

DESCRITIVO OPERACIONAL

ETE MULEMBÁ I

VITÓRIA

ETE MULEMBÁ – Vitória

1. PROJETO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Localização das unidades:

ETE Mulembá I: Rua Miguel Arcanjo Moreira, Joana D'arc, Vitória.

EEEB VT-05 (Centro de Convenções): Rua Constante Sodré, Santa Lúcia, Vitória. (Em frente ao Centro de Convenções).



Localização das unidades.

1.2 ETE MULEMBÁ I

1.2.1 Capacidade Requerida do Tratamento da ETE MULEMBÁ I

Conforme Manual de Operação, a ETE recebendo um afluente com as características quantitativa e qualitativa relacionadas no quadro nº1, o processo de tratamento biológico do tipo UNITANK, em conjunto com o pré-tratamento, tem capacidade para gerar um efluente tratado com as características indicadas no quadro nº2.

QUADRO 1

CARACTERÍSTICAS DO ESGOTO AFLUENTE CONSIDERADAS PARA PROJETO

População (habitantes)	74.791
Vazões	
Média/hora (m3/hora)	734
Máxima/hora (m3/hora)	1.028
Média/dia (m3/dia)	17.626
Parâmetros	
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO ₅ 20°C)	
• Concentração média (mg/l)	296
• Carga diária (kg de DBO ₅ 20°C/dia)	5.217
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	
• Concentração média (mg/l)	674
• Carga diária (kg de DQO/dia)	11.880
Sólidos Totais em Suspensão (SST)	
• Concentração média (mg/l)	267
• Carga diária (kg de SST/dia)	4.706
Nitrogênio Total	
• Concentração média(mg/l)	61,6
• Carga diária (kg de N/dia)	1.086
Temperatura média(°C)	27

QUADRO 2

CARACTERÍSTICAS DO ESGOTO TRATADO

Eficiência de remoção de (DBO ₅ 20°C)	>=90%
Concentração de DQO, mg/l.	<=200
Concentração Sólidos Totais em Suspensão (mg/l)	<=70
Materiais Sedimentáveis (ml/l) em teste de 1 hora em cone Imhoff.	<= 0,5
Nitrogênio Total (mg/l)	=<35
Óleos e graxas (mg/l)	<=20
Oxigênio dissolvido (mg/l)	>0,5
Temperatura (°C)	<40

Características Principais de Projeto	
Tratamento Preliminar	
Grades Grossas Manual	
Velocidade máxima	0,90 m/s
Velocidade mínima	0,30 m/s
Espaçamento entre barras	50 mm (a)
Espessura barras	6 mm (t)
Grades Mecanizadas	
Velocidade máxima	0,90 m/s
Espaçamento entre barras	15 mm
Espessura barras	9 mm
Desarenador	
Taxa Superficial máxima	60,00 m³/m²/hora
Altura Líquida	0,53 m
Vazão Max. p/ equipamento	1.028 m³/h
Desarenadores 4,88 x 4,88	23,81 m²
Volume Individual	12,62 m³
Tempo de detenção médio	0,73 minuto
Taxa Superficial	43 m³/m² x hora
Tratamento Biológico	
Compartimentode Anóxico	
Concentração de biomassa	4,00 kg SST/m³
Velocidade de desnitrificação	0,120 Kg N/kg MLSS dia
Compartimentos de Aeração/Nitrificação	
Carga volumétrica	0.70 Kg DBO/m³ dia
Concentração de biomassa	4,00 Kg TSS/m³
F/M (relação carga/microorganismos)	0,18 Kg DBO/m³ dia
Compartimento de Decantação	
Carga hidráulica Superficial	2,65 m³/m² dia
Superfície de sedimentação necessária	306 m²
Carga nos vertedores	8,7 m³/m² dia
Comprimento dos vertedores	119 m
Compartimento central anóxico	
Comprimento	14,80 m
Largura	17,50 m
Lâmina de água	5,50 m
Volume	1.425 m³
Compartimentos exteriores (aeração/sedimentação)	
Comprimento	17,50 m
Largura	17,50 m
Lâmina de água	5,50 m
Volume por compartimento	1.684 m³
Compartimentos centrais (só de aeração)	
Comprimento	25,03 m
Largura	15,80 m
Lâmina de água	5,50 m
Volume por compartimento	2.184 m³
Volume de 2 compartimentos	4.368 m³
Digestor de Lodo	
Remoção de Sólidos Voláteis	0,3
Concentração de lodo estabilizado	13 Kg MS / m³
Residência Celular:	8 dias
Comprimento	20,40 m
Largura	20,30 m
Lâmina de água	5,50 m
Volume	2.271 m³
Adensador de Lodo	
Taxa superficial	35 kg SST/m² dia
Concentração do lodo adensado	3%
Comprimento	13,00 m
Largura	13,00 m
Lâmina	5,50 m
Volume	930 m³
Superfície	169 m²
Desidratação do lodo adensado	
Concentração do lodo desidratado	22%
Período de funcionamento diário	16 h
Capacidade da desidratação	8 m³/h

1.2.2 Capacidade Efetiva da ETE

A ETE MULEMBÁ I apresenta capacidade de projeto, e desempenho operacional que permitem atingir o padrão qualitativo estabelecido, no Manual de Operação, para o efluente tratado confirmado pelos resultados analíticos apresentados no quadro abaixo.

QUADRO 3
Valores Médios do esgoto no Ano de 2019

Parâmetros	Afluente	Efluente
Temperatura °C	28,2	28,8
pH	6,96	7,20
Oxigênio dissolvido, mg/l	3,55	6,07
DBO ₅ 20°C, mg/l	204	15,3
DQO, mg/l	415	42,5
Óleos e Graxas, mg/l	47,9	11,1
Sólidos Suspensos Totais, mg/l	172	13,8
Materiais Sedimentáveis, ml/l	2,7	0,1
Materiais Flutuantes	-	Ausentes
Nitrogênio Total, mg/l	47,9	17,0
Nitrito, mg/l	0,06	0,34
Nitrato, mg/l	0,37	6,41
Nitrogênio Amoniacal, mg/l	36,5	5,37
Nitrogênio Kjeldahl, mg/l	46,8	10,3
Fósforo, mg/l	5,56	1,71
E. Coli, NMP/100ml	7,07E+7	3,97
Turbidez, NTU	79,5	1,65
Condutividade, mS/cm	3,41	3,22
Cloreto, mg/l	528	474

É permitido identificar pelo projeto e memórias de dimensionamento, que no tocante a eficiência de remoção de nitrogênio, pode-se obter um efluente tratado com teor de nitrogênio total reduzido (nitrogênio amoniacal + nitratos) no patamar de 10mg/l, inferior ao limite estabelecido de 35mg/l.

1.2.3 O SISTEMA DE TRATAMENTO

A ETE MULEMBÁ I foi construída para atender uma vazão média de 17.626 m³/dia de esgoto doméstico, o que corresponde a uma população de 74.791 habitantes.

- **Caixa Divisora de Vazão**

O esgoto sanitário gerado pela população atendida pelo SES Mulembá chega na Caixa Divisora de Vazão, que possui duas saídas por gravidade: uma para a ETE MULEMBA I e outra para a ETE MULEMBA II. A divisão de vazão na caixa é realizada através das

comportas vertedoras automáticas que são comandadas pelo operador via supervisor da ETE II, ou via chave comutadora no local.

A Caixa Divisora também é composta por uma comporta manual em fibra de vidro, instalada entre os septos, e tem sua operação normalmente aberta. O fechamento da comporta isola os septos permitindo que um deles seja completamente drenado para realização de limpeza e possíveis manutenções.

Para evitar o acúmulo de areia na Caixa Divisora, a mesma foi projetada com um fundo fortemente inclinado que encaminha a areia a um canal que, por sua vez, levando a areia para o tratamento preliminar da ETE onde é retirada pelas caixas de areia. A drenagem de areia da Caixa Divisora é realizada através das adufas de ferro fundido, instaladas no fundo de cada septo. As adufas de fundo ficam normalmente fechadas e devem ser abertas esporadicamente com a finalidade de drenar a areia acumulada.

- **Pré-tratamento**

Ao ser recolhido na Caixa Divisora de Vazão o esgoto sanitário é encaminhado para três canais paralelos, sendo que dois canais estão equipados com:

- Grade Grossa Manual com espaçamento entre barras de 5 cm;
- Grade Fina Curva Rotativa, com espaçamento entre barras de 15 mm, com acionamento mecânico, havendo uma rosca transportadora que serve aos dois canais.

O terceiro canal sendo by-pass, sendo este equipado com:

- Grade Grossa Manual com espaçamento entre barras de 5 cm

Após passar pelos canais, o afluente é desarenado por intermédio de duas caixas de areia, do tipo quadrada (detritor) dispostas em paralelo, equipadas e dotadas com braço raspador mecanizado e parafuso classificador, sendo a areia separada e descarregada em caçambas do tipo caixa estacionária com capacidade de acumulação de 5m^3 , dotada de vedação e com abertura superior.

Através de vertedores em fibra o efluente desarenado é descarregado num canal comum aos três canais para ser conduzido ao tratamento biológico (UNITANK) do tipo lodo ativado.

- **Tratamento Biológico**

O tratamento biológico é do tipo “UNITANK”, reator biológico aerado, com remoção de nitrogênio.

O sistema “UNITANK” é constituído por uma série de reatores biológicos onde é possível realizar o tratamento biológico aeróbio e anóxico, além da etapa de clarificação secundária, com a separação do efluente tratado do lodo ativado que retorna para o ciclo de operação. A configuração “UNITANK” para remoção biológica de nitrogênio é constituída por um tanque retangular subdividido em 5 (cinco) compartimentos ligados hidraulicamente, sendo divididos em:

- Tanque Anóxico;

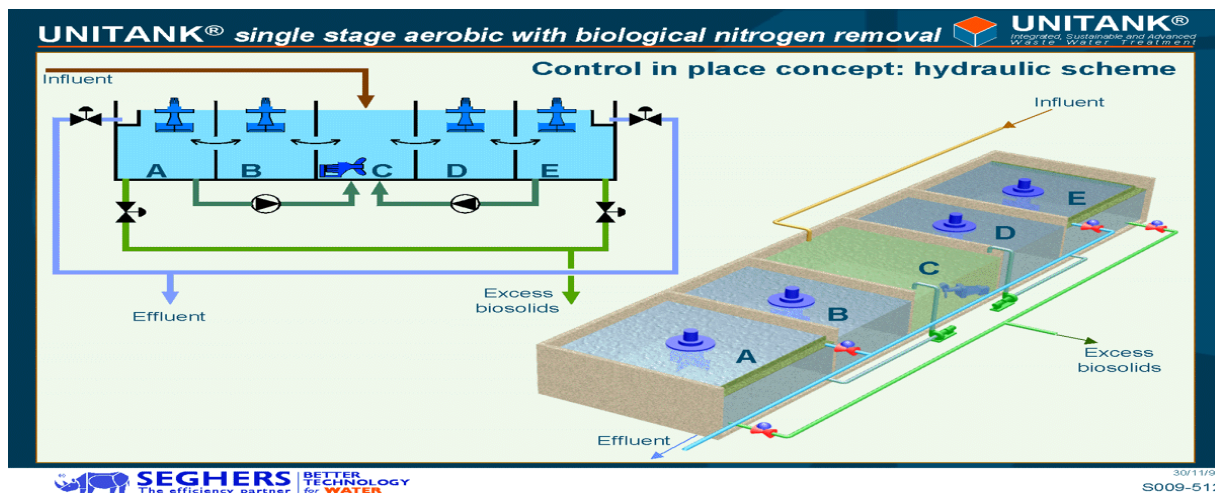
- Tanques de aeração contínua;
- Tanques que alternam as funções de aeração e de decantação.

Diferentemente da versão clássica do lodo ativado, elimina a necessidade de decantadores secundários implantados em unidades separadas, proporcionando assim um layout compacto que permite reduzir a área de implantação do tratamento.

Por intermédio da adequada configuração da cadeia do processo, esta modalidade de tratamento, por lodo ativado, permite atender, sem restrição, o que estabelece a legislação vigente, tanto em relação à classe do corpo receptor, quanto no que diz respeito ao padrão de emissão.

Além de permitir elevada remoção da carga orgânica, proporcionando uma eficiência de, no mínimo, 90% de redução de DBO_5 20°C , o tratamento por lodos ativados cíclico, atende com folga o limite de 20mg/l de nitrogênio amoniacal total, no efluente do tratamento, antes do lançamento no corpo receptor. As instalações construídas têm capacidade projetada para reduzir o teor de nitrogênio total no efluente tratado ao patamar de 10mg/l.

O UNITANK engloba 5 câmaras (ilustração a seguir), dispostas de modo a permitir que as duas câmaras (A e E) interligadas ao compartimento anóxico (C) funcionem em ciclos alternados, como tanque de aeração e decantador, razão pela qual esta variação do processo de lodo ativado tem a denominação de lodo ativado cíclico. Os dois outros compartimentos (B e D) funcionam sempre como reatores de aeração / nitrificação.



