

**PROJETO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS DO CONJUNTO
HABITACIONAL DO PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA
CANAÃ DOS CARAJÁS**

Canaã dos Carajás/PA

Sumário

1. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ETE.....	3
2. PRÉ TRATAMENTO.....	3
2.1.1. GRADEAMENTO	3
3. ELEVATÓRIA DE ESGOTO	3
4. SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO.....	4
5. TRATAMENTO BIOLÓGICO	4
5.1. REATOR UASB	4
5.2. FILTRO ANAERÓBIO.....	5
6. DESINFECÇÃO.....	5
7. RECOLHIMENTO DO LODO GERADO	5
8. MEMORIAL DE CÁLCULO	5
8.1. PARÂMETROS GERAIS DE PROJETO	5
8.2. GRADEAMENTO.....	6
8.3. DIMENSIONAMENTO DO REATOR UASB	6
8.4. DIMENSIONAMENTO DO FILTRO ANAERÓBIO.....	10
8.5. ELEVATÓRIA.....	12
8.6. CAIXA CLORADORA	23
9. CONSIDERAÇÕES FINAIS	23
10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	24

1. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ETE

O objetivo principal da Estação de Tratamento de Esgoto é transformar a matéria orgânica poluidora em subprodutos, de forma que, o efluente lançado no corpo receptor atenda aos padrões da Legislação vigente, contribuindo para a redução da poluição ambiental e melhor bem estar da população atendida.

O conjunto habitacional contempla 933 residências e localiza-se no município de Canaã dos Carajás, sudeste do estado do Pará.

O tratamento é constituído por pré tratamento, elevatória, seguido de tratamento biológico e desinfecção. O fluxograma operacional proposto tem a seguinte composição:

- Gradeamento;
- Elevatória de esgoto;
- Sistema de Distribuição;
- Reator Anaeróbio;
- Filtro Anaeróbio;
- Desinfecção.

No projeto em questão serão duas ETEs, uma para atender 738 residências e a outra 195 residências, considerando 4 habitantes por residência e per capita de esgoto de 120 litros/habitante.dia.

Ademais, alguns dados para dimensionamento foram adotados conforme padrões existentes, seguindo também a NBR 12.209/2011 com recomendações para projetos de estações de Tratamento de Esgoto (ETE).

2. PRÉ TRATAMENTO

O pré tratamento, ou preliminar, é composto por um gradeamento de barras paralelas para remoção de sólidos grosseiros.

2.1.1. Gradeamento

O esgoto doméstico normalmente traz consigo sólidos grosseiros (estopas, panos, plásticos, etc.) que, em casos normais, são facilmente separáveis. A sua retirada do esgoto é importante para o perfeito funcionamento da ETE, seja pela eficiência do tratamento biológico ou pelo bom desempenho dos equipamentos existentes.

O material retido nas grades deve ser removido com frequência, de modo a evitar represamento a montante e conseqüente aumento de nível, possibilitando o transbordo de esgoto bruto.

Para as ETEs em questão foram dimensionados um cilindro de 0,5 m de diâmetro em cada, com a utilização de grade fina de 17 barras de 1,00 cm de espessura e espaçamento entre as barras de 2,00 cm.

3. ELEVATÓRIA DE ESGOTO

As elevatórias de esgoto são mecanismos que recalcam o esgoto de cotas menores para cotas maiores, permitindo a continuidade de tratamento, e embora sejam utilizadas em quase todas as concepções de estações de tratamento, são necessárias basicamente quando não há mais a possibilidade de uso da gravidade como caminho natural do esgoto.

Foi dimensionado uma elevatória para ETE maior com poço de 1,1 m de diâmetro por 1,80 m de profundidade, funcionando com duas bombas de 1,5 kW de potência no sistema 1 + 1 (uma em operação e a outra reserva) e uma elevatória para ETE menor com poço de 1,1 m de diâmetro por 1,45 m de profundidade, funcionando com duas bombas de 0,55 kW de potência no sistema 1 + 1. Vale lembrar que há a necessidade da instalação de todas as tubulações e peças pertinentes ao barrilete.

4. SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO

O sistema de distribuição tem a função de distribuir uniformemente o esgoto antes de chegar nos reatores UASB.

Nas ETE maior foram dimensionados 3 distribuidores no formato cilíndrico, com 1,1 m de diâmetro por 1,15 m de altura.

5. TRATAMENTO BIOLÓGICO

Sabemos que no tratamento preliminar predominam os mecanismos de ordem física. Entretanto, no tratamento secundário há a predominância dos mecanismos biológicos na remoção da matéria orgânica, através de reações bioquímicas de responsabilidade dos microorganismos, na sua maioria bactérias.

5.1. Reator UASB

Atualmente, a tecnologia anaeróbia utilizada para o tratamento do esgoto encontra-se consolidada, sendo uma das principais opções em estudos de alternativas para construção de uma ETE.

Nos reatores anaeróbios, a matéria orgânica expressa em DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) é convertida à compostos mais simples e degradáveis pelas bactérias anaeróbias em condições de ausência de oxigênio. Como resultado final dessas reações biológicas, tem-se metano, gás carbônico, água e amônia, além de novas células bacterianas.

Para este trabalho o sistema de tratamento projetado é o reator anaeróbio de fluxo ascendente e manta de lodo, no entanto usa-se preferencialmente seu nome original, cuja sigla é: UASB (*Upflow Anaerobic Sludge Blanket*), através do qual o fluxo do esgoto ascendente, possui produção de biogás (principalmente metano), baixa produção de lodo e com vantagem deste já estar estabilizado.

Os reatores anaeróbios são dotados de dispositivos internos que possibilitam a separação do líquido, gases e lodo biológico. O líquido ao passar pelo separador atinge as calhas dos efluentes e encaminha-se para a próxima etapa do tratamento. O lodo, por ser mais denso, encaminha-se para o fundo do reator, e o biogás, é extraído pelo sistema de coleta instalado na superfície dos reatores.

Foram dimensionados 5 módulos de reatores UASB cilíndricos de 3 m de diâmetro por 3 m de altura para a ETE maior, e 1 módulo de reator UASB cilíndrico de 3 m de diâmetro por 3 m de altura para a ETE menor, com todas os parâmetros dentro da legislação vigente.

Ademais consta 1 coletor de biogás cilíndrico na ETE maior de 0,5 m de diâmetro por 0,5 m de altura, acoplados aos reatores.

Vale lembrar que este tratamento tem sua remoção estimada aproximadamente de 75% a 80%.

5.2. Filtro Anaeróbio

O filtro anaeróbio consiste de um tanque contendo material de enchimento, que forma um leito fixo, alimentado com esgoto ou efluente de outra unidade de tratamento. Na superfície do material de enchimento ocorre a fixação e o desenvolvimento de microrganismos, que também se agrupam, na forma de flocos ou grânulos, nos interstícios deste material. O fluxo através do meio filtrante, e do lodo ativo, é que confere eficiência aos filtros anaeróbios.

Nesse caso, ele é ideal como polimento do efluente do reator UASB, conferindo características de remoção do sistema entorno de 85 a 90%.

