



Estado do Rio de Janeiro
PREFEITURA MUNICIPAL DE ANGRA DOS REIS
SERVIÇO AUTÔNOMO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA E TRATAMENTO
DE ESGOTO - SAAE



PROJETO BÁSICO

**ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO COMPACTA COM
TECNOLOGIA DE FLOTAÇÃO TIPO FAD, CAPACIDADE DE
75 L/S, PARA TRATAMENTO EM PERÍODO SECO DAS SUB-
BACIAS C-D EM ANGRA DOS REIS/RJ**

Angra dos Reis, 01 de Agosto de 2022

SUMÁRIO

1. OBJETIVO	3
2. JUSTIFICATIVA TÉCNICA	3
3. TERMINOLOGIA	3
3.1. PROJETO EXECUTIVO	4
3.2. LICENCIAMENTO AMBIENTAL	4
4. DESCRIÇÃO DE ÁREA	4
5. SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTOS PROPOSTOS	4
6. DESCRIÇÃO GERAL DO SISTEMA	5
7. UNIDADES DE TRATAMENTO	7
7.1. ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE)	7
7.1.1. TRATAMENTO PRELIMINAR	7
7.1.2. TANQUE DE HOMOGENEIZAÇÃO	7
7.1.3. FLOCULAÇÃO	7
7.1.4. FLOTADOR	8
7.1.5. FILTROS	8
7.1.6. SISTEMAS DE DOSAGENS DE PRODUTOS QUÍMICOS	9
8. DIMENSIONAMENTO DE SISTEMA	9
8.1. PARÂMETRO DE PROJETO	9
8.2. ENTRADA DA UNIDADE	13
8.3. SISTEMA DE TRATAMENTO	13
8.4. RESERVATÓRIOS	15
8.5. NORMAS DE REFERÊNCIA PARA PROJETO	16

1. OBJETO

Projeto Básico visando o fornecimento e a instalação de Estação de Tratamento de Esgotos – ETE compacta, completa, com capacidade nominal de tratamento de 75 l/s, localizado na Praia da Chácara, ao lado do late Clube Aquidabã, no município de Angra dos Reis/RJ.

O Projeto Básico a seguir é o conjunto de informações, memoriais descritivos, especificações técnicas e desenhos para elaboração do Projeto Executivo e Licenciamento Ambiental para as obras da Estação de Tratamento de Esgotos da captação em tempo seco da Sub-Bacia C e Sub-Bacia D do Centro de Angra dos Reis/RJ.

2. JUSTIFICATIVA TÉCNICA

A contratação do objeto proposto se faz necessária visando à implantação do Sistema de Esgotamento Sanitário para o tratamento de efluentes em períodos secos, buscando a redução da carga orgânica lançada na orla do município de Angra dos Reis/RJ.

A opção pelo sistema descrito neste Projeto Básico dá-se pelos seguintes fatos:

- tecnologia aplicada ao tratamento de grandes volumes em curtos períodos de tempo, reduzindo o porte das unidades;
- equipamento com menor área ocupada por metro cúbico tratado; custo de implantação e instalação reduzidos; aumento de capacidade de forma modular, simples e rápida;
- flexibilidade de operação e controle operacional.

3. TERMINOLOGIA

Para os estritos efeitos deste relatório, são adotadas as seguintes definições:

3.1. PROJETO EXECUTIVO

O projeto executivo constitui-se de projeto básico (conforme OT - IBR 001/2006) acrescido de detalhes construtivos necessários e suficientes para a perfeita instalação, montagem e execução dos serviços e obras, elaborado de acordo com as normas técnicas pertinentes, inclusive seus quantitativos, orçamento e cronograma.

3.2. LICENCIAMENTO AMBIENTAL

O Licenciamento Ambiental constitui-se do conjunto de informações técnicas e documentações necessárias para o Licenciamento Ambiental junto aos órgãos públicos competentes.

