4">v_a (m/h)</th></tr><tr><th>Vazão</th><th>2.024</th><th>2.033</th><th>2.043</th></tr><tr><td>Q_{méd}</td><td>2,51</td><td>2,61</td><td>2,68</td></tr><tr><td>Q_{máx}</td><td>4,12</td><td>4,28</td><td>4,40</td></tr></table>			v _a (m/h)				Vazão	2.024	2.033	2.043	Q _{méd}	2,51	2,61	2,68	Q _{máx}	4,12	4,28	4,40
v _a (m/h)																		
Vazão	2.024	2.033	2.043															
Q _{méd}	2,51	2,61	2,68															
Q _{máx}	4,12	4,28	4,40															
Recomenda-se as seguintes velocidades nas aberturas para o decantador :																		
<table><tr><th>Vazão Afluente</th><th>Velocidade (m/h)</th></tr><tr><td>Vazão Média</td><td>< 2,0 - 2,3</td></tr><tr><td>Vazão Máxima</td><td>< 4,0 - 4,2</td></tr><tr><td>Picos Temporários *</td><td>< 5,6 - 6,0</td></tr></table>			Vazão Afluente	Velocidade (m/h)	Vazão Média	< 2,0 - 2,3	Vazão Máxima	< 4,0 - 4,2	Picos Temporários *	< 5,6 - 6,0								
Vazão Afluente	Velocidade (m/h)																	
Vazão Média	< 2,0 - 2,3																	
Vazão Máxima	< 4,0 - 4,2																	
Picos Temporários *	< 5,6 - 6,0																	
* Picos de vazão com duração entre 2 e 4 horas																		
. Vertedor de Saída																		
.. Perímetro do Vertedor	26,39	m																
.. Tipo do Vertedor	em V																	

.. Características do Vertedor		
... Largura do Rasgo	0,10	m
... Largura do Dente	0,05	m
.. Número de Entalhes	176	un
.. Vazão por Entalhe	0,09	l/ s
.. Carga Hidráulica sobre o Vertedor		
$Q=1,40 \times H^{5/2}$		
Onde		
... Q = vazão	0,00009	m ³ / s
... H = carga sobre o vertedor	0,027	m
∴ Produção de Lodo		
$P_{lodo} = Y \times L_o$		
Onde:		
P_{lodo} = produção de sólidos no sistema (kgSSt / dia)		
Y = coeficiente de sólidos no sistema (kgSST / kgDQO _{apl})		
L_o = carga de DQO afluente ao sistema (kgDQO / dia)		
P_{lodo} =	0,10	x 4993
P_{lodo} =	499,30	kgSST / dia
- Produção Volumétrica		
$V_{lodo} = \frac{P_{lodo}}{\gamma \times C}$		
Onde:		
V_{lodo} = produção volumétrica de lodo (m ³ / dia)		
P_{lodo} = produção de sólidos no sistema (kgSSt / dia)		
γ = densidade do lodo (usualmente da ordem de 1020 a 1040 kg/m ³)		
C = concentração do lodo (%)		
V_{lodo} =	499,30 1020,00 x 0,04	
V_{lodo} =	12,24	m ³ / dia

6.2.6. Lagoa Facultativa / Polimento

Na Lagoa Facultativa embora parte do oxigênio necessário para manter as camadas superiores aeróbias seja fornecido pelo ambiente externo, a maior parte vem da fotossíntese das algas, que crescem naturalmente em águas com grandes quantidades de nutrientes e energia da luz solar. As bactérias que vivem nas lagoas utilizam o oxigênio produzido pelas algas para oxidar a matéria orgânica. Um dos produtos finais desse processo é o gás carbônico, que é utilizado pelas algas na sua fotossíntese.

Este sistema oferece as seguintes vantagens em relação aos demais sistemas:

- Satisfatória eficiência na remoção de DBO;
- Requisitos energéticos praticamente nulos;
- Construção, operação e manutenção simples;
- Reduzido custo de implantação e operação;
- Remoção de lodo necessária após períodos superiores a 20 anos;
- Satisfatória resistência a variações de carga;
- Ausência de equipamentos mecânicos.