Em cada um dos compartimentos, exceto no compartimento anóxico de desnitrificação, encontra-se instalada uma malha de aeração com difusores de membrana de bolhas finas alimentados com ar proveniente de uma casa de sopradores. O compartimento anóxico central é provido de misturadores submersíveis que funcionam ininterruptamente. Os compartimentos que funcionam ora como tanques de aeração/nitrificação, ora como tanques de sedimentação, são dotados de vertedores e canaletas de saída.

Os principais componentes do tratamento da fase líquida da ETE são os seguintes:

- Grade grossa manual;
- Grade fina mecanizada, tipo arco;
- Caixa de areia quadrada, com raspadora de fundo e parafuso classificador;
- Rosca transportadora de areia;
- Lodo ativado cíclico “UNITANK”;
- Sopradores de embolo (ROOTS) para fornecimento de ar de processo;
- Desinfecção final com Raios Ultravioleta.

- **Condicionamento do Lodo Excedente gerado no Processo Biológico**

O condicionamento do lodo descartado do sistema UNITANK através da câmara dual em serviço como decantador compreende:

- Digestão aeróbia do lodo excedente;
- Espessamento do lodo digerido em adensadores por gravidade.
- Desidratação mecânica do lodo por centrifuga.

- **Digestão do Lodo Excedente**

O lodo em excesso descartado do sistema UNITANK é enviado, por bombeamento, ao digestor, onde ocorre a estabilização aeróbia do lodo mediante o processo de autodigestão onde o lodo se mineraliza (diminuição de conteúdos orgânicos voláteis), reduzindo em 30% a massa de sólidos voláteis (conversão em dióxido de carbono e água). A estabilização do lodo é necessária para evitar problemas de geração de odores, e proporciona um condicionamento para adequá-lo qualitativamente para a disposição final, em aterro sanitário. Adicionalmente gera economia por reduzir o volume de lodo para transporte até o local do aterro.

O digestor está equipado com uma rede de tubulação, com difusores de membrana de bolhas finas, alimentada com ar proveniente da casa de sopradores. Por intermédio de derivação própria feita na linha de descarga dos sopradores, partilha com os tanques de aeração as mesmas instalações da casa dos sopradores.

- **Adensamento do Lodo Digerido**

O lodo digerido no digestor é conduzido ao adensador de lodo onde, pela ação da gravidade, ocorre inicialmente a separação dos sólidos seguindo-se o espessamento e obtendo-se um lodo de fundo concentrado e com teor de sólidos tipicamente da ordem de 3%. A remoção do lodo acumulado é feita por bombeamento com o auxílio de uma ponte raspadora, dotada de pontaletes de adensamento para favorecer a separação entre a fase líquida e sólida e evitar a agregação dos sólidos em placas.

O clarificado do adensador é encaminhado por gravidade até caixa de drenagem UNITANK de onde é bombeado e retorna ao tanque Anoxico.

- **Desidratação do Lodo**

O lodo estabilizado e adensado é extraído do fundo do adensador, por bombeamento (1 bomba em serviço + 1 bomba stand-by), e enviado para a desidratação mecânica por decanter centrífugo, durante um período de 12 à 16 horas diárias, segundo o critério estabelecido como premissa de projeto. Quando houver a necessidade de se aumentar a concentração de sólidos no digestor e adensador, poderá ser feita recirculação de lodo do adensador ao digestor, desta forma aumenta a concentração de sólidos e mineralização do lodo.

O lodo adensado atinge concentração, expressa em teor de sólidos, de até 20% ao sair do decanter centrífugo, sendo necessário prévio acondicionamento com uma solução de polieletrólito. O lodo desidratado, ao sair da centrífuga, é descarregado numa rosca transportadora passando em seguida para uma caçamba de estocagem para posterior transporte e disposição final em aterro sanitário. De sua parte, o centrifugado (efluente líquido) é conduzido ao poço de sucção da elevatória própria, para ser bombeado ao UNITANK.

A solução de polieletrólito com concentração de 0,2% é preparada por uma unidade de preparo automático de polímero em granulado e água. Por intermédio de uma bomba dosadora é feita a aplicação do polieletrólito, em emulsão, na linha de lodo adensado, em local situado junto à entrada no misturador hidráulico (misturador estático).

Os principais componentes do tratamento da fase sólida da ETE são os seguintes:

- Digestor de lodos do tipo aeróbio;
- Adensador por gravidade de lodo excedente descartado do UNITANK;
- Sistema de preparação e de dosagem de polímero;
- Centrífuga de desidratação do lodo adensado;

- **Desodorização**

O esgoto que chega para ser tratado, em função do estado de septicidade que se encontra, promove a liberação de gases odoríficos ao passar pelas unidades integrantes do pré-tratamento (gradeamento e caixa de areia), em particular nos pontos de elevada turbulência: na queda dos vertedouros e nos desníveis ocasionados pela perda de carga em grades, dentre outros. Para evitar a exalação de odores nestas unidades e objetivando a proteção do entorno, está instalado um tratamento biológico de gases de exaustão através de biofiltração, pelo processo “SEGHERS bioclean”.

O ar confinado no pré-tratamento é extraído mediante exaustores centrífugos e forçado a passar através do sistema de eliminação de odores. Trata-se de um processo biofiltração onde os componentes responsáveis pelo odor são absorvidos e degradados mediante a ação de colônias de microorganismos fixadas sobre um meio suporte especial: leito composto de material orgânico.

O material orgânico normalmente consiste de casca de tronco, carvão, fibra de coco, ou outra mistura de alta performance. O meio filtrante serve como transportador para um biofilme de microorganismos e permite que eles cresçam e se multipliquem (fonte de

nutrientes). Os processos físicos num sistema imobilizado como este podem ser resumidos a seguir:

- O substrato passa por uma fase de transição de gás para líquido (absorção);
- O substrato é fixado à superfície do biofilme sólido (adsorção);
- A difusão do lado externo da camada de biofilme para o lado interno ocorre com biodegradação simultânea pelas bactérias para criar produtos livres de odores.

Enquanto realiza o processo de biodegradação, os microorganismos consomem oxigênio e nutrientes – tais como nitrogênio, fósforo, cálcio e ferro. Os produtos da degradação são: CO₂, água, sulfato e nitrato. O dióxido de carbono é removido pelo fluxo dos gases tratados.

- **Operação do UNITANK**

Em cada ciclo operacional principal, o escoamento do esgoto em tratamento, através das cinco câmaras, se desenvolve da seguinte forma: o esgoto proveniente da desarenação é introduzido na câmara anóxica, passando em seguida, por bombeamento, para uma das câmaras de função dual (aeração/decantação), em operação como tanque de aeração; na sequência o esgoto retorna ao tanque Anóxico e depois é conduzido às câmaras de aeração e, através de uma delas, é encaminhado para a câmara de dupla função em operação como decantador.

O ciclo operacional pleno, inclusive a fase intermediária focalizada adiante, é interrompido e o sentido do fluxo se inverte quando a capacidade de estocagem de sólidos no compartimento de decantação em operação atinge o limite de saturação, para que não ocorra perda excessiva de sólidos pelo efluente decantado.

Integrando os ciclos operacionais plenos, há uma fase intermediária para preparação (separação e espessamento dos sólidos dispersos) no novo compartimento dual que passará a funcionar como o novo decantador no ciclo operacional vindouro. Esta etapa operacional intermediária se desenvolve assim:

- Corta-se o fornecimento de ar para interrupção da mistura na câmara, (aeração/decantação), atuante como tanque de aeração, pelo fechamento da válvula solenóide da linha de alimentação de ar;
- como uma opção operacional para agilizar a fase intermediária, pode-se desligar também a bomba de recirculação que alimenta a câmara dual operativa como tanque de aeração/nitrificação para agilização da etapa de separação dos sólidos;

A duração da etapa intermediária é determinada em função das características próprias locais (características de sedimentabilidade dos sólidos, regime hidráulico e temperatura) e do estágio em que se encontra a operação (partida “start-up”), em estágio intermediário ou em regime operacional estável (stead-state). Tipicamente situa-se entre 40 a 80 minutos.

Cada ciclo operacional pleno começa pela fase de limpeza das canaletas de coleta e dos vertedores de saída da nova câmara dual operativa como decantador, desviando-

se o efluente durante os primeiros minutos (tipicamente 5 minutos), para caixa de drenagem, no retorna ao tanque Anoxico por bombeamento.

O lodo excedente removido do UNITANK é descartado da câmara de decantação/aeração, em serviço como decantador. O período de descarte é fixado em função da quantidade e das características do lodo acumulado. Constituindo-se também como fator de influência o estágio em que se encontra a operação: partida (start-up); em estágio intermediário, ou em regime operacional estável (stead-state).

- **Operação do Pré-tratamento**

O material retido nas grades grossas com dimensões maiores que 50 mm é removido manualmente com auxílio de rastelo e depositado em caçamba para posterior remoção e transporte até o local de destinação final.

O material retido na grade fina, com limpeza mecânica por braço rotatório, ao acumular-se entre as barras faz com que o nível hidráulico a montante, seja superior ao nível a jusante. O mecanismo de limpeza da grade poderá trabalhar no modo automático ou local. No automático a grade é acionada quando o desnível atinge o valor determinado pelo ponto de ajuste fixado pelo operador. Este mecanismo de limpeza remove o material retido e lança-o na rosca transportadora, a qual descarta o material na caçamba.

O mecanismo de limpeza da grade pode também ser acionado por função temporizada. Quando esta função é estabelecida como prioritária ela é automaticamente superposta pelo comando de acionamento pelo desnível, sempre quando a perda de carga máxima (desnível máximo) seja atingida.

O esgoto flui então pelo canal até ingressar no desarenador, onde por conta da baixa velocidade do escoamento, as partículas de areia igual ou superior a 0,2mm são retidas e se depositam no fundo. O material retido e acumulado no fundo é direcionado pelo braço do raspador motorizado ao parafuso classificador, sendo a areia lavada descarregada em caçambas e o líquido separado recirculado para a própria caixa de areia.

O esgoto livre de partículas de areia com dimensão igual ou superior a 0,2mm flui pelo vertedor sendo direcionado ao canal de alimentação do "UNITANK", onde a vazão é medida através de um medidor ultra-sônico instalado em uma Calha Parshall. Após a medição de vazão o esgoto adentra o Sistema "UNITANK".

- **Operação do Sistema de condicionamento do lodo excedente Descartado do UNITANK**

Operação do Digestor Aeróbio

O digestor recebe o lodo em excesso descartado do sistema UNITANK e, além disso, há também um aporte de lodo oriundo do adensador, através da recirculação adensador digestor. Assemelhando-se ao processo de lodo ativado, a recirculação do lodo adensado permite aumentar o período de residência celular do lodo em digestão e manter no interior do digestor um teor de sólidos 13 kg/m³ (1,3%), para permitir a

eficiência de 30% de remoção de voláteis, baseada num tempo de digestão de projeto da ordem de 08 dias de detenção dos sólidos.

O digestor funciona alternando períodos de mistura completa e intervalos de repouso, promovidos pela injeção ou interrupção da alimentação de ar, proveniente da casa dos sopradores através dos difusores, mediante manobras automáticas de abertura e fechamento de válvulas solenóide. Os intervalos de mistura e de repouso são fixados no sistema de supervisão e controle pela escolha de pontos de ajuste.

Operação do Adensamento

O adensador funciona por gravidade para espessamento do lodo oriundo da digestão em regime contínuo durante 24 horas. O espessamento dos sólidos é feito em dois estágios: em primeiro lugar dá-se a separação dos sólidos seguindo-se um processo de adensamento que aumenta com o tempo até um limite assintótico, que no caso de lodo digerido limita-se ao teor máximo de sólidos da ordem de 3%.

O lodo acumulado ao nível do fundo do adensador, com o auxílio de um braço raspador, por intermédio de bomba de cavidades progressivas, é enviado ora para as centrífugas de desidratação

Operação da Desidratação.

Os lodos oriundos do adensador são bombeados por meio de uma bomba para a entrada da Centrífuga, onde ocorre a separação entre sólidos e líquidos dentro de um tambor rotativo pela ação da força centrífuga reinante em seu interior. O lodo entra na centrífuga pelo tubo de alimentação e alcança a câmara de separação.

No processo de desidratação de lodos, para aumentar a eficiência, utiliza-se polieletrólito vindo das bombas dosadoras e entrando no misturador hidráulico. O polieletrólito favorece a agregação e, portanto, a sedimentação das partículas sólidas e é normalmente utilizado em estações de tratamento de efluentes.

Pela ação da força centrífuga os sólidos são empurrados para a parede do tambor, formando assim a torta que é transportada pela rosca sem fim e comprimida na parte cônica.

A torta desidratada deixa o decanter através de buchas com proteção contra desgastes, enquanto a fase líquida caminha no sentido contrário, saindo pelos cabeçotes de descarga.

Operação da Desodorização.

O tratamento dos gases para desodorização se dá pela passagem forçada do ar contaminado através do leito biológico. Para o adequado funcionamento do leito biológico há necessidade que ele seja mantido úmido pelo sistema de spray que espalha água sobre a superfície do leito, de funcionamento intermitente comandado por uma função temporizada.

Necessário que seja feita o revolvimento do leito biológico a fim de evitar a colmatação, além do controle de pH e temperatura.