Para a sua limpeza é utilizado uma bomba de recalque introduzida pelo tubo guia, invertendo assim o fluxo habitual do esgoto e retirando o excesso do leito filtrante.

Foram projetados 5 módulos de filtros anaeróbios cilíndricos para a ETE maior de 3 m de diâmetro por 3 m de altura, e 1 módulo de filtro anaeróbio cilíndrico para a ETE menor, os quais acompanham os reatores.

6. DESINFECÇÃO

A etapa de desinfecção tem o objetivo de remover microorganismos patogênicos ainda presentes no esgoto pós tratamento.

Para a ETE maior foi dimensionado um tanque cilíndrico com 1,5 m de diâmetro e 3 m de profundidade e para a ETE menor um tanque cilíndrico de 1,1 m de diâmetro e 1,45 m de profundidade, ambos para o contato de 30 minutos.

7. RECOLHIMENTO DO LODO GERADO

Por questões de disponibilidade de área e da baixa produção de lodo de sistemas anaeróbios, se comparado com os aeróbios, não haverá o tratamento do lodo, sendo necessário o seu recolhimento periódico por parte de uma empresa responsável.

Fica estipulado a primeira limpeza dos reatores em torno de 1,5 anos, sendo seguidas por limpezas anuais dos mesmos e dos filtros anaeróbios.

8. MEMORIAL DE CÁLCULO

8.1. Parâmetros gerais de projeto

O memorial de cálculo do projeto considera os seguintes dados:

- Número de Residências ETE maior: 738;
- Número de Residências ETE menor: 195;
- Ocupação "per capta": 4 pessoas/residência;
- População ETE maior (P): 2952 habitantes;
- População ETE menor (P): 780 habitantes;
- Consumo per capta de água ($q_{\text{água}}$): 120 L/hab.d;
- Coeficiente (c): 0,80 (NBR 9649/1986);
- Coeficiente de dia de maior consumo (K1): 1,2 (NBR 9649/1986);
- Coeficiente de hora de maior consumo (K2): 1,5 (NBR 9649/1986);
- Coeficiente de hora de menor consumo (K3): 0,5 (NBR 9649/1986);

- Temperatura (T): 25°C;
- Demanda bioquímica de oxigênio do afluente (DBO af): 300 mg/L;
- Demanda química de oxigênio do afluente (So): 428,57 mg/L.

$$q_{\text{esgoto}} = q_{\text{água}} * C \quad (1)$$

$$Q_{\text{max}} = P \times \left(\frac{q_{\text{esgoto}}}{1000} \right) \times k_1 \times k_2 \quad (2)$$

$$Q_{\text{med}} = P \times \left(\frac{q_{\text{esgoto}}}{1000} \right) \quad (3)$$

$$Q_{\text{min}} = P \times \left(\frac{q_{\text{esgoto}}}{1000} \right) \times k_3 \quad (4)$$

q esgoto (per capita de esgoto)	96	L/hab.dia
ETE maior		
Q max (Vazão máxima)	5,90	L/s
Q med (Vazão média)	3,28	L/s
Q min (Vazão mínima)	1,64	L/s
ETE menor		
Q max (Vazão máxima)	1,56	L/s
Q med (Vazão média)	0,87	L/s
Q min (Vazão mínima)	0,44	L/s

Nota técnica: Por se tratar de uma rede pequena, não foi considerada a vazão de infiltração.

8.2. Gradeamento

- Diâmetro interno utilizado (Dgra): 0,48 m;
- Espessura das barras (t): 0,1 cm;
- Espaçamento entre as barras (a): 0,2 cm.

$$Ne = Nb + 1 \quad \therefore Dgra = (Ne \times a) + (Nb \times t) \quad (5)$$

Nb (número de barras)	16
Ne (número de espaçamento)	17

8.3. Dimensionamento do reator UASB

Para o dimensionamento do reator UASB, há parâmetros segundo a norma NBR 12.209, descritas no Quadro 1.

Quadro 1 - Critérios de projeto para o dimensionamento de reatores UASB.

Critério/ Parâmetro de projeto	
Tempo de detenção hidráulica (h)	6 a 10
Verificação da velocidade ascendente média (V_a med) (m/h)	$\leq 0,7$
Verificação da velocidade ascendente máxima (V_a max) (m/h)	$< 1,2$
Velocidade de passagem de decantação médio (V_p med) (m/h)	$< 2,0$
Velocidade de passagem de decantação máxima (V_p max) (m/h)	$< 4,0$
Taxa de aplicação superficial (TAS) (m/h)	$\leq 1,2$
Taxa de liberação de biogás (vg) ($m^3/m^2.h$)	$1 \leq vg \leq 5$

Fonte: NBR 12.209.

- Tempo de detenção hidráulica ETE maior (TDH): 8 horas;
- Tempo de detenção hidráulica ETE menor (TDH): 7 horas;
- Altura do reator (H): 3 m;
- Número de módulos adotado ETE maior (N): 5;
- Número de módulos adotado ETE menor (N): 1;

$$L_0 = \frac{S_0 \cdot Q_{med}}{1000} \quad (6)$$

$$V_{uasb} = Q_{med} \cdot TDH \quad (7)$$

$$V_{módulo} = \frac{V_{uasb}}{N} \quad (8)$$

$$A_{módulo} = \frac{V_{módulo}}{H} \quad (9)$$

$$Dr = \sqrt{\frac{A_{módulo} \cdot 4}{\pi}} \quad (10)$$

$$COV = \frac{L_0}{V_{módulo} \cdot N} \quad (11)$$

ETE maior		
Carga afluyente média (L_0)	121,5	KgDQO/d
Volume do reator (V_{uasb})	94,5	m^3
Volume de cada módulo do reator ($V_{módulo}$)	18,9	m
Diâmetro do módulo do reator (Dr)	3,0	m^2
Área do módulo do reator ($A_{módulo}$)	7,07	m^3
Carga orgânica volumétrica (COV)	1,15	KgDBO/ $m^3.d$
ETE menor		
Carga afluyente média (L_0)	32,1	KgDQO/d
Volume do reator (V_{uasb})	21,8	m^3
Volume de cada módulo do reator ($V_{módulo}$)	21,8	m

Diâmetro do módulo do reator (Dr)	3,0	m ²
Área do módulo do reator (A módulo)	7,07	m ³
Carga orgânica volumétrica (COV)	1,51	KgDBO/m ³ .d

Nota técnica: No caso do cálculo do diâmetro houve um arredondamento do resultado, que influencia nos subsequentes.