4. DESCRIÇÃO DE ÁREA

A área de implantação do Projeto da ETE da Sub-Bacia C-D será na Praia da Chácara, no terreno cedido pela PMAR ao SAAE/AR, onde já se localiza a ETE da Bacia G, ao lado do late Clube Aquidabã em Angra dos Reis/RJ.

A área possui acesso pela Avenida Caravelas e possui espaço limitado para locação do sistema. O espaço é delimitado pelo muro do Aquidabã, pela área da ETE da Bacia G, pela pista de acesso e o RAFA (Reatores Anaeróbios de Fluxo Ascendente) existente.

A topografia do local e mais detalhes podem ser observados na planta de locação em anexo.

5. SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTOS PROPOSTO

O sistema de tratamento de esgotos proposto será uma Estação de Tratamento de Esgoto - ETE Compacta, completa e automatizada, para tratamento físico-químico por FLOTAÇÃO, dos efluentes provenientes da nova Estação Elevatória de Esgoto da Praia do Anil que recebem contribuições de esgotamento sanitário, com capacidade para até 75 L/s de vazão média, buscando o atendimento à legislação ambiental Federal, Estadual e Municipal vigente.

Para a execução e fornecimento do escopo da ETE serão necessários:

- a) Execução da Base de Sustentação;
- b) Fornecimento das unidades, equipamentos e tubulações de interligações que comporão a ETE-FLOTAÇÃO;
- c) Montagem da ETE-FLOTAÇÃO e respectivas tubulações de interligações;
- d) Instalação dos equipamentos eletromecânicos e os painéis elétricos dos mesmos;
- e) Execução das unidades de desidratação de lodo por filtro-prensa;
- f) Execução do projeto urbanístico, incluindo cerca e portões;
- g) Fornecimento dos Manuais de Operação e Manutenção de todo o sistema;
- h) Operação da ETE pelo período de 90 (cento e vinte) dias;
- i) Treinamento de pessoal para operação da ETE, durante 90 (cento e vinte) dias após o início da operação;
- j) Monitoramento do Sistema: Análises laboratoriais mensais na entrada e saída da ETE-flotação para os seguintes parâmetros: DBO, DQO e SST;
- k) Ligação da caixa de equalização existente até o tratamento preliminar;

A Estação de Tratamento de Esgoto compacta deverá ser fabricada em PP-Polipropileno, material de elevada durabilidade mesmo em ambientes normalmente agressivos como regiões costeiras.

6. DESCRIÇÃO GERAL DO SISTEMA

Estação de Tratamento de Esgoto – ETE das Bacias C e D será caracterizada como um sistema de tratamento FÍSICO-QUÍMICO, por um processo de FLOTAÇÃO, tipo FAD – Flotação por Ar Dissolvido, com operação contínua.

Os efluentes a serem tratados chegarão às unidades de tratamento por meio de bombeamento nas unidades a montante do sistema, em locais previamente definidos pelo SAAE.

A ETE deverá possuir um tanque de homogeneização com volume apto a receber os efluentes bombeados e também os volumes referentes à água de lavagem de filtros, água do desaguamento de lodos e descargas do sistema.

A elevatória deverá contar com duas bombas, sendo uma em operação e uma reserva, com capacidade nominal de 75 L/s cada uma, ambas operadas com inversores de frequência.

Na entrada do sistema, um barrilete deve permitir o caminhamento do efluente diretamente para a unidade de coagulação (mistura rápida), ou para o sistema com peneiras rotativas e um tanque de homogeneização.

O direcionamento dos efluentes será feito por meio de manobras em registros manuais. Caso ao efluente seja direcionado ao tanque de homogeneização, ele deverá ser recalcado para o misturador hidráulico.

Após o misturador hidráulico, durante as etapas do tratamento contínuo, a passagem do efluente de um compartimento ao outro se dará exclusivamente por ação da gravidade e os desníveis necessários para o funcionamento correto do sistema deverão ser previstos em projeto.