Os custos das lagoas são bastante competitivos, desde que os custos do terreno ou necessidade de movimento de terra não sejam excessivos. A construção é simples, envolvendo principalmente movimento de terra, e os custos operacionais são desprezíveis, em comparação a outros métodos de tratamento. A eficiência do sistema é usualmente satisfatória, podendo chegar a níveis comparáveis à da maior parte de tratamentos secundários.

As Lagoas Facultativas projetadas terão as seguintes características:

- **Lagoa Facultativa**

- Número de lagoas em paralelo 2 und.
- Área de lâmina líquida por lagoa 2,050 ha
- Dimensões de cada lagoa 205 x 100 m
- Profundidade útil 2,50 m

A seguir o dimensionamento desta unidade:

ESTUDO DE CONCEPÇÃO DO SISTEMA DE ESGOTOS SANITÁRIO								
DA CIDADE DE TRES PONTAS - MG								
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS								
LAGOA DE FACULTATIVA								
ANO	VAZÃO DOMÉSTICA (l/s)			INFIL- TRAÇÃO (l/s)	VAZÃO TOTAL (l/s) (com infiltração)			POPULAÇÃO (hab)
	Mínima	Média	Máxima		Mínima	Média	Máxima	
2.024	35,44	70,87	127,57	17,72	53,15	70,87	145,29	51.027
2.033	36,76	73,52	132,34	18,38	55,14	73,52	150,72	52.937
2.043	37,77	75,54	135,98	18,89	56,66	75,54	154,86	54.390

Coeficiente do dia de maior consumo (K1)	1,20
Coeficiente da hora de maior consumo (K2)	1,50
DBO5 (g / hab x dia)	54,00
Coeficiente de redução de DBO no tratamento primário	
Em 1ª. etapa	70,0%
Em Final de Plano	70,0%
Coeficiente de redução de Coliformes no tratamento primário	
Em 1ª. etapa	30,0%
Em Final de Plano	30,0%

Sistema de Tratamento composto de UASB seguida de lagoa facultativa

LAGOA FACULTATIVA

Nº. de módulos	
Em 1ª. etapa	2
Em Final de Plano	0
Número total de módulos	2
Nº. de lagoas em série	
Em 1ª. etapa	1
Em Final de Plano	0
Número total de lagoas em série	1
Temperatura critica admissível	20 (°C)
Profundidade da lamina d'água	2,50 (m)
Inclinação de talude interno 1 / 2	26,5 (grau)
Inclinação de talude externo 1 / 1,5	33,7 (grau)
Área da lamina d'água total	
Em 1ª. etapa	4,100 (ha)
Em Final de Plano	4,100 (ha)
Área da lamina d'água por lagoa	2,050 (ha)
DBO Afluente	
Carga org.inicial x (1-Coef.de red.trat.primario)	
Em 1ª. etapa	857,58 (Kg/dia)
Em Final de Plano	881,12 (Kg/dia)

Taxa Orgânica Afluente

·	$\frac{\text{DBO5 Afluente (Kg / dia)}}{\text{Área Lâmina d'água (ha)}}$		
	Em 1ª. etapa	209,17	(Kg / dia x ha)
	Em Final de Plano	214,91	(Kg / dia x ha)

Volume útil

·	Área a meia seção (m ²) x Prof. Lamina d'água (m)		
	Área a meia seção em 1ª. etapa	3,89	ha
	Área a meia seção em Final de Plano	3,89	ha
	Em 1ª. etapa	97172	(m ³)
	Em Final de Plano	97172	(m ³)

Tempo de detenção

·	$\frac{\text{Vol. útil (m}^3\text{)}}{\text{Q}_{\text{média}} \text{ (m}^3\text{ / dia)}}$		
	Em 1ª. etapa	15,30	(dia)
	Em Final de Plano	14,89	(dia)

DBO no Afluente da Lagoa

·	$\frac{\text{DBO5(Kg/dia)} \times 1.000.000}{\text{Q}_{\text{média}} \text{ (m}^3\text{/dia)}}$		
	Em 1ª. etapa	135,00	(mg/l)
	Em Final de Plano	135,00	(mg/l)

Eficiência da Lagoa para remoção de DBO:

·	$\frac{(0,725 \times \text{Tx. Org. (Kg / dia x ha)}) + 10,75}{\text{Tx. Org. (Kg / dia x ha)}}$		
	Em 1ª. etapa	77,64%	(%)
	Em Final de Plano	77,50%	(%)

DBO no Efluente

·	DBO Afl. (mg/l) - (DBO Afl (mg/l) x Ef. remoção DBO)		
	Em 1ª. etapa	30,19	(mg / l)
	Em Final de Plano	30,37	(mg / l)

Eficiência da Lagoa para remoção de coliforme:

$$K_b = 2,60 \times (1,19^{t-20})$$

Onde:

K_b = Coeficiente de decaimento bacteriano (dias⁻¹)

t = temperatura crítica admissível (°C)

Coeficiente de decaimento bacteriano - K_b 2,60 (Kb)

$$E = 1 - \frac{1}{(1 + K_b \times t/n)^n}$$

Remoção em 1ª. etapa na Lagoa Facultativa	97,55%	(%)
Remoção em Final de Plano na Lagoa Facultativa	97,48%	(%)

Eficiência do Sistema p/remoção de DBO

·	$1 - ((1 - \text{Coef. red. trat. primario}) \times (1 - \text{Ef. lag. remoção DBO}))$		
	em 1ª. etapa (Lagoa Facultativa + Trat. Primario)	93,29%	(%)
	em Final de Plano (Lagoa Facultativa + Trat. Primario)	93,25%	(%)

Eficiência do Sistema p/remoção de coliforme:

$$1 - ((1 - \text{Remoção Facult.}) \times (1 - \text{Remoção RAFA}))$$

Remoção total em 1ª etapa	98,28%	
Remoção total em Final de Plano	98,24%	
Taxa "per-capita" de Coliformes		
Total (coli / hab x dia)	2,0E+11	
Fecal (coli / hab x dia)	4,0E+10	
Carga de coliforme		
. Pop. (hab) x Colif. (coli / hab x dia)		
1ª etapa	1,1E+16 coli total / dia = 2,12E+15 coli fecal / dia	
Final de Plano	1,1E+16 coli total / dia = 2,18E+15 coli fecal / dia	
Concentração de coliforme total no afluente		
. $\frac{\text{Carga colif. total (coli total / dia)}}{Q_{\text{média}} \text{ (l/dia)}}$		
1ª etapa	1,67E+09 coli total / l = 1,67E+08 coli total / 100ml (NMP)	
Final de Plano	1,67E+09 coli total / l = 1,67E+08 coli total / 100ml (NMP)	
Concentração de coliforme fecal no afluente		
. $\frac{\text{Carga colif. fecal (coli fecal/dia)}}{Q_{\text{média}} \text{ (l/dia)}}$		
1ª etapa	3,33E+08 coli fecal / l = 3,33E+07 coli fecal / 100ml (NMP)	
Final de Plano	3,33E+08 coli fecal / l = 3,33E+07 coli fecal / 100ml (NMP)	
Concentração de coliforme total no efluente		
. Conc. colif. total afl. x (1-Remocao total colif.)		
1ª etapa	2,86E+07 coli total / l = 2,86E+06 coli total / 100ml (NMP)	
Final de Plano	2,94E+07 coli total / l = 2,94E+06 coli total / 100ml (NMP)	
Concentração de coliforme fecal no efluente		
. Conc. colif. fecal afl. x (1-Remocao fecal colif.)		
1ª etapa	5,72E+06 coli fecal / l = 5,72E+05 coli fecal / 100ml (NMP)	
Final de Plano	5,88E+06 coli fecal / l = 5,88E+05 coli fecal / 100ml (NMP)	
Parâmetros do Corpo Receptor		
.. Vazão		
Mínima do corpo receptor	0,20 (m³/s)	
Média do corpo receptor	1,76 (m³/s)	
.. Concentração de Coliforme no Corpo Receptor (antes da mistura)		
Coliformes Totais	100,00 (NMP)	
Coliformes Fecais	100,00 (NMP)	
Concentração de coliforme total na mistura		
$\frac{Q_{\text{rio}} \text{ (l/s)} \times \text{Conc. colif. rio (em 100ml)} + Q_{\text{med. esg.}} \times \text{conc. colif. total afl.}}{Q_{\text{rio}} \text{ (l/s)} + Q_{\text{med. esgoto}}}$		
Vazão do Rio	Média	Mínima
1ª etapa (NMP)	115153	783558 (NMP)
Final de Plano (NMP)	121340	820436 (NMP)
Concentração de coliforme fecal na mistura		
$\frac{Q_{\text{rio}} \text{ (l/s)} \times \text{Conc. colif. rio (em 100ml)} + Q_{\text{med. esg.}} \times \text{conc. colif. fecal afl.}}{Q_{\text{rio}} \text{ (l/s)} + Q_{\text{med. esgoto}}}$		
Vazão do Rio	Média	Mínima
1ª etapa (NMP)	23107	156770 (NMP)
Final de Plano (NMP)	24345	164145 (NMP)