- Largura da passagem (Lp): 0,9 m;
- Diâmetro central do separador trifásico (Dg): 0,5 m.

$$Va_{med} = \frac{Q_{med}}{N.A_{módulo}} \quad (12)$$

$$Va_{max} = \frac{Q_{max}}{N.A_{módulo}} \quad (13)$$

$$Ap = \frac{\pi}{4} \cdot (Dr^2 - (Dr - Lp)^2) \quad (14)$$

$$Vp_{med} = \frac{Q_{med}}{N.Ap} \quad (15)$$

$$Vp_{max} = \frac{Q_{max}}{N.Ap} \quad (16)$$

$$Ad = \frac{\pi}{4} \cdot (Dr^2 - Dg^2) \quad (17)$$

$$TAS = \frac{Q_{max}}{N.Ad} \quad (18)$$

ETE maior		
Verificação da velocidade ascendente média (Va med)	0,33	m/h
Verificação da velocidade ascendente máxima (Va max)	0,60	m/h
Área total das passagens (Ap)	3,60	m ²
Velocidade de passagem de decantação médio (Vp med)	0,66	m/h
Velocidade de passagem de decantação máxima (Vp max)	1,18	m/h
Área Total para decantação (Ad)	6,87	m ²
Taxa de aplicação superficial (TAS)	0,62	m/h
ETE menor		
Verificação da velocidade ascendente média (Va med)	0,44	m/h
Verificação da velocidade ascendente máxima (Va max)	0,79	m/h
Área total das passagens (Ap)	3,60	m ²
Velocidade de passagem de decantação médio (Vp med)	0,87	m/h
Velocidade de passagem de decantação máxima (Vp max)	1,56	m/h
Área Total para decantação (Ad)	6,87	m ²
Taxa de aplicação superficial (TAS)	0,82	m/h

- Coeficiente de produção de sólidos, em termos de DQO (Y obs): 0,21 KgDQOIodo/KgDQOapl;

- Pressão atmosférica (P_{atm}): 1 atm;
- Demanda química de oxigênio correspondente a 1mol metano (K): 64 gDQO/mol;

- Constante dos gases (Rx): 0,08206 atm.L/mol°K;
- Número de separadores de fase por módulo (Nst): 1.

$$E_{DQO} = 100 \cdot [1 - (0,68 \cdot TDH^{-0,35})] \quad (19)$$

$$E_{DBO} = 100 \cdot [1 - (0,7 \cdot TDH^{-0,5})] \quad (20)$$

$$DQO_{ef} = S_0 - \frac{(E_{DQO} \cdot S_0)}{100} \quad (21)$$

$$DBO_{ef} = DBO_{af} - \frac{(E_{DBO} \cdot DBO_{af})}{100} \quad (22)$$

$$DQO_{CH_4} = Q_{med} \cdot [(S_0 - DQO_{ef}) - (Y_{obs} \cdot S_0)] \quad (23)$$

$$K(t) = \frac{P_{atm} \cdot K}{R_x \cdot (273 + T)} \quad (24)$$

$$Q_{CH_4} = \frac{DQO_{CH_4}}{K(t)} \quad (25)$$

$$Q_{biogás} = \frac{Q_{CH_4}}{0,75} \quad (26)$$

$$A_g = \frac{Nst \cdot \pi \cdot D_g^2}{4} \quad (27)$$

$$V_g = \frac{Q_{biogás}}{24 \times A_g} \quad (28)$$

ETE maior		
Remoção DQO (E _{DQO})	68,46	%
Remoção de DBO (E _{DBO})	76,64	%
Estimativa de DQO efluente (DQO ef)	135,17	mg/L
Estimativa de DBO efluente (DBO ef)	70,08	mg/L
Produção de metano (DQO _{CH4})	57,64	kgDQO _{CH4} /d
Fator de correção K(t)	2,62	KgDBO/m ³
Produção volumétrica de metano (Q _{CH4})	22,02	m ³ /d
Produção do Biogás (Q _{biogás})	29,37	m ³ /d
Área total dos coletores (A _g)	0,196	m ²
Taxa de liberação de biogás (V _g)	6,23	m ³ /m ² .h
ETE menor		
Remoção DQO (E _{DQO})	65,23	%
Remoção de DBO (E _{DBO})	73,15	%
Estimativa de DQO efluente (DQO ef)	149,01	mg/L
Estimativa de DBO efluente (DBO ef)	80,55	mg/L

Produção de metano (DQO _{CH4})	14,19	kgDQO _{CH4} /d
Fator de correção K(t)	2,62	KgDBO/m ³
Produção volumétrica de metano (Q _{CH4})	5,42	m ³ /d
Produção do Biogás (Q _{biogás})	7,23	m ³ /d
Área total dos coletores (Ag)	0,196	m ²
Taxa de liberação de biogás (Vg)	1,53	m ³ /m ² .h

Nota técnica: Na ETE maior a taxa de liberação de biogás (Vg) foi um pouco acima da estipulada por norma (5 m³/m².h). Todavia, a segurança adotada no cálculo e a utilização dos dados adotados de literatura para produção de biogás cálculo justificam a não alteração desta unidade.

- Coeficiente de produção (Y): 0,18 Kg SST/KgDQOapl;
- Concentração esperada para descarte de lodo (c): 5%;
- Densidade do lodo (g): 1020 KgSST/m³.

$$P_{lodo} = \frac{Y \times Q_{med} \times S_o}{1000} \quad (29)$$

$$V_{lodo} = \frac{P_{lodo}}{g \times c} \quad (30)$$

ETE maior		
Produção de Lodo (P _{lodo})	21,86	KgSST/d
Volume do lodo (V _{lodo})	0,54	m ³
ETE menor		
Produção de Lodo (P _{lodo})	5,78	KgSST/d
Volume do lodo (V _{lodo})	0,14	m ³

8.4. Dimensionamento do filtro anaeróbio

Para o dimensionamento do filtro de maior porte, como é o caso, não há parâmetros em norma, todavia há alguns critérios que foram utilizados, segundo o Quadro 2:

Quadro 2 - Taxas de aplicação recomendadas para o projeto de filtros anaeróbios aplicados ao pós tratamento de efluentes de reatores anaeróbios.

Critério/ Parâmetro de projeto	Faixa de valores, em função da vazão
	Para Q _{med}
Profundidade meio suporte (m)	0,8 a 3,0
Tempo de detenção hidráulica (h)	5 a 10

Taxa de Aplicação superficial (m ³ /m ² .d)	6 a 10
Carga orgânica (KgDBO/m ³ .d)	0,15 a 0,50
Carga orgânica no meio filtrante (KgDBO/m ³ .d)	0,25 a 0,75

Fonte: CHERNICHARO(1997).