1.2.4 AUTOMAÇÃO, CONTROLE E MONITORAMENTO DA OPERAÇÃO

O processo UNITANK envolve varias etapas sequenciais em regime operacional cíclico sendo imprescindível a automatização para comando e controle operacional do processo.

A operação da ETE é automatizada, tornando a operação simples e com um elevado grau de confiabilidade e flexibilidade. As funções do operador ficam, como regra, limitadas a fixação de pontos de ajuste em função de condicionantes operacionais e de parâmetros do processo, de acordo com os resultados das análises.

A ETE é controlada por um CLP Siemens (série S7-400) acoplados a 3 (três) cartões analógicos e a 9 (nove) digitais, que está interligado às estações de operação (work stations) do Centro de Controle Operacional (CCO) por uma rede de comunicação Ethernet. Existe também um outro CLP Allen Bradley (modelo SLC 5/05) que centraliza as informações de telemetria das elevatórias que o sistema abrange. A comunicação deste PLC e o CCO utiliza Ethernet TCP/IP.

A comunicação da Elevatória EEEB VT 05 é realizada através de sistema GPRS.

O monitoramento de telemetria consiste em verificação do status das bombas, além de bloqueio e desbloqueio e verificação de status de nível de extravasamento.

Para supervisão, comando e aquisição de dados (SCADA) utiliza-se o software Wonderware Intouch, que se distingue no gênero como um produto de boa qualidade. Trata-se de uma interface gráfica Homem/Máquina que oferece uma visão integrada de todos os recursos de controle e informação. O Intouch permite que engenheiros, supervisores, gerentes e operadores visualizem e interajam com toda a operação através de representações gráficas das etapas de processo.

Sob o comando do CLP, auxiliado pela transmissão, em cascata de sinais, os instrumentos (analísadores, sensores, controladores, temporizadores e interlocks – Interlock: Inibe o acionamento do equipamento em modo remoto automático e manual; Condição Automática: Habilita o equipamento em modo Automático) e os equipamentos mecanizados interagem para realizar o comando e controle de processo de tratamento em conformidade com os pontos de ajustes fixados e condições de funcionamento operacional estabelecidas nas estações de operação (work stations).

Há duas estações de operação (dois microcomputadores) integrando o CCO que são excludentes entre si no exercício das funções de controle e ajustes das condições de operação, ou seja, não operam simultaneamente realizando as mesmas funções de controle. O funcionamento realizando funções idênticas restringem-se ao campo da aquisição de dados, abrangendo: estado de funcionamento dos equipamentos, resultados operacionais e de desempenho, enfim, os dados supervisórios e registros operacionais - histórico.

Nos vídeos dessas estações navegam-se através de várias telas. Cada tela dispõe de um menu com botões de conexão (links) que permitem a seleção de telas e de funções chaves: telas sinóptica, telas de configurações, telas gerais e comandos.

As “Telas Sinópticas” apresentam as telas de Pré tratamento, UNITANK, Desidratação de lodo, Biofiltro, Adensador de lodos e sopradores. As “Telas de Configurações” apresentam as configurações da matriz e as configurações da tela sinóptica atual. As “Telas Gerais” tem acesso a Visualização geral da planta, ao Banco de dados, ao Histórico em formato Excel, as Totalizações dos alarmes e aos Contadores de horas de funcionamento dos motores. Já em “Comandos” acessa-se ao login para funcionamento, a opção de mudar o idioma, a impressão da tela e para reiniciar os alarme atuais.

O botão “Configurações” ativa diferentes telas de acordo com a atual tela sinóptica ativa, onde se podem introduzir valores, clicando-se no valor atual para adicionar um novo. Através desta tela, procedem-se as fixações dos pontos de ajustes do processo, estabelecem-se as prioridades para funcionamento dos equipamentos e se procedem as definições de condições operacionais como: tempo em funcionamento e de parada e definição de equipamentos prioritários.

O tratamento biológico pelo sistema “UNITANK” consiste em 40 fases de alimentação e 4 fases de não alimentação (NFR). Cada fase possui um tempo de duração (em min.) Uma fase com um tempo de ‘0’ (zero) não é executada. Essas fases são integradas na tela matriz com o formato apresentado no quadro seguinte (Matriz principal). Cada célula da matriz representa um elemento componente do sistema UNITANK (válvula de lavagem, válvula do efluente, válvula da aeração, extração de lodo, bomba de recirculação, misturadores, controle de oxigênio...). O supervisor de processo (operação) tem a competência para habilitação de elementos específicos que participam durante o desenvolvimento de uma mesma fase. Para prevenir que pessoas não autorizadas controlem a instalação, muitos níveis de senha são utilizados. Para controlar isso, os funcionários responsáveis pela operação precisam estar logados com determinada senha para ter acesso a certos níveis.

MATRIZ PRINCIPAL

No.	Tempo (min)	E1	E2	E4	E5	...	E15	E16
Ph1	T1							
Ph2	T2							
Ph3	T3							
...	...							
...	...							
Ph40	T40							
Ph41	T41							
Ph42	T42							
Ph43	T43							
Ph44	T44							

Regime de Alimentação

As 40 fases do ciclo automático são divididas em 2 fases principais e 2 fases intermediárias.

NOME DA FASE	ABREVIACÃO	Primeira sub-fase
FASE PRINCIPAL 1	(HF1)	1
FASE INTERMEDIÁRIA 1	(TF1)	17
FASE PRINCIPAL 2	(HF2)	21
FASE INTERMEDIÁRIA 2	(TF2)	37

Essas 40 fases, são executadas como um ciclo. No fim da fase 40, a fase 1 é reiniciada. Como pode ser notado, apenas as fases principais e intermediárias (alimentação do UNITANK) são previamente requisitadas na matriz de controle como subfases, sendo que para cada subfase específica são realizados comandos automáticos sobre os diversos equipamentos envolvidos na referida fase.

Regime de Não-Alimentação

No regime de não-alimentação procura-se manter os microrganismos do lodo em boas condições enquanto não há fornecimento de efluente.

Há várias causas possíveis para início do regime de não alimentação, por exemplo, alarme de baixa pressão na linha de ar para instrumentos.

O tempo de atraso anterior ao início do regime de não-alimentação é ajustável.

O regime de não-alimentação consiste em quatro fases:

FASE 41: aeração

Todos os tanques são aerados e agitados

FASE 42 : sedimentação

Nenhum tanque é aerado ou agitado

FASE 43: fim do regime de não-alimentação

Nenhum tanque está aerado ou agitado

Essa fase fica ativa até não haver aeração durante um tempo mínimo (incluindo o tempo da fase 42). O tempo mínimo para a fase 43 é o tempo de sedimentação.

FASE 44 : lavagem prolongada

Nessas fases, os canais de saída de efluente são lavados. Após o regime de não-alimentação, o Unitank retornará ao regime normal de alimentação, iniciando na primeira sub-fase.

2. ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A operação da ETE deverá alcançar minimamente resultados de eficiências compatíveis com a capacidade técnica do processo UNITANK que foi concebido,

dimensionado e projetado para proporcionar um efluente tratado com as seguintes características qualitativas, para atender as necessidades estabelecidas pela legislação vigente para o corpo receptor (CONAMA 357/05), CONAMA 430/11 e COMDEMA 02/1991 que regula os padrões de lançamento):

Concentração de DBO, mg/l	<= 30
Concentração de DQO, mg/l	<=200 para DQO média do afluente de 674 mg/l
Concentração Sólidos Totais em Suspensão (mg/l)	<=70
Materiais Sedimentáveis (ml/l) em teste de 1 hora em cone Imhoff.	<=1,0
Nitrogênio Total (mg/l)	<=35
Nitrogênio Amoniacal Total (mg/l)	<=20
Óleos e graxas minerais (mg/l)	<=20
Óleos vegetais e gorduras animais (mg/l)	<=50
Oxigênio dissolvido (mg/l)	>0,5
Temperatura (°C)	<40
pH	5,00 – 9,00
Materiais flutuantes	ausentes
Coliformes Termotolerantes	Máx. 1.000 NMP/100ml
Escherichia Coli	600 NMP/100 ml
Turbidez	20 NTU

Obs. 1: Os valores dos limites das concentrações dos parâmetros acima poderão ser acrescidos dos percentuais de erro considerados nas metodologias de cada parâmetro, em caso de eventuais desvios dos resultados apresentados.

Obs. 2: Quando houver lançamento de chorume junto com esgoto bruto e as características físico-químicas do esgoto afluente à ETE forem alteradas, poderá ser admitida, após análise da fiscalização, uma DBO do efluente final até 40 mg/l.

A operação da ETE deve também atingir aos seguintes resultados:

- ✓ O odor do gás tratado, após passar pelo sistema de desodorização, deve ficar abaixo do limite olfação de uma pessoa 5 ppm a uma distância de 10m;
- ✓ A torta desidratada deve apresentar teor de sólidos (SST) => a 15%, em peso.

Os resíduos sólidos gerados na ETE devem ter destinação adequada ambientalmente, de acordo com a legislação vigente.

2.2 NÍVEIS DE MONITORAMENTO

2.2.1 Monitoramento on-line

O monitoramento realizado através dos instrumentos e analisadores on-line abrangerá os seguintes dados e parâmetros de processo:

- Vazão de entrada;
- Potencial redox na câmara anóxica;
- Turbidez do efluente tratado;

- Vazão do efluente pós decantador.
- Medidor de nível da caixa de drenagem do UNITANK,
- Medidor de nível do tratamento preliminar.

Todos os medidores online devem possuir certificados de calibração e verificação dentro do período de validade.

2.2.2 Monitoramento através de análises físico-químico, bacteriológica, microbiológica de laboratório e no campo

O quadro seguinte estabelece com que periodicidade deve ser realizada as coletas de amostras para execução das análises operacionais e de atendimento a condicionantes da licença ambiental de operação, da ETE e corpo receptor do efluente. Esse monitoramento não deve ser tomado como padrão, uma vez que, órgãos de controle ambiental podem solicitar novos parâmetros e/ou periodicidade.

PARÂMETRO	Pontos de Amostragem	Frequência
pH	Esgoto bruto (canal de entrada)	Diária
	Efluente tratado final	Diária
	Biofiltro	Semanal
	Corpo receptor (6 pontos)	Mensal
Temperatura	Esgoto bruto (canal de entrada)	Diária
	Efluente tratado final	Diária
	Corpo receptor (6 pontos)	Mensal
Condutividade	Esgoto bruto (canal de entrada)	Diária
	Efluente tratado final	Diária
	Corpo receptor (6 pontos)	Mensal
Turbidez	Esgoto bruto (canal de entrada)	Diária
	Efluente tratado final	Diária
	Corpo receptor (6 pontos)	Mensal
Potencial Redox	Corpo receptor (6 pontos)	Mensal
Salinidade	Corpo receptor (6 pontos)	Mensal
Cor Real	Esgoto bruto (canal de entrada)	Diária
	Efluente tratado final	Diária
	Corpo receptor (6 pontos)	Mensal
Transparência da água	Corpo receptor (6 pontos)	Mensal
Umidade	Biofiltro	Semanal
	Centrífuga (lodo)	3 vezes/semana
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	Esgoto bruto (canal de entrada)	Semanal
	Efluente tratado final	Semanal
	Corpo receptor (6 pontos)	Mensal
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	Esgoto bruto (canal de entrada)	Semanal
	Efluente tratado final	Semanal
	Corpo receptor (6 pontos)	Mensal

Carbono Orgânico total	Corpo receptor (6 pontos)	Mensal
Oxigênio Saturado	Corpo receptor (6 pontos)	Mensal
Oxigênio Dissolvido (OD)	Esgoto bruto (canal de entrada)	Semanal
	Tanque de aeração	Diária (3 tanques)
	Efluente tratado final	5 vezes/semana
	Corpo receptor (6 pontos)	Mensal
Sólidos Suspensos Totais (SST)	Esgoto bruto (canal de entrada)	Semanal
	Efluente tratado final	Semanal
	Câmara anóxica	3 vezes/semana
	Tanque de Aeração	3 vezes/semana
	Tanque Digestor	3 vezes/semana
	Bomba de lodo	Semanal
	Corpo receptor (6 pontos)	Mensal
Sólidos Suspensos Voláteis (SSV)	Tanque de Aeração	3 vezes/semana
	Tanque Digestor	3 vezes/semana
	Bomba de lodo	Semanal
Sólidos Sedimentáveis (SSed)	Esgoto bruto (canal de entrada)	Diária
	Efluente tratado final	Diária
	Tanque de Aeração	Diária
Sólidos Dissolvidos	Corpo receptor (6 pontos)	Mensal
Sólidos Totais (ST)	Tanque Adensador (Efluente)	3 vezes/semana
	Tanque Adensador (lodo)	3 vezes/semana
	Centrífuga (lodo)	3 vezes/semana
	Centrífuga (Efluente)	Semanal
	Tanque Digestor	3 vezes/semana
	Corpo receptor (6 pontos)	Mensal
Surfactante	Esgoto bruto (canal de entrada)	Quinzenal
	Efluente tratado final	Quinzenal
Nitrogênio Total (NT)	Esgoto bruto (canal de entrada)	Quinzenal
	Efluente tratado final	Quinzenal
Nitrato (NO ₃)	Esgoto bruto (canal de entrada)	Quinzenal
	Efluente tratado final	Quinzenal
	Câmara anóxica	Mensal
	Corpo receptor (6 pontos)	Mensal
Nitrito (NO ₂)	Esgoto bruto (canal de entrada)	Quinzenal
	Efluente tratado final	Quinzenal
	Corpo receptor (6 pontos)	Mensal
Nitrogênio Amoniacal (NH ₄)	Esgoto bruto (canal de entrada)	Quinzenal
	Efluente tratado final	Quinzenal
	Corpo receptor (6 pontos)	Mensal
Nitrogênio Kjeldahl (TKN)	Esgoto bruto (canal de entrada)	Quinzenal
	Efluente tratado final	Quinzenal
Fósforo Total	Esgoto bruto (canal de entrada)	Mensal