6.2.7. Leitos De Secagem

Os leitos de secagem, dimensionados em seguida, serão assentados no platô de cota 845,25, que permitirá receber por gravidade a descarga de lodo do RAFA e ao mesmo tempo, escoar o líquido percolado para a EE Final. Desta forma, não se levará ao corpo receptor o percolado da secagem do lodo.

Para atender à etapa final, foram dimensionadas em final de plano, 08 câmaras de 86,00 m² cada, que serão construídas em alvenaria. O efluente será dividido entre as câmaras de secagem através da operação das comportas instaladas na entrada de cada módulo.

- . Nº de unidades: 08 un
- . Dimensões: (8,60 x 10,00) m
- . Área de cada célula: 86,00 m²

O dimensionamento desta unidade é apresentado a seguir.

ESTUDO DE CONCEPÇÃO DO SISTEMA DE ESGOTOS SANITÁRIO DA CIDADE DE TRES PONTAS - MG ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS LEITO DE SECAGEM			
LEITOS DE SECAGEM			
.. Período de descarte	20	dias	
.. Lodo produzido diário (P _{lodo})	496,77	kgSST / dia	
.. Produtividade do leito de secagem	15,00	kgSST / m ² dia	
.. Área mínima dos leitos de secagem	662,36	m ²	
.. Fator de segurança para definição da área final.....	0%		
.. Área final dos leitos de secagem	662,36	m ²	
.. Célula de secagem			
. Número de célula			
. Em Início de Plano	8,00		
. Em Final de Plano	8,00		
. Área necessária de cada célula.....	82,80	m ²	
. Dimensões adotadas	8,60	x	10,00 m
. Área final	688,00	m ²	

6.2.8. Valas De Disposição Do Subproduto Do Tratamento

Para a disposição final do lodo desidratado, areia e material gradeado previram-se uma área destinada para implantação de valas de aterro.

Tanto a areia como o material gradeado, serão dispostos no terreno, em valas escavadas, protegidos internamente com lençol plástico. As valas serão preenchidas com processo tipo “sanduiche” com uma camada de material gradeado e areia tendo uma altura de 30 cm, recoberta com 30 cm de terra. Neste processo, uma vez atingido o nível do terreno, a superfície da célula será gramada, encerrando-se o aterro.

A estimativa do volume de resíduos sólidos gerados na ETE e na elevatória de esgoto bruto foi feita com base em dados operacionais obtidos em unidades similares, quais sejam:

- . Material retirado das grades: 15 litros/m³ de esgoto bruto
- . Areia removida dos desarenadores: 30 litros/m³ de esgoto bruto
- . Lodo desidratado: 50% teor de sólidos

A área necessária na planta de tratamento para o aterro é de 0,73 hectares, sendo 0,22 hectares para disposição dos sólidos grosseiros e areia e mais 0,51 hectares para disposição do lodo. A execução da vala para aterro controlado deverá ser de acordo com a necessidade de operação, devendo ser implantado uma para início dos trabalhos.

O dimensionamento desta unidade é apresentado ao final deste capítulo.