- Tempo de detenção hidráulica filtro ETE maior (TDHf): 8 horas;
- Tempo de detenção hidráulica filtro ETE menor (TDHf): 7 horas;
- Altura meio filtrante (Hf1): 2 m;
- Altura fundo falso (Hf2): 0,6m;
- Altura lâmina até canaleta (Hf3): 0,4;
- Número de módulos do filtro ETE maior Nf: 5;
- Número de módulos do filtro ETE menor Nf: 1;
- DBO afluente filtro: DBO efluente do UASB;

$$V_{\text{filtro}} = Q_{\text{med}} \cdot TDHf \quad (31)$$

$$H_{\text{filtro}} = Hf1 + Hf2 + Hf3 \quad (32)$$

$$A_{\text{filtro}} = \frac{V_{\text{filtro}}}{H_{\text{filtro}}} \quad (33)$$

$$V_{\text{meio filtrante}} = A_{\text{filtro}} \cdot Hf1 \quad (34)$$

$$TAS f = \frac{Q_{\text{med}}}{A_{\text{filtro}}} \quad (35)$$

$$Cv = \frac{Q_{\text{med}} \cdot DBO \text{ af filtro}}{V_{\text{filtro}}} \quad (36)$$

$$Cv \text{ meio suporte} = \frac{Q_{\text{med}} \cdot DBO \text{ af filtro}}{V_{\text{meio filtrante}}} \quad (37)$$

ETE maior		
Volume filtro (V filtro)	94,46	m ³
Altura do filtro (H filtro)	3,00	m
Área do filtro (A filtro)	31,49	m ²
Volume meio filtrante (V meio filtrante)	62,98	m ³
Taxa de aplicação superficial filtro (TAS f)	9,00	m ³ /m ² .d
Carga orgânica (Cv)	0,21	kg DBO/m ³
Carga orgânica meio filtrante (Cv meio filtrante)	0,32	kg DBO/m ³
ETE menor		
Volume filtro (V filtro)	21,84	m ³
Altura do filtro (H filtro)	3,00	m
Área do filtro (A filtro)	7,28	m ²
Volume meio filtrante (V meio filtrante)	14,56	m ³
Taxa de aplicação superficial filtro (TAS f)	10,29	m ³ /m ² .d

Carga orgânica (Cv)	0,51	kg DBO/m ³
Carga orgânica meio filtrante (Cv meio filtrante)	0,77	kg DBO/m ³

Nota técnica: Observa-se que o valor de TAS f, Cv e Cv meio filtrante para a ETE menor não se enquadram aos critérios anteriormente apresentados, contudo a pequena diferença de valores e a segurança já adotada no cálculo justificam a não alteração desta unidade.

$$A \text{ mod}_{\text{filtro}} = \frac{A_{\text{filtro}}}{N_f} \quad (38)$$

$$D_f = \sqrt{\frac{A \text{ mod}_{\text{filtro}} \cdot 4}{\pi}} \quad (39)$$

$$E_{\text{filtro}} = 100 \cdot [1 - (0,87 \cdot TDH^{-0,5})] \quad (40)$$

$$DBO_{\text{ef filtro}} = DBO_{\text{af filtro}} - \frac{(E_{\text{filtro}} \cdot DBO_{\text{af filtro}})}{100} \quad (41)$$

ETE maior		
Área por módulo do filtro (A mod filtro)	6,30	m ²
Diâmetro do filtro (Df)	3,00	m ²
Eficiência do filtro (E filtro)	69,24	%
DBO efluente do filtro (DBO _{efl filtro})	21,56	mg/L
ETE menor		
Área por módulo do filtro (A mod filtro)	7,28	m ²
Diâmetro do filtro (Df)	3,00	m ²
Eficiência do filtro (E filtro)	67,12	%
DBO efluente do filtro (DBO _{efl filtro})	26,49	mg/L

8.5. Elevatória

Alguns parâmetros para o dimensionamento de elevatórias estão descritos na norma.

Quadro 3 – Critérios para o dimensionamento de elevatória de esgoto.

Critério/ Parâmetro de projeto	
Velocidade mínima (m/s)	0,6
Velocidade máxima (m/s)	3,0
Tempo de detenção da elevatória (min)	< 30

Fonte: NBR 12.209.

- Velocidade adotada na tubulação da EE (V ad EE): 2 m/s;
- Diâmetro tubos elevatória (D_{EE});

$$D_{EE} = \sqrt{\frac{4 \times Q_{max}}{3,14 \times V_{ad EE}}} \quad (42)$$

ETE maior					
Q máximo	5,9	l/s	D _{EE}	0,061	m
V _{ad EE}	2	m/s	Dn _{EE}	100	mm
ETE menor					
Q máximo	1,6	l/s	D _{EE}	0,032	m
V _{ad EE}	2	m/s	Dn _{EE}	50	mm

- Diâmetro do recalque ETE maior (D rec): 0,2 m;
- Diâmetro do recalque ETE menor (D rec): 0,15 m;
- Gravidade (g): 9,8 m/s;
- Viscosidade do líquido (visc): 8,04E-07 m²/s;
- Rugosidade tubo pvc (e): 0,005 mm;
- Comprimento barrilete ETE maior (L bar): 2,5 m;
- Comprimento barrilete ETE menor (L bar): 2,0 m;
- Comprimento recalque ETE maior (L rec): 7,0 m;
- Comprimento recalque ETE menor (L rec): 8,0 m;
- Área tubos da elevatória (S_{EE});
- Velocidade do líquido nos tubos da elevatória (V_{EE});
- Coeficiente de Reynolds (Re);
- Coeficiente de atrito (f);
- Perda de carga distribuída (Hd).

$$S_{EE} = \frac{3,14 \times D_{EE}^2}{4} \quad (43)$$

$$V_{EE} = \frac{D_{EE}}{S_{EE}} \quad (44)$$

$$Re = \frac{V_{EE} \times D_{EE}}{\frac{visc}{2g}} \quad (45)$$

$$f = \frac{0,25}{[\log_{10}(\frac{e}{3,7 D_{EE}} + \frac{5,74}{Re^{0,9}})]^2} \quad (46)$$

$$Hd = f \times \frac{L}{D_{EE}} \times \frac{V_{EE}^2}{2g} \quad (47)$$

Determinação da perda de carga distribuída no barrilete ETE maior											
Q	Dn _{EE} (mm)	S _{EE}	V _{EE}	V _{EE} ² /2g	visc. (m ² /s)	Re	e(mm)	e/D	f	L (m)	Hd
(L/s)	100	(m ²)	(m/s)	(m/s) ²	8,04E-07		0,005			2,5	(m)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	100	0,008	0,13	0,001	8,04E-07	1,58E+04	0,005	5,0E-05	0,028	2,5	0,0
2	100	0,008	0,25	0,003	8,04E-07	3,17E+04	0,005	5,0E-05	0,023	2,5	0,00
3	100	0,008	0,38	0,007	8,04E-07	4,75E+04	0,005	5,0E-05	0,021	2,5	0,00
4	100	0,008	0,51	0,013	8,04E-07	6,34E+04	0,005	5,0E-05	0,020	2,5	0,01
5	100	0,008	0,64	0,021	8,04E-07	7,92E+04	0,005	5,0E-05	0,019	2,5	0,01

6	100	0,008	0,76	0,030	8,04E-07	9,51E+04	0,005	5,0E-05	0,018	2,5	0,01
7	100	0,008	0,89	0,041	8,04E-07	1,11E+05	0,005	5,0E-05	0,018	2,5	0,02

Determinação da perda de carga distribuída no barrilete ETE menor											
Q	D _{n EE} (mm)	S _{EE}	V _{EE}	V _{EE} ² /2g	visc. (m ² /s)	Re	e(mm)	e/D	f	L (m)	Hd
(L/s)	50	(m ²)	(m/s)	(m/s) ²	8,04E-07		0,005			2	(m)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,2	50	0,002	0,10	0,001	8,04E-07	6,34E+03	0,005	1,0E-04	0,035	2	0,0
0,4	50	0,002	0,20	0,002	8,04E-07	1,27E+04	0,005	1,0E-04	0,029	2	0,00
0,6	50	0,002	0,31	0,005	8,04E-07	1,90E+04	0,005	1,0E-04	0,026	2	0,01
0,8	50	0,002	0,41	0,008	8,04E-07	2,54E+04	0,005	1,0E-04	0,025	2	0,01
1	50	0,002	0,51	0,013	8,04E-07	3,17E+04	0,005	1,0E-04	0,023	2	0,01
1,2	50	0,002	0,61	0,019	8,04E-07	3,80E+04	0,005	1,0E-04	0,022	2	0,02
1,4	50	0,002	0,71	0,026	8,04E-07	4,44E+04	0,005	1,0E-04	0,022	2	0,02
1,6	50	0,002	0,82	0,034	8,04E-07	5,07E+04	0,005	1,0E-04	0,021	2	0,03
1,8	50	0,002	0,92	0,043	8,04E-07	5,70E+04	0,005	1,0E-04	0,021	2	0,04

Nota técnica: Para o cálculo do recalque usa-se o diâmetro para o mesmo.