Os produtos químicos a serem aplicados no processo devem ser do tipo comumente utilizado em estações de tratamento de água ou efluentes, sendo adquiridos facilmente no mercado comum, não podendo haver restrição de fornecedores por alguma especificidade de projeto.

Os produtos normalmente indicados para esse processo são:

- PAC -Policloreto de Alumínio;
- Polímero comercial (aniônico ou catiônico, conforme testes de performance);
- Alcalinizantes (cal hidratada, barrilha leve ou soda)
- Desinfetante (a base de hipoclorito de cálcio ou dicloro isocianurato de sódio, ou a base de Peróxidos)

A remoção de lodo flotado deverá ser por meio de raspador de lodos superficial, e o lodo removido deverá passar por um processo de adensamento e desaguamento.

A Estação compacta e os equipamentos periféricos a serem ofertados na proposta deverão ser dimensionados para o tratamento de esgotos sanitários, de acordo com os padrões e normas técnicas vigentes e pertinentes ao assunto, entre as quais: NBR 7229/93 - Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos (versão corrigida de 1997), NBR 12209/11 – Elaboração de projetos hidráulico-sanitários de estações de tratamento de esgotos sanitários e outras normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT e conforme Legislação Ambiental Federal, Estadual e Municipal vigentes.

7. UNIDADES DE TRATAMENTO

7.1. ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO (ETE)

7.1.1. TRATAMENTO PRELIMINAR

Será utilizado um sistema com peneiras rotativas, com limpeza manual.

7.1.2. TANQUE DE HOMOGENEIZAÇÃO

Tanque com capacidade para receber os volumes bombeado pelas elevatórias a montante do sistema, bem como os volumes de águas de lavagem de filtros e água do desaguamento do lodo.

A elevatória instalada no tanque de homogeneização deve ter capacidade de 75L/s, com uma bomba em operação e uma reserva. Os motores devem ser acionados por inversores de frequência.

7.1.3. FLOCULAÇÃO

Os floculadores serão tipo mecanizados, divididos em 3 unidades distintas, preferencialmente cilíndricas.

Os gradientes aplicados serão decrescentes, promovidas por agitadores axiais, que devem possuir capacidade de variação da rotação por meio de inversores.

7.1.4. FLOTADOR

O Flotador deverá ser com a tecnologia FAD, Flotação por Ar Dissolvido, onde a saturação de ar é realizada em um balão de saturação, que recebe água de recirculação do sistema de tratamento e ar proveniente de compressores tipo parafusos.

O controle do sistema deve ser automatizado, para manter a vazão necessária e pressão requerida para garantir a formação de microbolhas no sistema. Os parâmetros de controle do FAD são os mais importantes para garantir a eficiência do sistema.

A taxa de aplicação do flotador deverá ser inferior a $230 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{xd}$, visando garantir a eficiência do sistema.

Tanto os compressores quanto as bombas de recirculação devem possuir equipamentos reservas.

A vazão de recirculação deve ser monitorada por um sistema de medição de vazão digital.

7.1.5. FILTROS

Os filtros serão tipo convencionais, com sistema de duplo, por areia e antracito. A taxa de aplicação deverá ser menor eu $300 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{xd}$.

Os filtros deve ser tipo autolaváveis, onde um dos filtros é lavado pelo volume tratado pelos outros. A velocidade ascensional de lavagem deverá estar entre 65 e 80 cm/min.

As válvulas de entrada e saída dos filtros devem ser operadas automaticamente por meio de atuadores pneumáticos.

7.1.6. SISTEMAS DE DOSAGENS DE PRODUTOS QUÍMICOS

Os sistemas de dosagens devem possuir bombas dosadoras eletromagnéticas, operadas de forma automáticas pela automação do sistema.

Os tanques de preparo e diluição de produtos químicos devem permitir o armazenamento de pelo menos 24 horas de operação.

O tanque de coagulante deve possuir capacidade de armazenamento com capacidade de pelo menos 15 dias de operação ininterrupta.

8. DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA

8.1. PARÂMETRO DE PROJETO

A seguir são descritos os parâmetros de projeto utilizados para o dimensionamento das unidades do sistema.

Tabela 1 - Parâmetros de Projeto

ETE - FLOTAÇÃO	75 l/s
Eficiência esperada na remoção DBO _{5,20}	>85%
Carga máxima de SST	1,0 m/L
Faixa de PH	6,0 a 8,0

Os parâmetros mínimos de eficiência, requeridos pela ETE compacta, são os seguintes:

Tabela 2 – Parâmetros para ETE

Parâmetros	Remoção
DBO _{5,20}	≥85%

Parâmetros	Remoção
DQO	≥85%
OeG	≥95%
Sólidos Sedimentáveis Residuais máximos	1,0 ml/L

O sistema deverá possuir etapas individualizadas de:

- **FLOCULAÇÃO**, fabricados em PP-Polipropileno, preferencialmente cilíndricos, onde devem ser previstos gradientes decrescentes com 3 valores distintos da ordem de 46, 33 e 25 G-1s, aplicados via sistema mecanizado por motor redutor e impelidores tipo turbinas;

Dimensionamento:

VAZÃO DO FLOCULADOR (l/s)	Qn	75,0
VOLUME DA CÂMARA (m³)	Vc	21,000
NÚMERO DE CÂMARAS (un)	Nc	3
NÚMERO DE POTÊNCIA - Np	Np	1,35
DIÂMETRO DA HÉLICE (m)	Dh	0,600

CÂMARAS	1a	2a	3a
ROTAÇÃO DA HÉLICE (rpm)	45,0	36,0	30,0

$$TDH = Vc/Qn = 280 \text{ s}$$

$$\text{Gradientes de velocidade: } ((Dh^5 * rpm^3 * Np / Vc)^{0,5}) * 2,15$$

CÂMARAS	1ª	2ª	3ª
TEMPO DE DETENÇÃO (seg.) =	280,0	280,0	280,0
GRADIENTE DE VELOCIDADE (seg. ⁻¹)=	45,9	32,8	25,0

- **FLOTADOR**, fabricado em PP-Polipropileno, tipo FAD (Flotação por ar dissolvido) com sistema de aplicação de microbolhas por meio de balão de saturação, taxa de aplicação superficial máxima de 230 m³/m²xd, largura máxima de 3,10m, em função da área de implantação. O flotador deve ser dotado de raspador de lodo contínuo acionado por correntes metálicas.

Dimensionamento:

FLOTADOR		
VOLUME DIÁRIO	6.480	M³/DIA
VAZÃO NOMINAL - Qn	270,0	M³/H
FATOR RECIRCULAÇÃO - Fr	1,15	adotado
VAZÃO MAX	310,5	M³/H
VAZÃO NOM ADOTADA - Qn	300,0	M³/H

FLOTADOR	
COMPRIMENTO	10,0
LARGURA	3,0
C / L	4
Alt útil	3,0
Alt total	3,2
AREA UNITÁRIA	30,0
QUANT REATORES	1
VAZÃO (MEDIA)	270,0
TAS Nominal	216,00

VOLUME BALÃO SATURAÇÃO		
VAZÃO RECIRCULAÇÃO	40,50	m3/h
TDH SATURAÇÃO	3,00	min
VOL SATURAÇÃO	2,03	m³
NIVEL TQ	67%	%
VOLUME TOTAL	3,04	m³
Diam balão	1,50	m
Área	1,77	m²
Alt util	1,72	m
Alt tot	2,58	m

- Os compressores de ar devem ser tipo “parafuso”, com capacidade mínima de 30 CFM, na concepção de operação 1+1, um em operação e um reserva.