**PROJETO BÁSICO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO
DA CIDADE DE TRES PONTAS - MG
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS
DISPOSIÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS**

LODO DIGERIDO

- Produção de Lodo

- No UASB

.. Carga DBO per capita	54,0	gDBO/hab x dia
.. Relação entre DQO/DBO	1,7	
.. Coeficiente de produção de sólidos (Y)	0,10	kg SST / kg DQO _{apl}
.. Densidade do lodo	1.020	kg / m ³
.. Concentração do lodo	4,0%	

ANO	POP.	Per Capita	Q _{média} (l/s)			S _o mgDBO/l	P _{Lodo} kgSST/dia	V _{lodo}	
			Dom.	Infil	Total			m³/dia	m³/ano
2024	51.027	150,00	70,87	4,92	75,79	420,80	468,43	11,48	4.190,59
2025	51.275	150,00	71,22	4,95	76,16	420,77	470,70	11,54	4.210,96
2026	51.513	150,00	71,55	4,98	76,52	420,74	472,89	11,59	4.230,51
2027	51.741	150,00	71,86	5,01	76,87	420,70	474,98	11,64	4.249,23
2028	51.961	150,00	72,17	5,03	77,20	420,65	477,00	11,69	4.267,30
2029	52.172	150,00	72,46	5,06	77,53	420,61	478,94	11,74	4.284,63
2030	52.375	150,00	72,74	5,09	77,84	420,55	480,80	11,78	4.301,30
2031	52.570	150,00	73,01	5,12	78,14	420,49	482,59	11,83	4.317,31
2032	52.757	150,00	73,27	5,15	78,43	420,43	484,31	11,87	4.332,67
2033	52.937	150,00	73,52	5,18	78,71	420,36	485,96	11,91	4.347,45
2034	53.110	150,00	73,76	5,21	78,98	420,29	487,55	11,95	4.361,66
2035	53.276	150,00	73,99	5,24	79,24	420,22	489,07	11,99	4.375,29
2036	53.436	150,00	74,22	5,27	79,49	420,14	490,54	12,02	4.388,43
2037	53.589	150,00	74,43	5,31	79,73	420,06	491,95	12,06	4.401,00
2038	53.736	150,00	74,63	5,34	79,97	419,97	493,30	12,09	4.413,07
2039	53.878	150,00	74,83	5,37	80,20	419,88	494,60	12,12	4.424,73
2040	54.014	150,00	75,02	5,40	80,42	419,79	495,85	12,15	4.435,90
2041	54.144	150,00	75,20	5,43	80,63	419,69	497,04	12,18	4.446,58
2042	54.270	150,00	75,38	5,46	80,84	419,59	498,20	12,21	4.456,92
2043	54.390	150,00	75,54	5,49	81,04	419,49	499,30	12,24	4.466,78

- No sistema UASB + Decantador

ANO	P _{Lodo} kgSS/dia		
	UASB	DS	Total
2024	468,43	0,00	468,43
2025	470,70	0,00	470,70
2026	472,89	0,00	472,89
2027	474,98	0,00	474,98
2028	477,00	0,00	477,00
2029	478,94	0,00	478,94
2030	480,80	0,00	480,80

ANO	P _{Lodo} kgSS/dia		
	UASB	DS	Total
2034	487,55	0,00	487,55
2035	489,07	0,00	489,07
2036	490,54	0,00	490,54
2037	491,95	0,00	491,95
2038	493,30	0,00	493,30
2039	494,60	0,00	494,60
2040	495,85	0,00	495,85