Determinação da perda de carga distribuída recalque ETE maior												
Q	D _{rec} (mm)	S _{EE}	V _{EE}	V _{EE} ² /2g	visc. (m ² /s)	Re	e(mm)	e/D	f	L (m)	Hd	Hd total
(L/s)	200	(m ²)	(m/s)	(m/s) ²	8,04E-07		0,005			7	(m)	(m)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
1	200	0,031	0,03	0,000	8,04E-07	7,92E+03	0,005	2,5E-05	0,033	7	0,00	0,00
2	200	0,031	0,06	0,000	8,04E-07	1,58E+04	0,005	2,5E-05	0,027	7	0,00	0,00
3	200	0,031	0,10	0,000	8,04E-07	2,38E+04	0,005	2,5E-05	0,025	7	0,00	0,00
4	200	0,031	0,13	0,001	8,04E-07	3,17E+04	0,005	2,5E-05	0,023	7	0,00	0,01
5	200	0,031	0,16	0,001	8,04E-07	3,96E+04	0,005	2,5E-05	0,022	7	0,00	0,01
6	200	0,031	0,19	0,002	8,04E-07	4,75E+04	0,005	2,5E-05	0,021	7	0,00	0,02
7	200	0,031	0,22	0,003	8,04E-07	5,55E+04	0,005	2,5E-05	0,020	7	0,00	0,02

Determinação da perda de carga distribuída recalque ETE menor												
Q	D _{rec} (mm)	S _{EE}	V _{EE}	V _{EE} ² /2g	visc. (m ² /s)	Re	e(mm)	e/D	f	L (m)	Hd	Hd total
(L/s)	150	(m ²)	(m/s)	(m/s) ²	8,04E-07		0,005			8	(m)	(m)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
0,2	150	0,018	0,01	0,000	8,04E-07	2,11E+03	0,005	3,3E-05	0,050	8	0,00	0,00
0,4	150	0,018	0,02	0,000	8,04E-07	4,23E+03	0,005	3,3E-05	0,040	8	0,00	0,00
0,6	150	0,018	0,03	0,000	8,04E-07	6,34E+03	0,005	3,3E-05	0,035	8	0,00	0,01
0,8	150	0,018	0,05	0,000	8,04E-07	8,45E+03	0,005	3,3E-05	0,033	8	0,00	0,01
1	150	0,018	0,06	0,000	8,04E-07	1,06E+04	0,005	3,3E-05	0,031	8	0,00	0,01
1,2	150	0,018	0,07	0,000	8,04E-07	1,27E+04	0,005	3,3E-05	0,029	8	0,00	0,02
1,4	150	0,018	0,08	0,000	8,04E-07	1,48E+04	0,005	3,3E-05	0,028	8	0,00	0,02

1,6	150	0,018	0,09	0,000	8,04E-07	1,69E+04	0,005	3,3E-05	0,027	8	0,00	0,03
1,8	150	0,018	0,10	0,001	8,04E-07	1,90E+04	0,005	3,3E-05	0,026	8	0,00	0,04

- Para o material do barrilete e do recalque será o mesmo em ambas elevatórias:

Σk Barrilete			
Material	Quantidade	Valor	Total
Curva de 90	2	0,4	0,8
Válvula de gaveta	1	0,2	0,2
Válvula de retenção	1	2,5	2,5
Tê saída lateral	1	1,3	1,3
Tê passagem direta	1	0,6	0,6
Ampliação gradual	2	0,3	0,6
			6

Σk Recalque			
Material	Quantidade	Valor	Total
Curva de 90°	4	0,4	1,6
saída canalização	1	1	1
			2,6

- Perda de carga localizada (H_L);

$$H_L = \sum k \times \frac{V_{EE}^2}{2g} \quad (48)$$

Determinação da perda de carga localizada barrilete ETE maior					
			1 CMB		
Q (L/s)	S _{EE} (m ²)	V _{EE} (m/s)	V _{EE} ² /2g	Σk	H _L (m)
1 CMB	100	100	100	6	
0	0	0	0	0	0
1	0,008	0,13	8,27E-04	6	0,00
2	0,008	0,25	3,31E-03	6	0,02
3	0,008	0,38	7,44E-03	6	0,04
4	0,008	0,51	1,32E-02	6	0,08
5	0,008	0,64	2,07E-02	6	0,12
6	0,008	0,76	2,98E-02	6	0,18
7	0,008	0,89	4,05E-02	6	0,24

Determinação da perda de carga localizada barrilete ETE menor					
			1 CMB		
Q (L/s)	S _{EE} (m ²)	V _{EE} (m/s)	V _{EE} ² /2g	Σk	H _L (m)

1 CMB	50	50	50	6	
0	0	0	0	0	0
0,2	0,002	0,10	5,29E-04	6	0,00
0,4	0,002	0,20	2,12E-03	6	0,01
0,6	0,002	0,31	4,76E-03	6	0,03
0,8	0,002	0,41	8,47E-03	6	0,05
1	0,002	0,51	1,32E-02	6	0,08
1,2	0,002	0,61	1,91E-02	6	0,11
1,4	0,002	0,71	2,59E-02	6	0,16
1,6	0,002	0,82	3,39E-02	6	0,20
1,8	0,002	0,92	4,29E-02	6	0,26

Determinação da perda de carga localizada recalque ETE maior						
			1 CMB			
Q (L/s)	SEE (m ²)	VEE (m/s)	VEE ² /2g	Σk	HL (m)	HL total
1 CMB	200	100	100	2,6		(m)
0	0	0	0	0	0	0,00
1	0,031	0,03	5,17E-05	2,6	0,00	0,01
2	0,031	0,06	2,07E-04	2,6	0,00	0,02
3	0,031	0,10	4,65E-04	2,6	0,00	0,05
4	0,031	0,13	8,27E-04	2,6	0,00	0,08
5	0,031	0,16	1,29E-03	2,6	0,00	0,13
6	0,031	0,19	1,86E-03	2,6	0,00	0,18
7	0,031	0,22	2,53E-03	2,6	0,01	0,25

Determinação da perda de carga localizada recalque ETE menor						
			1 CMB			
Q (L/s)	SEE (m ²)	VEE (m/s)	VEE ² /2g	Σk	HL (m)	HL total
1 CMB	150	50	50	2,6		(m)
0	0	0	0	0	0	0,00
0,2	0,018	0,01	6,54E-06	2,6	0,00	0,00
0,4	0,018	0,02	2,61E-05	2,6	0,00	0,01
0,6	0,018	0,03	5,88E-05	2,6	0,00	0,03
0,8	0,018	0,05	1,05E-04	2,6	0,00	0,05
1	0,018	0,06	1,63E-04	2,6	0,00	0,08
1,2	0,018	0,07	2,35E-04	2,6	0,00	0,11
1,4	0,018	0,08	3,20E-04	2,6	0,00	0,16
1,6	0,018	0,09	4,18E-04	2,6	0,00	0,20
1,8	0,018	0,10	5,29E-04	2,6	0,00	0,26

Nota técnica: As cotas da elevatória foram consideradas seguindo o arredondamento das unidades em favor da segurança.