	Efluente tratado final	Mensal
	Corpo receptor (6 pontos)	Mensal
Cloreto	Esgoto bruto (canal de entrada)	Semanal
	Efluente tratado final	Semanal
Óleos e graxas	Esgoto bruto (canal de entrada)	Quinzenal
	Efluente tratado final	Quinzenal
	Corpo receptor (6 pontos)	Mensal
Coliformes Fecais	Esgoto bruto (canal de entrada)	Semanal
	Efluente tratado final	Semanal
	Corpo receptor (6 pontos)	Mensal
Escherichia Coli	Esgoto bruto (canal de entrada)	Semanal
	Efluente tratado final	Semanal
Salmonella	Efluente tratado final	Mensal
Giárdia	Efluente tratado final	Mensal
Ascarida	Efluente tratado final	Mensal
Ovos de Helminthos	Efluente tratado final	Mensal
Pesquisa Microscópica	Tanque de aeração	2 vez/semana
Alumínio (Al)	Corpo receptor (6 pontos)	Mensal
Zinco (Zn)	Corpo receptor (6 pontos)	Mensal
Cádmio (Cd)	Corpo receptor (6 pontos)	Mensal
Chumbo (Pb)	Corpo receptor (6 pontos)	Mensal
Cobre dissolvido (Cu)	Corpo receptor (6 pontos)	Mensal
Ferro (Fe)	Corpo receptor (6 pontos)	Mensal
Sulfeto Total	Corpo receptor (6 pontos)	Mensal
Cianeto	Corpo receptor (6 pontos)	Mensal
Cloro Residual Total (CRT)	Caminhão abastecido com água de reúso / Efluente tratado final	Semanal
Cloro Residual Livre (CRL)	Caminhão abastecido com água de reúso / Efluente tratado final	Semanal

Obs.: As amostras para análises deverão coincidir os dias e horários de coletas, para auxiliar na avaliação do processo de tratamento.

2.3 PARÂMETROS DE REFERÊNCIA

2.3.1 GRADEAMENTO

- Retenção dos sólidos com dimensão igual ou superior ao espaçamento entre as barras das grades (6mm);

2.3.2 CAIXA DE AREIA

- Retenção de partículas de areia com dimensão igual ou superior a 0,2mm.
- Teor de matéria orgânica da areia removida nas caixas de areia= $\leq$ 15% representado pela relação ST/SV

2.3.3 UNITANK

- Eficiência de remoção de DBO₅20°C $\geq 90\%$ ou, no mínimo 30 mg/l de DBO₅20°C no efluente tratado.
 - Concentração máxima de DQO no efluente tratado ≤ 200 mg/l.
 - Teor máximo de SST no efluente tratado ≤ 70 mg/l
 - Nitrogênio Total no efluente tratado ≤ 35 mg/l
 - Teor máximo de Nitrogênio Amoniacal Total no efluente tratado ≤ 20 mg/l
 - Materiais Sedimentáveis (ml/l) $< 0,5$
 - Óleos e graxas no efluente tratado < 20 mg/l
 - Oxigênio dissolvido no efluente $> 0,5$.
 - Turbidez < 100 UNT
 - Concentração de sólidos no tanque de aeração = 4kg/m³
 - Concentração de sólidos na câmara anóxica = 4kg/m³
 - Potencial redox negativo na câmara anóxica = 50-100 mV
 - Teor máximo de Oxigênio dissolvido na câmara anóxica $< 0,5$ mg/l
 - Oxigênio dissolvido na câmara de aeração = 1 a 3 mg/l
 - Relação alimento/microorganismo = 0,2 kg DBO₅20°C/kg de SSV
 - Idade do lodo = 6,6 dias
- Eficiência de redução de coliformes > 1 log
- Índice volumétrico do lodo < 150 .
 - Lodo produzido entre 0,8 a 1 kg SST/kg DBO₅20°C aplicado.
 - NO₃ tanque anóxico < 1 mg/l
 - SSed tanque de aeração valores normais: < 500 ml/l
 - SST tanque de aeração: valores normais: entre 2 e 5mg/l (para medir a concentração de lodo é a região mais próxima possível do tanque anóxico e do tanque de aeração)
 - Concentração de oxigênio dissolvido nos tanques de aeração valores normais: 1.5 - 3,5 mg/l.

2.3.4 DIGESTOR AERÓBIO

- Eficiência de remoção de sólidos voláteis $\geq 30\%$
- Concentração de sólidos no tanque de digestão = 13kg/m³
- Concentração de sólidos (média diária) no efluente do digestor = 9,19 kg/m³
- Tempo de retenção dos sólidos = 8 dias.

2.3.5 ADENSAMENTO

- Eficiência de captura de sólidos $\geq 85\%$
- Teor de sólidos do lodo adensados $\geq 3\%$
- Teor de sólidos no efluente líquido = 200mg/l

2.3.6 DESIDRATAÇÃO

- Eficiência de captura de sólidos $\geq 95\%$
- Teor de sólidos do lodo adensados $\geq 25\%$
- Teor de sólidos no efluente líquido = 200mg/l

2.3.7 DESINFECÇÃO COM UV

- Eficiência de redução de coliforme = 4 a 5 log

3 RELATÓRIOS DOS RESULTADOS OPERACIONAIS E DE DESEMPENHO

Os relatórios mensais das unidades afetas ao contrato (ETEs e EEEBs) deverão ser elaborados com as informações de cada unidade e suas particularidades conforme descrito no edital.

DESCRITIVO OPERACIONAL

ETE MULEMBÁ II

VITÓRIA

ETE MULEMBÁ II – Vitória

1. PROJETO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

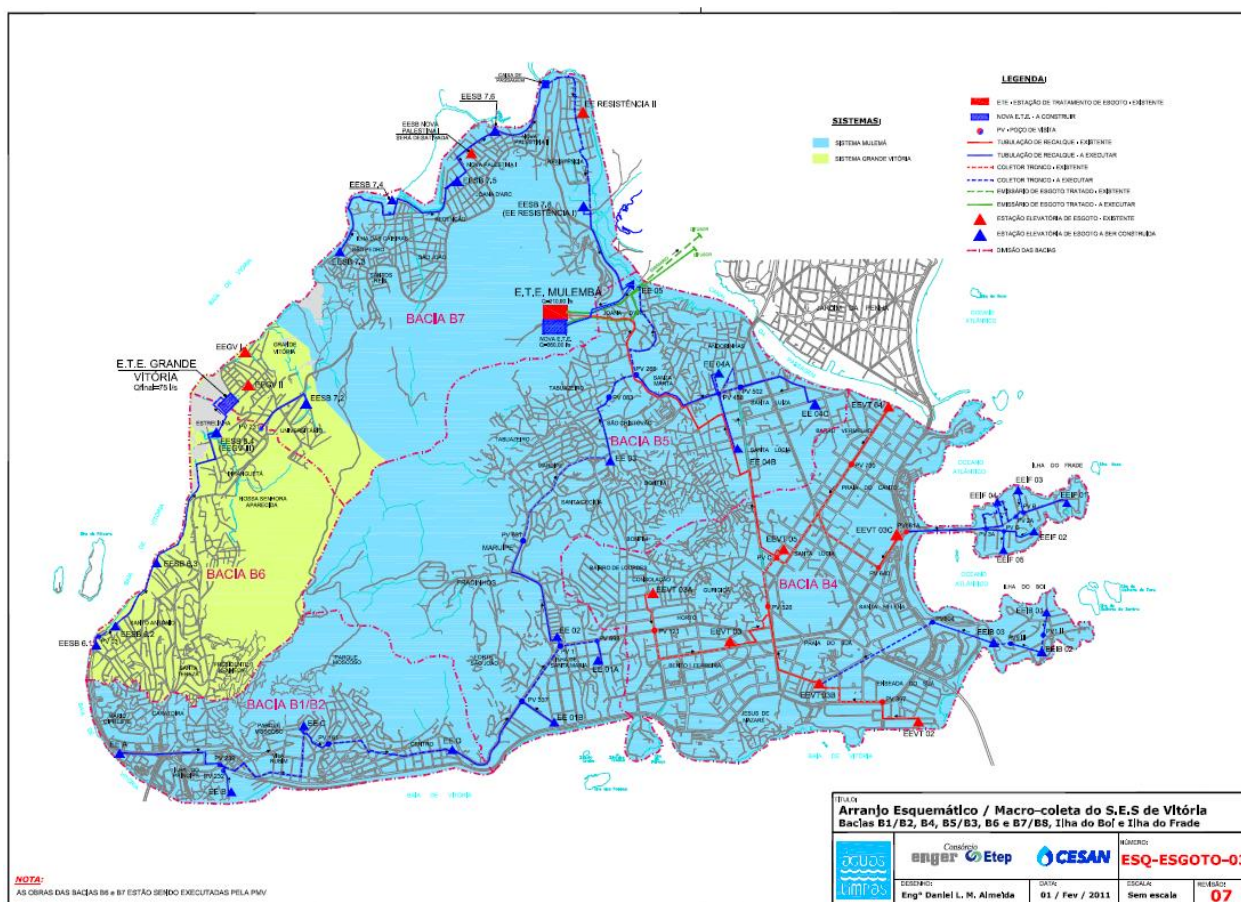
Localização das unidades:

ETE Mulembá II: Rua Miguel Arcanjo Moreira, Joana D'arc, Vitória.

EEEB-05: Rua Ozias Sarmento Rodrigues, Joana Darc, Vitória (próximo a EMEF Prof. Vercenílio da Silva Pascoal).



Localização das unidades.



Localização das unidades e linhas de recalque.



Foto da ETE Mulembá I e II (Google Earth)

1.2 ETE MULEMBÁ II

1.2.1 CAPACIDADE REQUERIDA DO TRATAMENTO DA ETE MULEMBÁ II

Conforme Manual de Operação, a ETE recebendo um afluente com as características quantitativa e qualitativa relacionadas no quadro nº1, o processo de tratamento biológico do tipo UNITANK, em conjunto com o pré-tratamento, tem capacidade para gerar um efluente tratado com as características indicadas no quadro nº2.

QUADRO 1

CARACTERÍSTICAS DO ESGOTO AFLUENTE CONSIDERADAS PARA PROJETO

População (habitantes)	
Vazões	
Média/hora (m3/hora)	1.296
Máxima/hora (m3/hora)	2.333
Média/dia (m3/dia)	31.104
Parâmetros	
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO ₅ 20°C)	
• Concentração média (mg/l)	296
• Carga diária (kg de DBO ₅ 20°C/dia)	9.207
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	
• Concentração média (mg/l)	674
• Carga diária (kg de DQO/dia)	20.964
Sólidos Totais em Suspensão (SST)	
• Concentração média (mg/l)	267
• Carga diária (kg de SST/dia)	8.305
Nitrogênio Total	
• Concentração média(mg/l)	61,6
• Carga diária (kg de N/dia)	1.916
Temperatura média (°C)	27

QUADRO 2

CARACTERÍSTICAS DO ESGOTO TRATADO

Eficiência de remoção de (DBO ₅ 20°C)	>=90%
Concentração de DQO, mg/l.	<=200
Concentração Sólidos Totais em Suspensão (mg/l)	<=30
Materiais Sedimentáveis (ml/l) em teste de 1 hora em cone Imhoff.	<= 0,5
Nitrogênio Total (mg/l)	=< 15
Óleos e graxas (mg/l)	<=20
Oxigênio dissolvido (mg/l)	>0,5
Temperatura (°C)	<40

1.2.2 CAPACIDADE EFETIVA DA ETE

A ETE MULEMBÁ II apresenta capacidade de projeto, e desempenho operacional que permitem atingir o padrão qualitativo estabelecido, no Manual de Operação, para o efluente tratado confirmado pelos resultados analíticos apresentados no quadro abaixo.