Demanda de ar

$$\frac{A}{S} = \frac{1,3 \cdot sa \cdot (f \cdot P - 1) \cdot R}{SST \cdot Q}$$

solubilidade do ar (cm³/L)

f = fração de ar dissolvido

p = pressão (atm)

sa = 20 mL/L

f = 0,6

P = 5,00

R = vazão recirculação máxima	R =	1296,0	m ³ /d
SST = cons colidos em suspensao	SST =	150	mg/L
Q = vazão afluyente	Q =	6480,0	m ³ /d

$$A/S = 0,08$$

DEMANDA DE AR

VOLUME AR POR M ³ /AGUA /P	0,025	m ³
P = pressão trabalho	4,50	Bar
VOLUME AR - P /M3	0,11	m ³
VAZÃO AGUA RECIRC	40,50	M ³ /H
F CORREÇÃO	1,15	
VAZÃO AR TOTAL	5,24	M ³ /H
VAZAO (PCM)	3,12	pcm

- **FILTROS**, fabricados em PP-Polipropileno, preferencialmente cilíndricos, com camada de filtração dupla – areia/antracito, taxas de operação máximas de 240 m³/m²xd, processo de lavagem tipo auto-lavável, com válvulas operadas por atuadores automáticos.

- **DESIDRATAÇÃO DE LODOS**. O sistema de desidratação de lodos deverá ser por filtro-prensa, com um sistema completo, dotado de 02 (dois) tanques adensadores, com sistema de dosagem de polímero e agitador eletromecânico, bomba pneumática de transferência de lodo adensado e caçambas de recebimento de lodo desidratado.

REJEITO FLOTADO

vazão nominal	300,0	m ³ /h
carga de DQO	160	g/m ³
carga SST	250	g/m ³
coagulante	25,00	g/m ³
POLIMERO	0,5	g/m ³
carga diária	3135,6	kg/d
conc solidos	20%	
volume / dia	15,678	m ³ /dia

CAPACIDADE DA CAÇAMBA	8,0	M ³
QUANT CAÇAMBAS / D	2,0	unid

CAPACIDADE FILTRO PRENSA:

Ciclos por dia: 02

Volume total: 15,7

Capacidade nominal: 7,8 m³/h

8.2. ENTRADA DA UNIDADE

A entrada da unidade deverá possuir uma derivação da rede de entrada do RAFA existente, com um conjunto de válvulas que permitam operaro o barriete de entrada direcoinado o volume para o RAFA ou para a Flotação, interligado ainda na saída do RAFA, de modo que o sistema de flotação possa operar como pós tratamento do reator anaeróbico.

A partir da derivação, uma rede de, no mínimo, 300 mm de diâmetro, deve conduzir o volume até a entrada da Unidade de Flotação, chegando à unidade de Coagulação, no agitador hidráulico.

O projeto deve considerar que as elevatórias já possuem unidades de pré-tratamento para retenção de sólidos e areia, dispensando essas unidades na entrada do sistema de Flotação.

A medição de vazão deve ser realziada por instrumenção digital, por um medidor de vazão ultrassônico não intrusivo. O medidor deve te indicação de vazão instantânea a vazão totalizada.

8.3. SISTEMA DE TRATAMENTO

O tratamento de águas com contaminação, realizada em períodos secos, refere-se ao tratamento dispensado à totalidade da vazão coletada nos cursos d'água indicados, que devem ser conduzidos pelo sistema de adução até o sistema de tratamento.

A carga orgânica deste tipo de sistema, normalmente situa-se na faixa de 80 a 100 mg/L de DBO, bem abaixo dos valores usuais de esgotos doméstico in natura, que se situa ente 300 e 350 mg/L de DBO.

Assim, uma alternativa viável para o tratamento desses volumes, é por um sistema físico-químico, diminuindo significativamente as dimensões desta estação. Comparativamente, processos biológicos combinados Anaeróbico x Aeróbico demanda um tempo de detenção hidráulico – TDH – da ordem de 14 a 18 horas. Sistemas físico-químicos possuem um TDH da ordem 1 a 2 horas, ou seja, o sistema pode ser menor que 1/10 do tamanho de um processo biológico.