Cotas elevatória ETE maior		
Cota do terreno	-1,5	m
Cota do fundo da EE	-3,3	m
Profundidade da EE	1,8	m
Cota Na máx.	-1,8	m
Cota Na mín.	-3	m
Cota coletor de chegada	3,5	m
Cota Lançamento	3,5	m
Hg mín. (m)	5,3	m
Hg máx. (m)	6,5	m

Cotas elevatória ETE menor		
Cota do terreno	-1,8	m
Cota do fundo da EE	-3,25	m
Profundidade da EE	1,45	m
Cota Na máx.	-2,2	m
Cota Na mín.	-2,9	m
Cota coletor de chegada	3,5	m
Cota Lançamento	3,5	m
Hg mín. (m)	5,7	m
Hg máx. (m)	6,4	m

- Altura geométrica mínima (Hg mín.);
- Altura geométrica máxima (Hg máx.);
- Altura manométrica mínima (H_{MT} mín.);
- Altura manométrica máxima (H_{MT} máx.).

Determinação da Curva do Sistema ETE maior							
Q	Hg mín (m)	Hg máx (m)	H_L total	H_D total	H_L total + H_D total	H_{MT} mín.	H_{MT} máx.
(L/s)	5,3	6,5	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
0	0	0	0	0,00	0	5,3	6,5
1	5,3	6,5	0,01	0,00	0,0	5,31	6,51
2	5,3	6,5	0,02	0,00	0,0	5,32	6,52
3	5,3	6,5	0,05	0,00	0,1	5,35	6,55
4	5,3	6,5	0,08	0,01	0,1	5,39	6,59
5	5,3	6,5	0,13	0,01	0,1	5,44	6,64
6	5,3	6,5	0,18	0,02	0,2	5,50	6,70
7	5,3	6,5	0,25	0,02	0,3	5,57	6,77

Determinação da Curva do Sistema ETE menor							
Q	Hg mín (m)	Hg máx (m)	H _L total	H _D total	H _L total + H _D total	H _{MT} mín.	H _{MT} máx.
(L/s)	5,7	6,4	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
0	0	0	0	0,00	0	5,7	6,4
0,2	5,7	6,4	0,00	0,00	0,0	5,70	6,40
0,4	5,7	6,4	0,01	0,00	0,0	5,72	6,42
0,6	5,7	6,4	0,03	0,01	0,0	5,73	6,43
0,8	5,7	6,4	0,05	0,01	0,1	5,76	6,46
1	5,7	6,4	0,08	0,01	0,1	5,79	6,49
1,2	5,7	6,4	0,11	0,02	0,1	5,83	6,53
1,4	5,7	6,4	0,16	0,02	0,2	5,88	6,58
1,6	5,7	6,4	0,20	0,03	0,2	5,93	6,63
1,8	5,7	6,4	0,26	0,04	0,3	5,99	6,69

Nota técnica: Para a escolha da bomba foi considerada as curvas de sistema de um fabricante somente.

**DOMO SERIES
OPERATING CHARACTERISTICS AT 60 Hz**

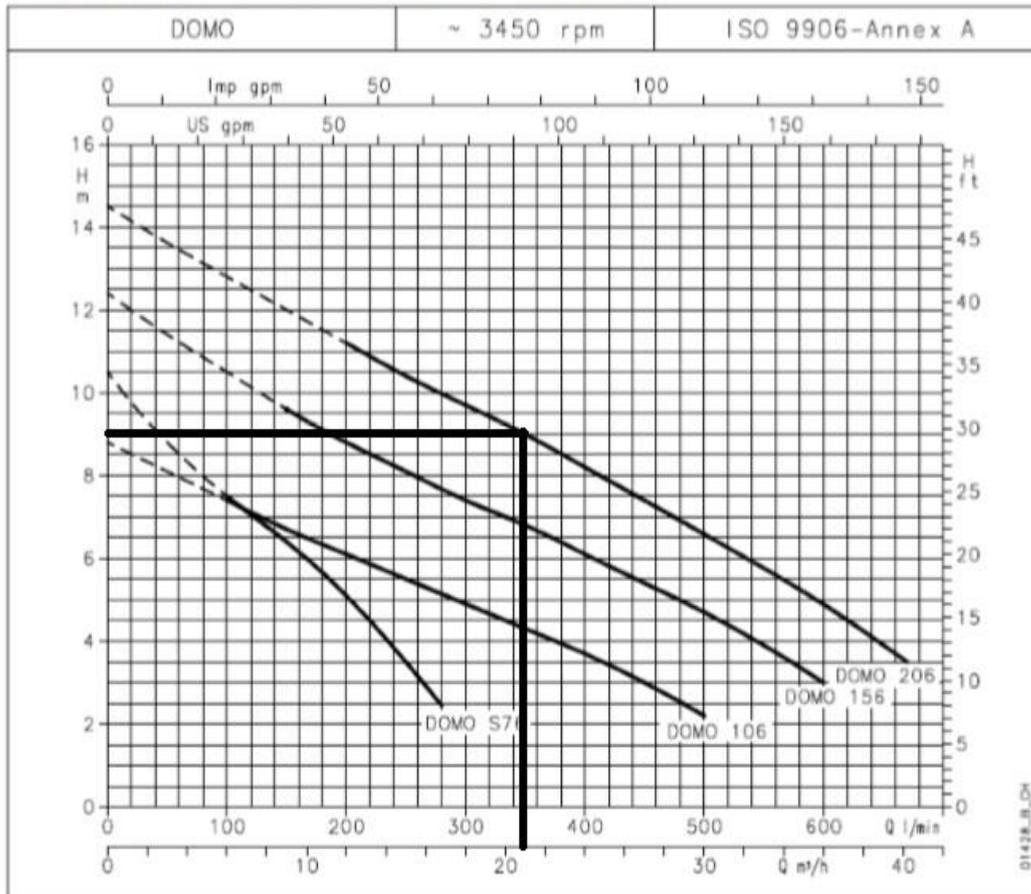


Figura 1 - Curva do sistema ETE maior.