QUADRO 3
Valores Médios do esgoto no Ano de 2019

Parâmetros	Afluente	Efluente
Temperatura, °C	28,5	28,5
pH	6,80	6,75
Oxigênio dissolvido, mg/l	-	5,70
DBO ₅ 20°C, mg/l	211	16,8
DQO, mg/l	447	48,9
Óleos e Graxas, mg/l	44,7	11,8
Sólidos Suspensos Totais, mg/l	161	12,4
Materiais Sedimentáveis, ml/l	1,25	0,1
Materiais Flutuantes	-	Ausente
Nitrogênio Total, mg/l	48,1	16,9
Nitrito, mg/l	0,04	0,31
Nitrato, mg/l	0,72	4,15
Nitrogênio Amoniacal, mg/l	34,6	6,28
Nitrogênio Kjeldahl, mg/l	47,3	12,5
Fósforo, mg/l	5,37	1,73
E. Coli, NMP/100 ml	7,07E+7	12,4
Turbidez, NTU	-	2,13
Condutividade, mS/cm	5,52	4,81
Cloreto, mg/l	1.413	861

É permitido identificar pelo projeto e memórias de dimensionamento, que no tocante a eficiência de remoção de nitrogênio, pode-se obter um efluente tratado com teor de nitrogênio total reduzido (nitrogênio amoniacal + nitratos) no patamar de 15 mg/l, inferior ao limite estabelecido de 35mg/l.

1.2.3 O SISTEMA DE TRATAMENTO

A ETE MULEMBÁ II foi construída para atender uma vazão média de 31.104 m³/dia de esgoto doméstico.

DIMENSIONAMENTO DAS INSTALAÇÕES / EQUIPAMENTOS	
TRATAMENTO PRELIMINAR	
GRADE GROSSA	
Tipo	Manual
Vazão máxima de Entrada	Q = 2.333 m ³ /h

Velocidade através das grades	$V_g = 0,9 \text{ m/s}$
Espessura das barras	$t = 6 \text{ mm}$
Espaçamento entre as barras	$a = 40 \text{ mm}$
PENEIRA FINA AQUA-STEP	
Tipo	Mecanizada
Vazão máxima de Entrada	$Q = 2.333 \text{ m}^3/\text{h}$
Velocidade através das grades	$V_g = 1,2 \text{ m/s}$
Espaçamento das barras	$t = 3 \text{ mm}$
CAIXA DE AREIA	
Tipo	Mecanizada
Vazão máxima de Entrada	$Q = 2.333 \text{ m}^3/\text{h}$
Taxa de escoamento superficial máxima	$q_{\text{max}} = 60 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{h}$
Altura do nível líquido	$NA = 0,61 \text{ m}$
Volume individual	$V_{\text{unit}} = 22,70 \text{ m}^3$
Tempo de detenção médio	$t_d = 35 \text{ s}$
Taxa de escoamento superficial	$q = 63 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{h}$ 1 unidade operando
TRATAMENTO BIOLÓGICO (AQUATANK)	
Vazão média	$Q = 1296 \text{ m}^3/\text{h}$
TANQUE ANÓXICO	
Comprimento	$C = 21,5 \text{ m}$
Largura	$L = 21,5 \text{ m}$
Nível de água	$NA = 5,5 \text{ m}$
Volume	$V = 2542 \text{ m}^3$
TANQUES DE AERAÇÃO/SEDIMENTAÇÃO	
Volume	$V = 2542 \text{ m}^3$
Quantidade	2 unidades
Comprimento	$C = 26 \text{ m}$
Largura	$L = 21,5 \text{ m}$
Nível de água	$NA = 5,5 \text{ m}$
Volume por unidade	$V = 3075 \text{ m}^3$
TANQUES DE AERAÇÃO	
Volume	Aproxim = 3447 m^3
Quantidade	2 unidades
Comprimento	$C = 36,75 \text{ m}$
Largura	$L = 20,00 \text{ m}$
Nível de água	$NA = 5,5 \text{ m}$
Volume por unidade	$V = 4043 \text{ m}^3$
CÂMARA DE DRENAGEM DO AQUATANK	
Volume de limpeza dos vertedores	$V_{\text{vert}} = 217 \text{ m}^3$
Comprimento	$C = 7,35 \text{ m}$
Largura	$L = 15,75 \text{ m}$
Nível de água	$NA = 1,9 \text{ m}$
Volume por unidade	$V = 220 \text{ m}^3$

Vazão Bomba	Qdren = 120 m³/h
DIGESTOR DE LODOS	
Comprimento	C = 31,1 m
Largura	L = 24 m
Nível de água	NA = 5,5 m
Volume	V = 4105 m³
ADENSADOR DE LODOS	
Carga de lodo a adensar	6368 kgSST/dia
Total de lodos	10083 kgSST/dia
Concentração esperada do lodo do digestor	TS = 0,97 %
Vazão de lodo a adensar	Q = 1033 m³/dia
Concentração esperada do lodo adensado	TS= 6 %
DESIDRATAÇÃO	
Carga de lodo a desidratar	6368 kgSST/dia
Número de equipamentos	2
Volume de lodo a desidratar por dia	V = 53 m³/dia/equipamento
Horas de funcionamento	t = 10 horas/dia
Volume de lodo a desidratar por hora	V = 5 m³/h / equipamento
Concentração do lodo após desidratado	TS = 20 %
Volume de lodo desidratado por dia	V = 32 m³/dia
DESINFECÇÃO POR U.V.	
Vazão Máxima	2333m³/h
Número de bancos de U.V.	02 (operando em série)
Número de Lâmpadas por banco	64 (Total 128 lâmpadas)

DESCRIÇÃO DO FLUXO PRINCIPAL DE TRATAMENTO DO ESGOTO

• Caixa Divisora de Vazão

O esgoto sanitário gerado pela população atendida pela ETE Mulembá é recolhido na Caixa Divisora de Vazão, que possui duas saídas à gravidade: uma para a ETE Mulembá I e outra para a ETE Mulembá II. As vazões médias respectivas são 734 m³/h e 1.296 m³/h.

A divisão de vazão é realizada através das comportas vertedoras automáticas CV-001 A/B.

A vazão de tratamento é realizada pelo o operador no qual comanda a comporta via Supervisório, ou via chave comutadora no campo.

Com a informação das vazões de chegada, fornecidas pelos medidores de vazão instalados na entrada de cada ETE, o operador poderá informar, em porcentagem, a vazão que deve seguir para cada ETE.

A caixa divisora é provida de um medidor de nível do tipo ultrassônico, cuja função é evitar apresentar o nível da caixa.

A comporta manual fica normalmente aberta e serve para isolar os septos da Caixa Divisora de Vazão para eventuais serviços de limpeza/manutenção.

As adufas de fundo ficam normalmente fechadas e devem ser abertas esporadicamente com a finalidade de drenar a areia acumulada na Caixa Divisora. A princípio, poderá ser adotada frequência de abertura uma vez por dia. Manualmente, abrir totalmente e fechar logo em seguida. O destino da areia drenada será uma caixa de areia, da qual é encaminhada via parafuso classificador para uma caçamba.

A partir deste ponto abordaremos apenas a operação da ETE Mulembá II.

- **Pré-Tratamento**

Ao ser recolhido na Caixa Divisora de Vazão o esgoto sanitário é encaminhado para um canal coletor, passando por duas etapas de pré-tratamento para remoção de sólidos grosseiros.

A primeira etapa consiste na passagem do esgoto sanitário por uma Grade Manual, fabricada em aço carbono, com espaçamento entre barras de 40 mm. Para proceder à limpeza das grades manuais os sólidos retidos e acumulados nas barras inclinadas devem ser removidos manualmente através de rastelos, para posterior descarte nas caçambas que servem ao tratamento Preliminar.

A Grade Manual foi dimensionada para a vazão máxima de tratamento de $2.333 \text{ m}^3/\text{h}$. Após o gradeamento grosseiro o esgoto é encaminhado às grades finas mecanizadas “AquaStep” cuja função é reter sólidos com dimensões superiores a 3 mm.

As grades mecanizadas, também denominadas peneiras finas modelo “AquaStep”, operam na configuração 2+1Reserva e foram dimensionadas de tal forma que duas delas atendam a vazão máxima de tratamento de $2.333 \text{ m}^3/\text{h}$.

As Grades Mecanizadas são controladas pelo medidor de nível LT-101A instalado a montante das grades. Quando o nível alto pré-setado é atingido, as grades entram em operação e dão um giro, fazendo com que os degraus se movam por um ciclo, o qual é interrompido por um sensor de posição montado no eixo do equipamento.

Quando qualquer uma das grades mecanizadas é ligada, automaticamente a Rosca Transportadora inicia seu ciclo operacional.

Após passagem do esgoto pelas Peneiras AquaSteps, este é encaminhado para as Caixas de Areia. A operação será realizada com uma das caixas de areia em funcionamento e outra em stand-by, porém ambas podem ser colocadas em operação simultaneamente, sendo esta uma escolha operacional.

As Caixas de Areia possuem braços raspadores de ação circular que encaminham a areia sedimentada para o poço de descarga, onde um parafuso classificador transfere a areia depositada no fundo do poço para uma caçamba localizada externamente ao tratamento preliminar.

Ainda no pré-tratamento existem duas comportas que servirão para auxiliar o processo de bypass da ETE.

Em seguida, após as etapas de remoção de sólidos grosseiros e areia, o esgoto pré-tratado segue pelo canal de entrada passando pela calha Parshall onde é medido volume de esgoto de entrada e em seguida chega ao tanque Anoxico.

- **Tratamento de gases e odores**

Os gases produzidos no pré-tratamento são recolhidos por tubulações localizadas no canal de entrada das grades mecanizadas e em cada caixa de areia.

O gás é extraído via exaustor para o sistema de eliminação de odores, um processo biológico em que os componentes responsáveis pelo odor são absorvidos e degradados por uma colônia de micro-organismos suportada em um meio especial (biofiltração).

Sistema de desodorização funciona em automático no que se refere ao filtro biológico para manter a faixa de umidade prevista visando manter as colônias de seres vivos em boas condições. Assim sendo, a operação do sistema de desodorização praticamente exige apenas a observação e controle operacionais (pH, temperatura e umidade) para bom funcionamento.

O ar confinado dentro destes volumes serão recirculados dez vezes por hora. Assim sendo o volume a ser tratado sempre é maior do que o volume real dos pontos críticos quanto à exalação de odores, exigindo a utilização de dutos dimensionados para possibilitar a renovação pretendida com a menor perda de carga (diâmetro econômico). O ar a ser tratado é exaurido dos locais determinados no projeto através destes dutos que são acoplados a um exaustor dimensionado para succionar os gases e inseri-los no filtro biológico para tratamento.

- **Operação do AQUATANK**

O tratamento biológico é realizado no “AQUATANK”, e este é constituído por cinco compartimentos comunicantes hidraulicamente entre si, sendo um anóxico, dois de aeração e dois de aeração/decantação.

O compartimento anóxico conta com dois misturadores submersos e duas bombas de recirculação. Os misturadores submersos têm a função de proporcionar mistura e homogeneidade satisfatória neste compartimento. As duas bombas de recirculação interna, com válvula Flap, conduzem a vazão variável (controle pelo inversor de frequência) ao tanque de aeração/decantação.

Os tanques de aeração e os tanques de aeração/decantação possuem sistema de ar difuso tipo bolha fina, que são alimentados pelos sopradores de ar e têm a função de aerar os tanques e manter a mistura homogênea.

Fazem parte dos tanques de aeração/decantação os módulos tubulares que promovem a sedimentação do lodo quando os difusores não estão aerando.

Ao centro dos tanques de aeração/decantação existem defletores em concreto e tubulação embutido em forma de “L” (deitado) que faz a comunicação hidráulica entre os tanques de aeração/decantação e aeração. Além disso, as comportas automáticas auxiliam na comunicação hidráulica entre os compartimentos, e são comandadas via CLP. As comportas servem como isolamento dos tanques de decantação, sendo uma fechada quando a lógica seleciona um dos TQ-201A ou TQ-201E como tanque de decantação.

O fluxo na comunicação hidráulica entre os tanques pode ser revertido, dependendo da fase do processo. Essa reversão é controlada via CLP (Controle Lógico Programável), assim como as

válvulas automáticas de saída de esgoto e de água de lavagem, e válvulas automáticas de entrada de ar soprado.

O esgoto tratado é separado do lodo ativado por sedimentação acelerada por meio dos módulos de sedimentação tubulares, o lodo então sedimentado é bombeado ao digestor de lodo, enquanto o esgoto tratado extravasa através de canaletas vertedoras.

De forma controlada e totalmente automática, parte do lodo produzido no processo biológico é descartado periodicamente dos compartimentos de sedimentação, mediante válvulas automáticas tipo diafragma e bombas que enviam este lodo para tratamento.

Em cada período de descarte de efluente tratado, se realiza uma lavagem automática das canaletas vertedoras para eliminar o lodo depositado dentro delas. Durante este período de lavagem, o efluente não se dirige à descarga final, e sim, retorna para o início do tratamento biológico. Para isso, e mediante válvulas automáticas tipo borboleta, se descarta em um tanque de drenagem, onde duas bombas (1 + 1 stand-by), se encarregam de reconduzi-lo a entrada do AQUATANK.

A operação do sistema AQUATANK (válvulas, comportas, bombas e agitadores) é automatizada e controlada por um programa de funcionamento cíclico instalado em um CLP.

O efluente tratado biologicamente é descarregado por gravidade em um canal com um medidor tipo Calha Parshall, para medição, registro da vazão e totalização, antes de seu destino final.

- **Desinfecção por Radiação Ultravioleta**

O esgoto tratado no sistema biológico AQUATANK é descartado em canal aberto e passa pela Calha Parshall para medição de vazão e totalização através do transmissor e monitoramento da turbidez, com indicação local e remota no Supervisório.