2031	482,59	0,00	482,59
2032	484,31	0,00	484,31
2033	485,96	0,00	485,96

2041	497,04	0,00	497,04
2042	498,20	0,00	498,20
2043	499,30	0,00	499,30

SÓLIDOS GROSSEIROS E AREIAS

- Produção Anual Sólidos Grosseiros / Areias

- Areia retida / m³ esgoto 0,03 l/m³
 - Sólidos retidos / m³ esgoto 0,015 l/m³

ANO	POP.	Per Capita	Q _{média} (l/s)			Areia m³	Sólidos m³
			Dom.	Infil.	Total		
2024	51.027	150,00	70,87	4,92	75,79	71,70	35,85
2025	51.275	150,00	71,22	4,95	76,16	72,06	36,03
2026	51.513	150,00	71,55	4,98	76,52	72,40	36,20
2027	51.741	150,00	71,86	5,01	76,87	72,72	36,36
2028	51.961	150,00	72,17	5,03	77,20	73,04	36,52
2029	52.172	150,00	72,46	5,06	77,53	73,34	36,67
2030	52.375	150,00	72,74	5,09	77,84	73,64	36,82
2031	52.570	150,00	73,01	5,12	78,14	73,92	36,96
2032	52.757	150,00	73,27	5,15	78,43	74,20	37,10
2033	52.937	150,00	73,52	5,18	78,71	74,46	37,23
2034	53.110	150,00	73,76	5,21	78,98	74,72	37,36
2035	53.276	150,00	73,99	5,24	79,24	74,97	37,48
2036	53.436	150,00	74,22	5,27	79,49	75,21	37,60
2037	53.589	150,00	74,43	5,31	79,73	75,44	37,72
2038	53.736	150,00	74,63	5,34	79,97	75,66	37,83
2039	53.878	150,00	74,83	5,37	80,20	75,87	37,94
2040	54.014	150,00	75,02	5,40	80,42	76,08	38,04
2041	54.144	150,00	75,20	5,43	80,63	76,28	38,14
2042	54.270	150,00	75,38	5,46	80,84	76,48	38,24
2043	54.390	150,00	75,54	5,49	81,04	76,67	38,33

DISPOSIÇÃO FINAL

- Lodo após saída do Leito

.. Densidade do lodo a ser encaminhado p/ aterro 1.050 kg / m³
 .. Umidade no lodo descartado da centrífuga 50%
 - Quantidade de sólido contido no lodo desidratado 50%

ANO	Lodo kgSS/dia	V _{lodo(umido)}	
		m³/dia	m³/ano
2024	468,43	0,89	325,67
2025	470,70	0,90	327,25
2026	472,89	0,90	328,77
2027	474,98	0,90	330,23
2028	477,00	0,91	331,63
2029	478,94	0,91	332,98
2030	480,80	0,92	334,27
2031	482,59	0,92	335,52
2032	484,31	0,92	336,71
2033	485,96	0,93	337,86
2034	487,55	0,93	338,96
2035	489,07	0,93	340,02
2036	490,54	0,93	341,04
2037	491,95	0,94	342,02
2038	493,30	0,94	342,96

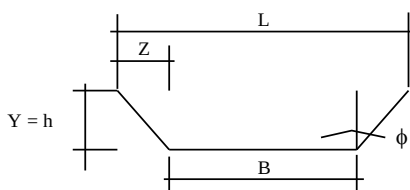
2039	494,60	0,94	343,86
2040	495,85	0,94	344,73
2041	497,04	0,95	345,56
2042	498,20	0,95	346,37
2043	499,30	0,95	347,13

VALAS DE DISPOSIÇÃO

- Período de operação do aterro..... 20 anos

- Sólidos Grosseiros / Areia

.. Dimensões da vala



Parâmetros:

Y (m) :	2,00
Z (m) :	0,00
B (m) :	10,00
ϕ :	0 °
L (m) :	10,00

.. Espaçamento entre valas 5,00 m

.. Volume por metro linear de vala

... Altura da camada de sólidos 0,45 m

... Altura da camada de aterro 0,15 m

... Número de camadas por vala 3,33 camadas

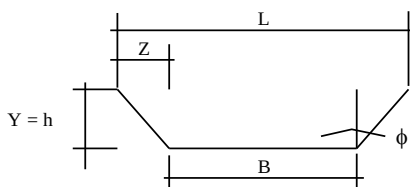
... Volume efetivo de sólidos por metro linear de vala 15,00 m³/m

.. Área efetiva de aterro 0,149 ha

.. Área total de aterro necessária 0,223 ha

- Lodo

.. Dimensões da vala



Parâmetros:

Y (m) :	2,00
Z (m) :	0,00
B (m) :	10,00
ϕ :	0 °
L (m) :	10,00

.. Espaçamento entre valas 5,00 m

.. Volume por metro linear de vala

... Volume efetivo de sólidos por metro linear de vala 20,00 m³/m

.. Área efetiva de aterro 0,34 ha

.. Área total de aterro necessária 0,51 ha

- Área total necessária para implantação disposição dos sólidos 0,73 ha

6.2.9. Desinfecção por UV

A desinfecção com radiação ultravioleta é um mecanismo físico, no qual a energia ultravioleta é absorvida pelos diferentes componentes orgânico-moleculares essenciais ao funcionamento normal das células (HUFF et al, 1965). A ação germicida da radiação