O processo físico-químico mais indicado para o tratamento de efluentes é o sistema de flotação, onde a carga contaminante é floculada quimicamente e é forçada a “flutuar” na massa líquida, sendo separada fisicamente.

A parte sólida separada, ainda diluída, é encaminhada aos adensadores, onde recebem uma carga de polímeros espessantes e agitação mecânica para adensamento do lodo.

O lodo adensado é bombeado ao filtro prensa para desaguamento.

Após o desaguamento, o lodo é direcionado a caçambas estacionárias, para posterior encaminhamento ao aterro.

A parte líquida, retorna ao tanque de equalização na entrada da ETE.

Os Painéis elétricos e de automação da ETE, contemplando todos os motores do sistema, devem atender às normas de referência, como NR13.

O sistema deverá operar em 220 vca, trifásico.

Os quadros de comando devem ser IP54.

Os motores acima de 5,0 cv, devem operar com inversores de frequência.

A estação deverá contar também com sistema digital de medição de vazão de entrada (vazão afluente) e de saída (vazão efluente), com medição instantânea e totalizada.

As estruturas da ETE deverão ser instaladas sobre piso de concreto a ser construído. A estrutura do filtro prensa poderá ser fabricada em aço, com aplicação de proteção contra intemperismos e apropriada ao local de instalação.

A ETE deverá contar com os seguintes sistemas mínimos de automação: medidores eletromagnéticos de vazão de entrada do efluente; acionamento e desligamento de bombas e sopradores de ar; abertura e fechamento de válvulas, de forma a permitir o funcionamento sem a necessidade de operador locado na unidade.

O sistema de automação deve contar com um PLC, com processador interno, alimentação 85 a 240vca, comunicação via MODBUS, porta ETHERNET, entradas digitais e analógicas, mantendo uma reserva de 15% e uma IHM com processador interno. A IHM deve ser de 7", colorida, com processador interno, portas de comunicação MODBUS e ETHERNET.

Os softwares de programação da IHM e do PCL devem ser fornecidos com os equipamentos.

A Estação de Tratamento de Esgoto compacta deverá ser montada e apoiada em base de concreto e distribuída convenientemente no terreno.

O monitoramento do processo da Estação de Tratamento de Esgotos Compacta deverá ser executado pela empresa fornecedora da unidade em laboratório conceituado. Deverão ser feitas análises dos parâmetros da tabela 1 deste Termo para controle de eficiência do sistema, condizentes com o tipo de tratamento, conforme legislação ambiental.

8.4. RESERVATÓRIOS

Os tanques e reservatórios deverão ser contruídos em PP-Polipropileno, material de alto desempenho mecânico e de comprovada resistência química à corrosão, tanto à ação do esgoto, eventualmente contendo agentes quimicamente agressivos, quanto também aos ácidos formados por reações químicas e aos gases resultantes da

digestão bioquímica, além de ótima resistência à ação de intempéries, em particular à umidade e aos raios solares, devendo possuir aditivos próprios à evitar a ação dos raios UV.

8.5. NORMAS DE REFERÊNCIA PARA PROJETO

Toda a Estação de Tratamento de Esgoto – ETE e os equipamentos periféricos a serem ofertados na proposta deverão ser dimensionados para o tratamento de esgotos sanitários, de acordo com os padrões e normas técnicas vigentes e pertinentes ao assunto, entre as quais:

- NBR 12209/11 – Elaboração de projetos hidráulico-sanitários de estações de tratamento de esgotos sanitários;
- NBR 9648 – Estudo de Concepção de Sistemas de Esgotos Sanitários;
- NBR 12208 de 10/2020 – Projeto de estação de bombeamento ou de estação elevatória de esgoto — Requisitos;
- NBR 6118/2014 – Projeto de estruturas de concreto – Procedimento;
- NBR 6122/2019 – Projeto e execução de fundações;
- NBR 5410 – Instalações elétricas de baixa tensão;
- Outras normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT e conforme Legislação Ambiental Federal, Estadual e Municipal vigentes.