Em seguida o efluente passa pelo sistema de desinfecção por radiação com luz ultravioleta.

As lâmpadas do sistema de desinfecção de UV são de baixa pressão e alta intensidade com transmitância de 95%. Possuem eficiência de desinfecção tal que garante ao efluente um nível de desinfecção de 99,9% em 80% das amostras, considerando uma média geométrica de 30 dias, se o esgoto tratado possuir no mínimo 65% de transmitância medida em espectrofotômetro a 254 nm e no máximo 30 mg/L de SST.

O sistema foi projetado para operar com 2 bancos em série. Em caso de necessidade de parada para manutenção, um banco deverá ser içado, facilitando as operações de manutenção e limpeza.

- **Tratamento dos Sólidos**

Digestão do lodo biológico

O lodo em excesso gerado no processo de tratamento biológico é transferido do sistema AQUATANK através das bombas ao digestor aeróbio. Este tanque possui uma capacidade de armazenamento de 3.919m³. Nele ocorre a estabilização do lodo mediante o processo de autodigestão em que o lodo tanto se mineraliza (diminuição do conteúdo orgânico medido em Sólidos em Suspensão Voláteis), quanto se reduz em massa (conversão em dióxido de carbono e água). A estabilização evita formação de odores.

O Digestor Aeróbio é alimentado de modo intermitente, pelas bombas de excesso de lodo com vazão de 97m³/h. Esta bomba opera pela matriz de controle do AQUATANK.

O lodo estabilizado pode ser centrifugado direto do digestor, ou bombeado para digestor da ETE I e centrifugado na ETE I ou ETE II.

O Digestor Aeróbio está equipado com 768 difusores de tipo bolha fina, alimentado pelos sopradores de ar. A concentração de oxigênio dissolvido no digestor deve ser em torno de 1,0 a 1,5 mgO₂/L.

Adensamento do lodo biológico

O lodo estabilizado no Digestor é transferido através das bombas para um dos adensadores mecânicos de lodo.

Na entrada de cada um dos adensadores existe um tanque de floculação, que é responsável pelo processo de coagulação do lodo, onde é adicionada a solução de polímero 0,3%, preparado no PP-301A e dosada pelas bombas.

Após esse processo o lodo é encaminhado ao adensador, onde ocorre a drenagem parcial da água intersticial. O clarificado dos adensadores é encaminhado por gravidade ao Tanque de Drenagem, e é bombeado ao início do tratamento biológico da ETE, ou seja, ao tanque anóxico.

O lodo estabilizado e adensado é acumulado no Tanque de lodo, com capacidade para 6m³, provido de agitador e de transmissor de nível, que tem a função de desligar as bombas de lodo a adensar e os adensadores no caso de nível alto; e desligar as bombas de lodo adensado BH-301 A/B/C no caso de nível baixo.

Outra alternativa para o adensamento do lodo e para uma melhor condição operacional é utilizar a planta de sólidos da ETE Mulembá I.

Desaguamento e inertização do lodo biológico

O lodo em excesso gerado no tratamento biológico, após digestão e adensamento, é acumulado no tanque de lodo e encaminhado pelas bombas para as centrífugas, que operam simultaneamente com vazão nominal de alimentação de 5,3m³/h cada centrífuga, operando por aproximadamente 18 (dezoito) horas por dia.

As Centrífugas operam através de painel de força e comando local, dedicado. No supervisão haverá sinais de status do equipamento (ligado, defeito).

O polímero preparado será bombeado pelas dosadoras para a linha de alimentação das centrífugas, a montante do misturador estático. A dosagem de polímero calculada é de 7 kg de Polímero comercial / tonelada de Sólidos em base seca que alimentam as centrífugas.

A vazão de dosagem da solução de polímero depende da quantidade de lodo a ser desidratado e da concentração de SST.

O lodo floculado pela adição do polímero sofre separação das fases sólido-líquido pela ação das forças centrífugas, produzindo duas correntes: o clarificado (líquido resultante da separação) e o lodo desaguado ou torta (com teor de sólidos ≥ 15%).

O clarificado escoar por gravidade para o tanque, retornando por bombeamento para a entrada do tanque anóxico.

A torta produzida é encaminhada por meio da rosca transportadora para caçamba de lodo.

1.2.4 AUTOMAÇÕES, CONTROLE, INTERTRAVAMENTO E ALARMES

O sistema irá operar em modo semi-automático, protegido por intertravamentos e alarmes e dispendo de controles lógicos através do PLC, podendo ser parcialmente operado via Supervisório da sala de controle.

Definições:

- Intertravamento: mecanismo que coordena as atividades de dois ou mais dispositivos, a fim de se obter uma lógica de operação;
- Monitoramento: verificação regular de um parâmetro de análise, como Turbidez ou vazão, por exemplo;
- Controle: atuação automática para manutenção de uma variável.

Abaixo segue uma lista de intertravamentos previstos para operação da ETE, além daqueles já abordados neste manual.

- Todos os equipamentos da ETE que não possuem painel dedicado possuem indicação de status na tela do Supervisório (ligado/desligado/defeito/automático/manual).
- Os equipamentos Sopradores Centrífugos, Centrífugas Decanter e Adensadores que possuem painel de comando local e dedicado possuem indicação de status (ligado/desligado/defeito) na tela do Supervisório.
- As Caixas de Areia DS-101 A/B funcionam continuamente e só param quando desligadas manualmente ou através das proteções elétricas (sobrecarga e curto-circuito). A variação de velocidade dos motores das caixas de areia poderá ser alterada pelo operador via janela apropriada no Supervisório, atuando nos inversores de frequência, o qual, sua principal função é a proteção de sobretorque.
- Os Parafusos Classificadores (PC-101 A/B) são acionados simultaneamente com as suas respectivas caixas de areia. Podem ser desligados manualmente ou pelas suas proteções elétricas (sobrecarga ou curto-circuito pelo disjutor-motor no CCM).
- As bombas de excesso de lodo BH (201A e 201B) estão intertravado com o pressostato e com o termostato, no caso de pressão alta na linha de descarga desta bomba ou de temperatura alta no corpo da bomba, com as respectivas indicações no Supervisório. Esta bomba opera em função da automação programada de funcionamento do AQUATANK.
- No Digestor Aeróbio de Lodo TQ-301A, o transmissor de nível LT-301A atua como proteção contra nível baixo para as bombas BH-301A/B/C (bombas de lodo adensado) e BH-304A/B (bombas de lodo a adensar). O LT-301A atua como proteção contra nível alto também nas bombas BH-201A/B e BH-301A/B/C, se esta última estiver recirculando lodo para o próprio Digestor Aeróbio. São acionados alarmes de nível alto e nível baixo no TQ-301A na tela do Supervisório.

- As bombas de lodo a adensar BH-304A/B (1+1R) possuem controle da rotação através de atuação nos respectivos inversores de frequência via Supervisório.
- Os adensadores de lodo AD-301A/B possuem painel de força e comando local. Haverá sinais de status dos adensadores (ligado, defeito) no Supervisório.
- As bombas Dosadoras de Polímero para Adensadores BH-303 A/B (1+1R) possuem controle da rotação do motor por meio da atuação nos inversores de frequência via Supervisório.
- As Centrífugas Decanter possuem painel de força e comando local e dedicado. No Supervisório haverá indicação de status (ligado, defeito).
- As bombas de lodo adensado BH-301 A/B/C (2+1R) possuem controle da rotação através de atuação nos respectivos inversores de frequência via Supervisório.
- A bomba de limpeza BC-303A funciona em função das centrífugas decanter. Antes de uma das centrífugas CD-301A/B ser desligada, a BC-303A deve ser ligada via chave local para a limpeza desta, permanecendo ligada por tempo controlado pelo operador. Uma das válvulas solenoides VS-304 ou VS-305 deve ser aberta antes da BC-303^a ser ligada. Estas válvulas devem ser fechadas apenas após esta bomba parar completamente.
- O Preparador de Polímero PP-301A possui um painel dedicado com lógica própria de funcionamento, e status indicado na tela do Supervisório (ligado, desligado, defeito), assim como os alarmes do sistema.
- As bombas Dosadoras de Polímero para Centrífuga BH-302 A/B/C (2+1R) possuem controle da rotação do motor por meio da atuação nos inversores de frequência via Supervisório.
- O Dosador de Cal para inertização do lodo DC-301A é dotado de dois motores, cada um com uma modalidade de partida diferente: partida direta e partida via inversor de frequência; o motor de partida direta funciona como homogeneizador da cal no interior do dosador e o motor com inversor de frequência serve para a variação da dosagem de cal, por meio de atuação do operador em janela apropriada no Supervisório.
- Os compressores de ar CO-201A, CO-201B e CO-301A possuem controle liga/desliga por meio de seus respectivos pressostatos, ou seja, quando a pressão estiver alta desliga o compressor, e quando a pressão estiver baixa liga o compressor.
- Na Caixa de Drenagem Desidratação/Adensador (TQ-203A) existe um transmissor de nível LT-203A, o qual atua no controle liga/desliga das bombas submersas BS-203A/B (liga em nível alto e desliga em nível baixo neste tanque). Este transmissor atua também desligando a BH-304 A/B no caso de nível muito alto, impedindo o transbordamento do TQ-203A.
- As bombas submersas BS-203A/B possuem relé próprio de monitoramento de temperatura e umidade, indicadas como TSH-203A/B e MSH-203A/B. Este relé informa um resumo de falha via Supervisório, sem especificar o tipo de falha. Em caso de falha de uma destas bombas, o operador deverá revezar com a bomba reserva e informar a equipe de manutenção.

2 ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A operação da ETE deverá alcançar minimamente resultados de eficiências compatíveis com a capacidade técnica do processo UNITANK que foi concebido, dimensionado e projetado para proporcionar um efluente tratado com as seguintes características qualitativas, para atender as necessidades estabelecidas pela legislação vigente para o corpo receptor (CONAMA 357/05), e ETE (CONAMA 430/11 e COMDEMA 02/1991 que regula os padrões de lançamento):

Concentração de DBO, mg/l	<= 30
Concentração de DQO, mg/l	<=200 para DQO média do afluente de 674 mg/l
Concentração Sólidos Totais em Suspensão (mg/l)	<=70
Materiais Sedimentáveis (ml/l) em teste de 1 hora em cone Imhoff.	<=1,0
Nitrogênio Total (mg/l)	<=35
Nitrogênio Amoniacal Total (mg/l)	<=20
Óleos e graxas minerais (mg/l)	<=20
Óleos vegetais e gorduras animais (mg/l)	<=50
Oxigênio dissolvido (mg/l)	>0,5
Temperatura (°C)	<40
pH	5,00 – 9,00
Materiais flutuantes	ausentes
Coliformes Termotolerantes	Máx. 1.000 NMP/100ml
Escherichia Coli	600 NMP/100 ml
Turbidez	20 NTU

Obs. 1: Os valores dos limites das concentrações dos parâmetros acima poderão ser acrescidos dos percentuais de erro considerados nas metodologias de cada parâmetro, em caso de eventuais desvios dos resultados apresentados.

Obs. 2: Quando houver lançamento de chorume junto com esgoto bruto e as características físico-químicas do esgoto afluente à ETE forem alteradas, poderá ser admitida, após análise da fiscalização, uma DBO do efluente final até 40 mg/l.

A operação da ETE deve também atingir aos seguintes resultados:

- ✓ O odor do gás tratado, após passar pelo sistema de desodorização, deve ficar abaixo do limite olfação de uma pessoa 5 ppm a uma distância de 10m;
- ✓ A torta desidratada deve apresentar teor de sólidos (SST) => a 15%, em peso.

Os resíduos sólidos gerados na ETE devem ter destinação adequada ambientalmente, de acordo com a legislação vigente.

2.2 NÍVEIS DE MONITORAMENTO

2.2.1 MONITORAMENTO ON-LINE

O monitoramento realizado através dos instrumentos e analisadores on-line abrangerá os seguintes dados e parâmetros e de processo:

- Vazão após desarenação;
- Teor de oxigênio na câmara de aeração do UNITANK;
- Potencial redox na câmara anóxica;
- Turbidez do efluente tratado;
- Vazão do efluente pós decantador;
- Medidores de nível da caixa de distribuição, tratamento preliminar, caixa de drenagem, tanque digestor.

Todos os medidores online devem possuir certificados de calibração e verificação dentro do período de validade.

2.2.2 MONITORAMENTO ATRAVÉS DE ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICO, BACTERIOLÓGICA, MICROBIOLÓGICA DE LABORATÓRIO E NO CAMPO

O quadro seguinte estabelece com que periodicidade deve ser realizada as coletas de amostras para execução das análises operacionais e de atendimento as condicionantes da licença ambiental de operação, da ETE e corpo receptor do efluente. Esse monitoramento não deve ser tomado como padrão, uma vez que, órgãos de controle ambiental podem solicitar novos parâmetros e/ou periodicidade.