Nota técnica: Considerando que para atingir a vazão necessária para a elevatória da ETE maior, a única bomba que atingiu a altura manométrica mínima foi o modelo DOMO 206.

**DOMO SERIES
OPERATING CHARACTERISTICS AT 60 Hz**

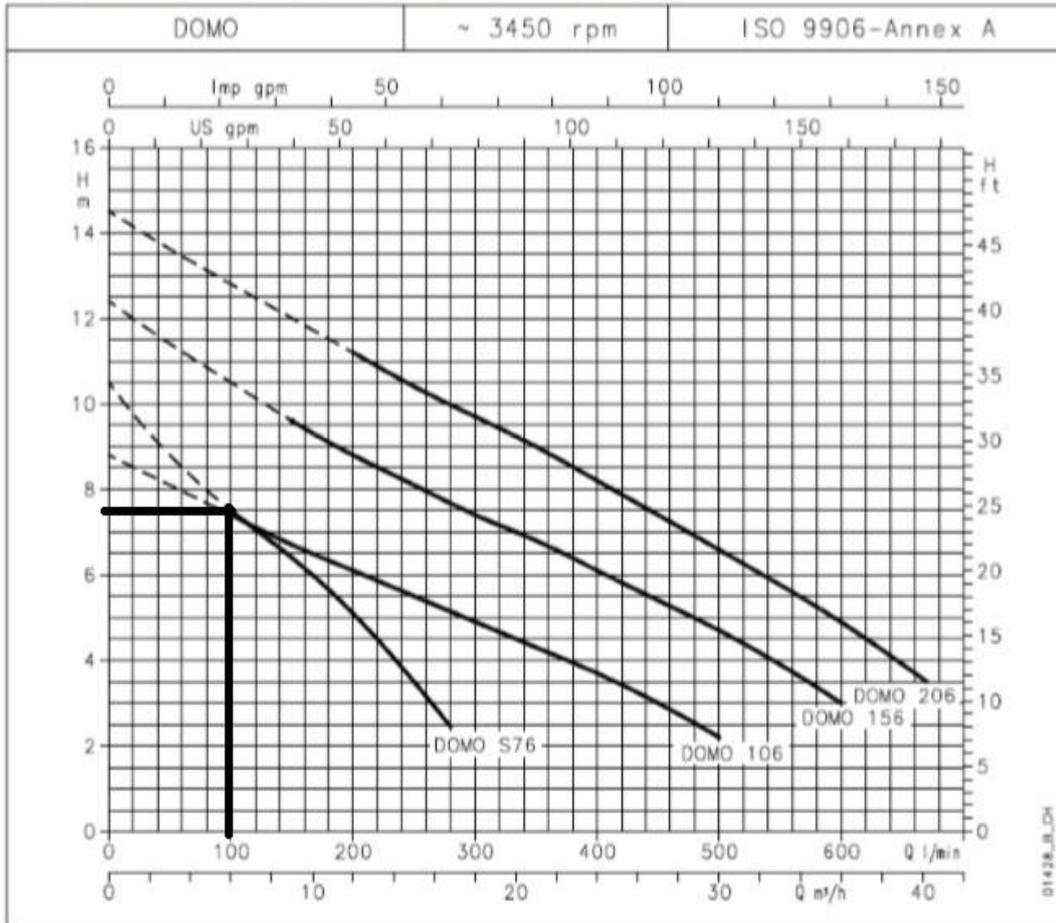


Figura 2 - Curva do sistema ETE menor.

Nota técnica: Já para a elevatória da ETE menor, para atingir a altura manométrica desejada todos os modelos de bombas tem capacidade de vazão superior ao do sistema, sendo utilizado o modelo Domo S76.

HYDRAULIC PERFORMANCE TABLE

PUMP TYPE	RATED POWER		Q = DELIVERY											
			l/min	0	100	150	200	250	280	350	400	500	600	670
			m ³ /h	0	6	9	12	15	16,8	21	24	30	36	40,2
	kW	HP	H = TOTAL HEAD METERS COLUMN OF WATER											
DOMO 576(T)	0,55	0,75	10,5	7,5	6,4	5,1	3,5	2,4	-	-	-	-	-	
DOMO106(T)	0,75	1	8,8	7,4	6,7	6,1	5,5	5,1	4,3	3,7	2,2	-	-	
DOMO156(T)	1,1	1,5	12,4	-	9,6	8,8	8,1	7,7	6,8	6,1	4,7	3	-	
DOMO206T	1,5	2	14,5	-	-	11,2	10,4	10	9	8,2	6,6	4,9	3,5	

These performances are valid for liquids with density $\rho = 1.0 \text{ kg/dm}^3$ and kinematic viscosity $\nu = 1 \text{ mm}^2/\text{sec}$

domo-2p60-en_b_th

ELECTRICAL DATA TABLE

PUMP TYPE	INPUT POWER*	INPUT CURRENT* 220-230 V	CAPACITOR			
				SINGLE-PHASE		
				kW	A	$\mu\text{F} / 450 \text{ V}$
DOMO 576	0,84	4,21	20			
DOMO 106	1,1	5,39	22			
DOMO 156	1,56	7,03	30			
-	-	-	-			

PUMP TYPE	INPUT POWER*	INPUT CURRENT* 220-230 V	INPUT CURRENT* 380-400 V			
				THREE-PHASE		
				kW	A (1)	A
DOMO 576T	0,73	2,29	1,32			
DOMO106T	1,05	3,41	1,97			
DOMO156T	1,45	4,4	2,54			
DOMO206T	1,79	5,59	3,23			

*Maximum value in specified range
(1) Available on request

domo-2p60-en_b_te

Figura 3 - Características das bombas.

- Tempo de ciclo (T_c);
- Número de partida (NP);
- Altura útil da elevatória ETE maior (H_{uEE}): 1,2 m;
- Altura útil da elevatória ETE menor (H_{uEE}): 0,7 m;
- Volume útil do poço da elevatória ($V_{\text{útil EE}}$);
- Área útil poço da elevatória ($A_{\text{útil EE}}$);
- Diâmetro do poço da elevatória ($D_{\text{poço}}$).

$$V_{\text{útil EE}} = \left(\frac{Q_{\text{máx}} \times T_c \times 60}{4} \right) / 1000 \quad (48)$$

$$A_{\text{útil EE}} = \frac{V_{\text{útil EE}}}{H_{uEE}} \quad (49)$$

$$D_{\text{poço}} = \sqrt{\frac{A_{\text{útil EE}} \times 4}{3,14}} \quad (50)$$

Avaliação do tempo de ciclo para definição do volume útil do poço úmido da elevatória ETE maior.

EE	Q máx (L/s)	T_c (min)	NP (partida/h)	$V_{\text{útil EE}}$ (m ³)	H_{uEE} (m)	$A_{\text{útil EE}}$ (m ²)	$D_{\text{poço}}$ (m)
1	5,9	6	10	0,53	1,2	0,44	0,75
2	5,9	8	7,5	0,71	1,2	0,59	0,87
3	5,9	10	6	0,88	1,2	0,74	0,97
4	5,9	12	5	1,06	1,2	0,88	1,06
5	5,9	15	4	1,33	1,2	1,11	1,19

Avaliação do tempo de ciclo para definição do volume útil do poço úmido da elevatória ETE menor.