PARÂMETRO	Pontos de Amostragem	Frequência
pH	Esgoto bruto (canal de entrada)	Diária
	Efluente tratado final	Diária
	Biofiltro	Semanal
Temperatura	Esgoto bruto (canal de entrada)	Diária
	Efluente tratado final	Diária
Condutividade	Esgoto bruto (canal de entrada)	Diária
	Efluente tratado final	Diária
Turbidez	Efluente tratado final	Diária
Umidade	Biofiltro	Semanal
	Centrífuga (lodo)	3 vezes/semana
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	Esgoto bruto (canal de entrada)	Semanal
	Efluente tratado final	Semanal
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	Esgoto bruto (canal de entrada)	Semanal
	Efluente tratado final	Semanal
Oxigênio Dissolvido (OD)	Tanque de aeração	Diária (3 tanques)

	Efluente tratado final	5 vezes/semana
Sólidos Suspensos Totais (SST)	Esgoto bruto (canal de entrada)	Semanal
	Efluente tratado final	Semanal
	Câmara anóxica	3 vezes/semana
	Tanque Digestor	3 vezes/semana
	Tanque de aeração	3 vezes/semana
	Bomba de lodo	Semanal
Sólidos Suspensos Voláteis (SSV)	Tanque de Aeração	3 vezes/semana
	Tanque Digestor	3 vezes/semana
	Bomba de lodo	Semanal
Sólidos Sedimentáveis (SSed)	Efluente tratado final	Diária
	Tanque de Aeração	Diária
Sólidos Totais (ST)	Tanque Adensador (Efluente)	3 vezes/semana
	Tanque Adensador (lodo)	3 vezes/semana
	Centrífuga (lodo)	3 vezes/semana
	Centrífuga (Efluente)	Semanal
	Tanque Digestor	3 vezes/semana
Nitrogênio Total (NT)	Esgoto bruto (canal de entrada)	Quinzenal
	Efluente tratado final	Quinzenal
Nitrato (NO ₃)	Esgoto bruto (canal de entrada)	Quinzenal
	Efluente tratado final	Quinzenal
	Câmara anóxica	Mensal
Nitrito (NO ₂)	Esgoto bruto (canal de entrada)	Quinzenal
	Efluente tratado final	Quinzenal
Nitrogênio Amoniacal (NH ₄)	Esgoto bruto (canal de entrada)	Quinzenal
	Efluente tratado final	Quinzenal
Nitrogênio Kjeldahl (TKN)	Esgoto bruto (canal de entrada)	Quinzenal
	Efluente tratado final	Quinzenal
Fósforo Total	Esgoto bruto (canal de entrada)	Mensal
	Efluente tratado final	Mensal
Cloreto	Esgoto bruto (canal de entrada)	Semanal
	Efluente tratado final	Semanal
Óleos e graxas	Esgoto bruto (canal de entrada)	Mensal
	Efluente tratado final	Mensal
Escherichia Coli	Esgoto bruto (canal de entrada)	Semanal
	Efluente tratado final	Semanal

Pesquisa Microscópica	Tanque de aeração	2 vez/semana
Cloro Residual Total (CRT)	Caminhão abastecido com água de reúso / Efluente tratado final	Semanal
Cloro Residual Livre (CRL)	Caminhão abastecido com água de reúso / Efluente tratado final	Semanal

Obs.: As amostras para análises deverão coincidir os dias e horários de coletas, para auxiliar na avaliação do processo de tratamento.

2.3 PARÂMETROS DE REFERÊNCIA

GRADEAMENTO

- Retenção dos sólidos com dimensão igual ou superior ao espaçamento entre as barras das grades (5mm);

CAIXA DE AREIA

- Retenção de partículas de areia com dimensão igual ou superior a 0,2mm.
- Teor de matéria orgânica da areia removida nas caixas de areia= $\leq$ 15% representado pela relação ST/SV

UNITANK

- Eficiência de remoção de $\text{DBO}_{520^{\circ}\text{C}} \geq 90\%$ ou, no mínimo 30 mg/l de $\text{DBO}_{520^{\circ}\text{C}}$ no efluente tratado.
- Concentração máxima de DQO no efluente tratado ≤ 200 mg/l.
- Teor máximo de SST no efluente tratado ≤ 70 mg/l
- Nitrogênio Total no efluente tratado ≤ 35 mg/l
- Teor máximo de Nitrogênio Amoniacal Total no efluente tratado = 17 mg/l
- Materiais Sedimentáveis (ml/l) $< 0,5$
- Óleos e graxas no efluente tratado < 20 mg/l
- Oxigênio dissolvido no efluente $> 0,5$.
- Concentração de sólidos no tanque de aeração = 4kg/m^3
- Concentração de sólidos na câmara anóxica = 4kg/m^3
- Potencial redox negativo na câmara anóxica = 50-100 mV
- Teor máximo de Oxigênio dissolvido na câmara anóxica $< 0,5$ mg/l
- Oxigênio dissolvido na câmara de aeração = 1 a 3 mg/l
- Relação alimento/microorganismo = $0,18\text{ kg DBO}_{520^{\circ}\text{C}}/\text{kg de SSV}$
- Idade do lodo = 6,8 dias
- Eficiência de redução de coliformes > 1 log
- Índice volumétrico do lodo < 150 .
- Lodo produzido entre 0,8 a 1 kg SST/kg $\text{DBO}_{520^{\circ}\text{C}}$ aplicado.
- NO_3 tanque anóxico $< 1\text{mg/l}$
- SSed tanque de aeração valores normais: < 500 ml/l
- SST tanque de aeração: valores normais: entre 2 e 5mg/l (para medir a concentração de lodo é a região mais próxima possível do tanque anóxico e do tanque de aeração)

- Concentração de oxigênio dissolvido nos tanques de aeração valores normais: 1.5 - 3,5 mg/l.

DIGESTOR AERÓBIO

- Eficiência de remoção de sólidos voláteis $\geq 30\%$
- Concentração de sólidos no tanque de digestão = 13kg/m³
- Concentração de sólidos (média diária) no efluente do digestor = 9,19 kg/m³
- Tempo de retenção dos sólidos = 8 dias.

DESIDRATAÇÃO

- Eficiência de captura de sólidos $\geq 95\%$
- Teor de sólidos do lodo adensados $\geq 25\%$
- Teor de sólidos no efluente líquido = 200mg/l

DESINFECÇÃO COM UV

- Eficiência de redução de coliforme = 4 a 5 log

3 RELATÓRIOS DOS RESULTADOS OPERACIONAIS E DE DESEMPENHO

Os relatórios mensais das unidades afetas ao contrato (ETEs, EEEBs e EEETs) deverão ser elaborados com as informações de cada unidade e suas particularidades conforme descrito no edital.

DESCRITIVO OPERACIONAL

ETE AEROPORTO

GUARAPARI

ETE AEROPORTO - Guarapari

1. PROJETO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

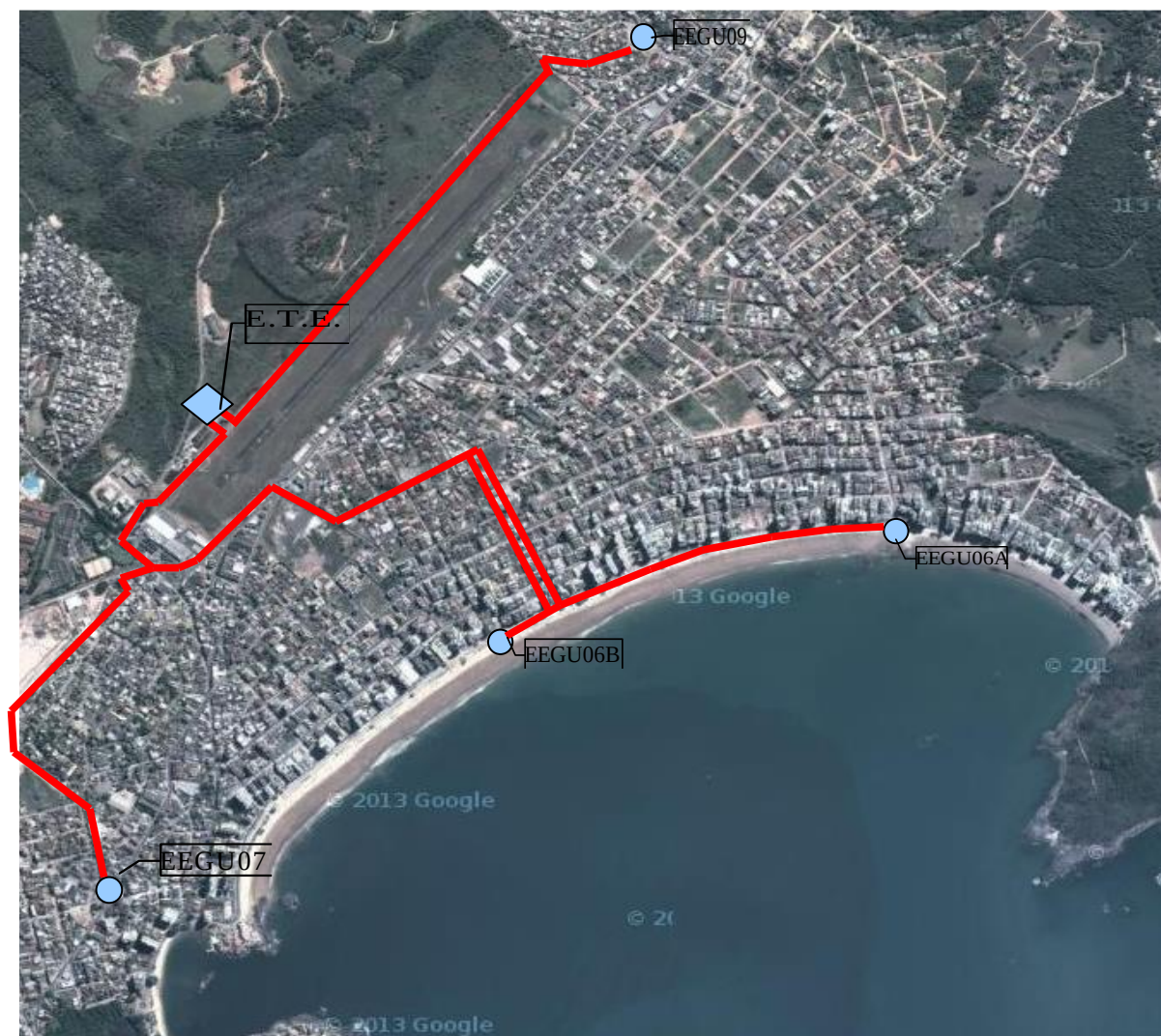
ETE Aeroporto: Alameda Francisco Vieira Simões s/n, Muquiçaba, Guarapari- ES.

EEGU 06 A: Av. Beira Mar, Praça da Paz, Praia do Morro.

EEGU 06 B: Av. Beira Mar, em frente a Rua Saint Tropéz, Praia do Morro.

EEGU 07: Praça Filomeno Ribeiro, Muquiçaba, próximo à garagem da Itapemirim.

EEGU 09: Rua Linhares, Praça Gisele Maria Sant'anna, Santa Rosa.



Localização das unidades e arranjo entre a ETE Aeroporto, a EEGU06A, a EEGU06B, a EEGU07 e EEGU09 e suas respectivas Linhas de recalque



Vista aérea da ETE Aeroporto

1.1.1. Capacidade Requerida do Tratamento da ETE AEROPORTO.

Conforme estabelecido pelo Manual de Operação, a ETE AEROPORTO, recebendo um afluente com as características quantitativa e qualitativa relacionadas no quadro nº1, o processo de tratamento biológico do tipo UNITANK, em conjunto com o pré-tratamento, tem capacidade para gerar um efluente tratado com as características indicadas no quadro nº2.

QUADRO 1
CARACTERÍSTICAS DO ESGOTO AFLUENTE CONSIDERADAS PARA PROJETO

População (habitantes)	90.555
Vazões	
Média/hora (m3/hora)	542
Máxima/hora (m3/hora)	759
Média/dia (m3/dia)	13.020
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO ₅ 20°C)	
• Concentração média(mg/l)	296
• Carga diária(kg de DBO ₅ 20°C/dia)	3.854
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	
• Concentração média (mg/l)	674
• Carga diária (kg de DQO/dia)	8.746
Sólidos Totais em Suspensão (SST)	
• Concentração média(mg/l)	267
• Carga diária(kg de SST/dia)	3.472
Nitrogênio Total	
• Concentração média(mg/l)	61,6
• Carga diária (kg de N/dia)	801
Temperatura média(°C)	27

QUADRO 2
CARACTERÍSTICAS DO ESGOTO TRATADO

Concentração de DBO _{5,20} , mg/l	≤30,0
Concentração de DQO, mg/l.	≤200
Concentração Sólidos Totais em Suspensão (mg/l)	≤70
Materiais Sedimentáveis (ml/l) em teste de 1 hora em cone Imhoff.	≤1,0
Turbidez	≤20,0
Nitrogênio Total (mg/l)	≤35
Óleos e graxas minerais (mg/l)	≤20
Óleos vegetais e gorduras animais (mg/l)	≤50
Oxigênio dissolvido (mg/l)	>0,5
Temperatura (°C)	<40
pH	5,00 – 9,00
Materiais flutuantes	ausentes
<i>E. Coli</i>	Máx. 600 NMP/100ml

1.1.2. Capacidade Efetiva da ETE.

A ETE AEROPORTO apresenta capacidade de projeto, características paramétricas e operacionais que permitem verificar que ela tem capacidade para atingir o padrão qualitativo estabelecido para o efluente do tratamento, sem restrições, como vem sendo confirmado pelos resultados operacionais que vem sendo obtidos (Quadro 3).