EE	Q máx (L/s)	T_c (min)	NP (partida/h)	$V_{\text{útil EE}}$ (m ³)	H_{uEE} (m)	$A_{\text{útil EE}}$ (m ²)	$D_{\text{poço}}$ (m)
1	1,6	5	12	0,12	0,7	0,17	0,47
2	1,6	10	6	0,24	0,7	0,34	0,66
3	1,6	15	4	0,36	0,7	0,51	0,81

4	1,6	20	3	0,48	0,7	0,68	0,93
5	1,6	25	2,4	0,60	0,7	0,86	1,04

Nota técnica: Em ambos os casos o diâmetro do poço da elevatória ($D_{\text{poço}}$) escolhido foi de 1,10 m.

- Área do fundo da elevatória (Af_{EE});
- Espessura das paredes (e_{parede}): 0,01m;
- Altura anteparo ETE maior ($H_{\text{ant.}}$): 0,8 m;
- Altura anteparo ETE menor ($H_{\text{ant.}}$): 0,5 m;
- Volume total da elevatória ($V_{\text{tot EE}}$);
- Volume dos tubos da elevatória (V_{tubos});
- Volume das paredes (V_{paredes});
- Volume da bomba (V_{bomba});
- Altura da bomba ETE maior (H_{bomba}): 0,468 m;
- Altura da bomba ETE menor (H_{bomba}): 0,406 m;
- Diâmetro da bomba (D_{bomba}): 0,165m;
- Volume útil do poço da elevatória calculado ($V_{\text{útil EE calc.}}$).

$$Af_{EE} = \frac{D_{\text{poço}}^2 \times 3,14}{4} \quad (51)$$

$$V_{\text{tot EE}} = Af_{EE} \times H_{u EE} \quad (52)$$

$$V_{\text{tubos}} = 2 \times H_{u EE} \times S_{EE} \quad (53)$$

$$V_{\text{paredes}} = Af_{EE} \times e_{\text{paredes}} \times H_{\text{ant.}} \quad (54)$$

$$V_{\text{bomba}} = 2 \times H_{\text{bomba}} \times \left(\frac{D_{\text{bomba}}^2 \times 3,14}{4} \right) \quad (55)$$

$$V_{\text{útil EE calc}} = V_{\text{tot EE}} - V_{\text{tubos}} - V_{\text{paredes}} - V_{\text{bomba}} \quad (56)$$

Volume projetado ETE maior					
Af_{EE}	$V_{\text{tot EE}}$	V_{tubo}	V_{parede}	V_{bomba}	$V_{\text{útil EE calc.}}$
(m)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)
0,95	1,14	0,02	0,01	0,02	1,09

Volume projetado ETE menor					
Af_{EE}	$V_{\text{tot EE}}$	V_{tubo}	V_{parede}	V_{bomba}	$V_{\text{útil EE calc.}}$
(m)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)
0,95	0,66	0,01	0,005	0,03	0,62

- Volume médio efetivo elevatória ETE maior (Ve_{EE}): 0,85 m;
- Volume médio efetivo elevatória ETE menor (Ve_{EE}): 0,66m;
- Tempo de detenção da elevatória (Td_{EE}).

ETE maior		
Ve_{EE}	Q médio	Td_{EE}
(m ³)	(m ³ /s)	(min)
0,85	0,0033	4,34

ETE menor		
Ve EE	Q médio	Td EE
(m ³)	(m ³ /s)	(min)
0,66	0,0042	2,64

8.6. Caixa Cloradora

- Tempo de contato (T cont.): 30 min;
- Volume tanque de cloração (V_{TC});
- Altura tanque de cloração ETE maior (H_{TC}): 3 m;
- Altura tanque de cloração ETE menor (H_{TC}): 1,45 m;
- Área do tanque de cloração (A_{TC});
- Diâmetro tanque de cloração (D_{TC}).

$$V_{TC} = Q \text{ méd.} \times T \text{ cont} \quad (56)$$

$$A_{TC} = \frac{V_{TC}}{H_{TC}} \quad (57)$$

$$D_{TC} = \sqrt{\frac{A_{TC} \times 4}{3,14}} \quad (58)$$

ETE maior		
V _{TC}	5,90	m ³
H _{TC}	3	m
A _{TC}	1,97	m ²
D _{TC}	1,58	m
ETE menor		
V _{TC}	1,56	m ³
H _{TC}	1,45	m
A _{TC}	1,08	m ²
D _{TC}	1,17	m

Nota técnica: Por considerar que haverá tempo de contato após a saída do efluente, para a ETE maior foi considerado o diâmetro de tanque de cloração (D_{TC}) de 1,50 metros e para ETE menor de 1,1 metros.

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A localização da Estação de Tratamento de Esgoto esta condicionada ao Layout de Instalação do empreendimento.

Todas as unidades devem ter sua devida manutenção e limpeza para o alcance de seu melhor funcionamento.

No caso do reator UASB, em função da localização da ETE e do pequeno volume de gás gerado, não será necessário nenhum tratamento dos gases, apenas os dispersando no ambiente a uma altura mínima de 3 metros do solo.

O destino final do lodo descartado do sistema anaeróbio deverá ser realizado por uma empresa especializada e cadastrada nos órgãos ambientais.

A eficiência global da ETE atinge cerca de 90%, atendendo a legislação de lançamento de efluentes 430/2011 do CONAMA que determina na sua seção III, das condições e padrões para efluentes de sistemas de tratamento de esgotos sanitários, em seu artigo 21 que *“Demanda Bioquímica de Oxigênio-DBO 5 dias, 20°C: máximo de 120 mg/L, sendo que este limite somente poderá ser ultrapassado no caso de efluente de sistema de tratamento com eficiência de remoção mínima de 60% de DBO, ou mediante estudo de autodepuração do corpo hídrico que comprove atendimento às metas do enquadramento do corpo receptor.”*

Nota-se ainda que o tratamento de esgoto sanitário foi projetado para ser lançado em um corpo receptor que comporte a vazão de esgoto gerada.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR-12209**, “Elaboração de Projetos Hidráulico-Sanitário de Sistemas de Tratamento de Esgotos”, Rio de Janeiro, 2011.

CHERNICHARO, C.A.L. Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias – Vol. 5 – Reatores Anaeróbios. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - UFMG, 1997. 380 p.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011**. Dispõe sobre as condições de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. 9 p. Disponível em: http://www.legislacao.mutua.com.br/pdf/diversos_normativos/conama/2011_CONAMA_RES_430.pdf. Acesso em: 18 julho 2014.

VON SPERLING, M. Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento dos Esgotos Vol.1. Belo Horizonte, UFMG, 1995.

Valor do orçamento:

No projeto em questão serão duas ETEs, uma para atender 738 residências e a outra 195 residências, considerando 4 habitantes por residência e per capita de esgoto de 120 litros/habitante.dia.

ETEC MENOR: R\$ 136.459,08

ETEC MAIOR: R\$ 339.138,32

Valor global das duas ETEC: R\$ 475.597,40