QUADRO 3
Valores Médios do Ano de 2019

Características Paramétricas	Afluente	Efluente
Temperatura °C	-	28,9
pH	6,94	6,95
Oxigênio dissolvido, mg/l	-	3,06
DBO _{5,20} , mg/l	164	15
DQO, mg/l	334	47
Óleos e Graxas totais, mg/l	34	11
Sólidos Suspensos Totais, mg/l	111	13
Materiais Sedimentáveis, ml/l	-	<0,1
Materiais Flutuantes	-	Virtualmente ausentes
Turbidez	-	4,0
Nitrogênio Total, mg/l	44,05	19,14
Nitrito, mg/l	0,03	0,25
Nitrato, mg/l	0,33	2,54
Nitrogênio Amoniacal, mg/l	33,27	10,86
Nitrogênio Kjeldahl, mg/l	43,61	15,51
Fósforo, mg/l	5,11	2,06
<i>E. Coli</i> , NMP	5,52E+07	1,80E+00

1.2 O SISTEMA DE TRATAMENTO

A Estação de Tratamento de Esgoto de Aeroporto foi construída para atender uma vazão média de 13.020 m³/dia de esgoto doméstico, o que corresponde a uma população de 90.555 habitantes.

1.2.1. Pré-tratamento

O esgoto bruto bombeado a ETE é igualmente distribuído para três canais paralelos. Cada um dos três canais está equipado com:

- Grade Grossa Manual com espaçamento entre barras de 5cm;
- Grade Fina Curva Rotativa, com espaçamento entre barras de 15mm, com acionamento mecânico, havendo uma rosca transportadora que serve aos três canais.

Após passar pelos canais, o afluente é desarenado por intermédio de três caixas de areia, do tipo quadrada (detritor) disposta em paralelo, equipadas e dotadas com braço raspador mecanizado e parafuso classificador, sendo a areia separada e descarregada em caçambas do tipo caixa estacionária com capacidade de acumulação de 5m³, dotada de vedação na abertura superior. Através de vertedores em fibra o efluente desarenado é descarregado num canal comum às três caixas de areia para ser conduzido ao tratamento biológico (UNITANK) do tipo lodo ativado cíclico.

1.2.2. Tratamento Biológico

O tratamento biológico é do tipo “UNITANK”, reator biológico aerado, com remoção de nitrogênio.

Trata-se de uma variação do processo por lodos ativados, onde o reator biológico é compartimentado em câmaras de funções distintas:

- câmara anóxica;
- câmaras exclusivamente de aeração;
- câmaras que alternam as funções de aeração e de decantação.

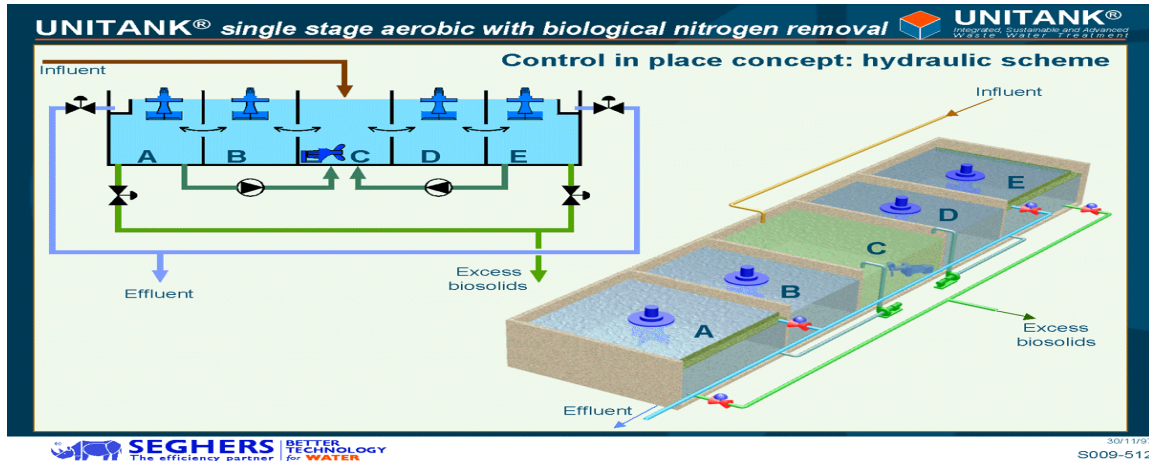
Diferentemente da versão clássica do lodo ativado, elimina a necessidade de decantadores secundários implantados em unidades separadas, proporcionando assim um layout compacto que permite reduzir a área de implantação do tratamento

Por intermédio da adequada configuração da cadeia do processo, esta modalidade de tratamento, por lodo ativado, permite atender, sem restrição, o que estabelece a legislação vigente, tanto em relação à classe do corpo receptor, quanto no que diz respeito ao padrão de emissão.

Além de permitir elevada remoção da carga orgânica, proporcionando uma eficiência de, no mínimo, 90% de redução de DBO₅, 20°C, o tratamento por lodos ativados cíclico, atende com folga o limite de 20mg/l de Nitrogênio Amoniacal Total, no efluente do tratamento, antes do lançamento no corpo receptor. As instalações construídas têm capacidade projetada para reduzir o teor de nitrogênio total no efluente tratado ao patamar de 10mg/l.

O UNITANK engloba 5 câmaras (ilustração a seguir), dispostas de modo a permitir que as duas câmaras (A e E) interligadas ao compartimento anóxico (C) funcionem em ciclos alternados, como tanque de aeração e decantador, razão pela qual esta variação do processo de lodo ativado

tem a denominação de lodo ativado cíclico. Os dois outros compartimentos (B e D) funcionam sempre como reatores de aeração / nitrificação.



Em cada um dos compartimentos, exceto no compartimento anóxico de desnitrificação, encontra-se instalada uma malha de aeração com difusores de membrana de bolhas finas alimentados com ar proveniente de uma casa de sopradores. O compartimento anóxico central é provido de misturadores submersíveis que funcionam ininterruptamente. Os compartimentos que funcionam ora como tanques de aeração/nitrificação, ora como tanques de sedimentação, são dotados de vertedores e canaletas de saída.

Os principais componentes do tratamento da fase líquida da ETE são os seguintes:

- Grade grossa manual;
- Grade fina mecanizada, tipo arco;
- Caixa de areia quadrada, com raspadora de fundo e classificador;
- Rosca transportadora de areia;
- Lodo ativado cíclico “UNITANK”;
- Sopradores de embolo (ROOTS) para fornecimento de ar de processo;
- Desinfecção final com Raios Ultravioleta.

1.2.3. Condicionamento do Lodo Excedente gerado no Processo Biológico

O condicionamento do lodo descartado do sistema UNITANK através da câmara dual em serviço como decantador compreende:

- digestão aeróbia do lodo excedente;
- espessamento do lodo digerido em adensadores por gravidade
- desidratação mecânica do lodo por centrifuga.

1.2.4. Digestão do Lodo Excedente

O lodo em excesso descartado do sistema UNITANK é enviado, por bombeamento, ao digestor, onde ocorre a estabilização aeróbia do lodo mediante o processo de autodigestão onde o lodo se mineraliza (diminuição de conteúdos orgânicos voláteis), reduzindo em 30% a massa de sólidos voláteis (conversão em dióxido de carbono e água). A estabilização do lodo é necessária para evitar problemas de geração de odores, e proporciona um condicionamento para adequá-lo qualitativamente para a disposição final, em aterro sanitário. Adicionalmente gera economia por reduzir o volume de lodo para transporte até o local do aterro.

O digestor está equipado com uma rede de tubulação, com difusores de membrana de bolhas finas, alimentada com ar proveniente da casa de sopradores. Por intermédio de derivação própria feita na linha de descarga dos compressores, partilha com os tanques de aeração as mesmas instalações da casa dos sopradores.

1.2.5. Adensamento do Lodo Digerido

O lodo estabilizado efluente do digestor é conduzido aos adensadores de lodo (duas unidades de adensamento) onde, pela ação da gravidade, ocorre inicialmente a separação dos sólidos seguindo-se o espessamento e obtendo-se um lodo de fundo concentrado e com teor de sólidos tipicamente da ordem de 3%. A remoção do lodo acumulado é feita por bombeamento com o auxílio de uma ponte raspadora, dotada de pontaletes de adensamento para favorecer a separação entre a fase líquida e sólida e evitar a agregação dos sólidos em placas.

O efluente líquido dos adensadores é encaminhado ao poço de sucção da elevatória de drenagem de onde é bombeado e retorna ao canal de alimentação do UNITANK.

1.2.6. Desidratação do Lodo

O lodo estabilizado e adensado é extraído do fundo dos adensadores, por bombeamento (1 bomba em serviço + 1 bomba stand-by), e enviado para a desidratação mecânica por decanter centrífugo, durante um período de 16 horas diárias, segundo o critério estabelecido como premissa de projeto. Durante o tempo restante de 8 horas as bombas que permanecem em funcionamento ininterrupto durante 24 horas, mediante manobras automáticas de abertura e fechamento de válvulas solenóide, passa a recircular o lodo adensado ao digestor, contribuindo para aumentar a concentração e mineralização do lodo.

O lodo adensado atinge concentração, expressa em teor de sólidos, de até 25% ao sair do decanter centrífugo, sendo necessário prévio acondicionamento com uma solução de polieletrólito. O lodo desidratado, ao sair da centrifuga, é descarregado numa rosca transportadora passando em seguida para uma caçamba de estocagem para posterior transporte e disposição final em aterro sanitário. De sua parte, o centrifugado (efluente líquido) é conduzido ao poço de sucção da elevatória própria, para ser daí recirculado ao UNITANK, através do canal de alimentação, por onde também escoam o efluente desarenado.

A solução de polieletrólito com concentração de 0,2% é preparada por uma unidade de preparo automático de polímero em pó e água. Por intermédio de uma bomba dosadora é feita a aplicação do polieletrólito, em emulsão, na linha de lodo adensado, em local situado junto à entrada no misturador hidráulico (misturador estático).

Os principais componentes do tratamento da fase sólida da ETE são os seguintes:

- Digestor de lodos do tipo aeróbio;
- Adensador por gravidade de lodo excedente descartado do UNITANK;
- Sistema de preparação e de dosagem de polímero;
- Centrífuga de desidratação do lodo adensado;
- Sistema de controle de odores da caixa de areia – “tipo Bioclean”

1.2.7. Desodorização

O esgoto que chega para ser tratado, em função do estado de septicidade que se encontra, promove a liberação de gases odoríficos ao passar pelas unidades integrantes do pré-tratamento (gradeamento e caixa de areia), em particular nos pontos de elevada turbulência: na queda dos vertidos e nos desníveis ocasionados pela perda de carga em grades, dentre outros. Para evitar a exalação de odores nestas unidades e objetivando a proteção do entorno, está instalado um tratamento biológico de gases de exaustão através de biofiltração, pelo processo “SEGHERS bioclean”.

O ar confinado no pré-tratamento é extraído mediante exaustores centrífugos e forçado a passar através do sistema de eliminação de odores, tipo “SEGHERS bioclean”. Trata-se de um processo biofiltração onde os componentes responsáveis pelo odor são absorvidos e degradados mediante a ação de colônias de microorganismos fixadas sobre um meio suporte especial: leito composto de material orgânico.

O material orgânico normalmente consiste de casca de tronco, turfa ou outra mistura de alta performance. O meio filtrante serve como transportador para um biofilme de microorganismos e permite que eles cresçam e se multipliquem (fonte de nutrientes). Os processos físicos num sistema imobilizado como este podem ser resumidos a seguir:

- O substrato passa por uma fase de transição de gás para líquido (absorção);
- O substrato é fixado à superfície do biofilme sólido (adsorção);
- A difusão do lado externo da camada de biofilme para o lado interno ocorre com biodegradação simultânea pelas bactérias para criar produtos livres de odores.

Enquanto realiza o processo de biodegradação, os microorganismos consomem oxigênio e nutrientes – tais como nitrogênio, fósforo, cálcio e ferro. Os produtos da degradação são: CO₂, água, sulfato e nitrato. O dióxido de carbono é removido pelo fluxo dos gases tratados.

1.2.8. Operação do UNITANK

Em cada ciclo operacional principal, o escoamento do esgoto em tratamento, através das cinco câmaras, se desenvolve da seguinte forma: o esgoto proveniente da desarenação é introduzido na câmara anóxica, passando em seguida, por bombeamento, para uma das câmaras de função dual (aeração/decantação), em operação como tanque de aeração; na sequência o esgoto é conduzido às câmaras de aeração e, através de uma delas, é encaminhado para a câmara de dupla função em operação como decantador.

O ciclo operacional pleno, inclusive a fase intermediária focalizada adiante, é interrompido e o sentido do fluxo se inverte quando a capacidade de estocagem de sólidos no compartimento de decantação em operação atinge o limite de saturação, para que não ocorra perda excessiva de sólidos pelo efluente decantado.

Integrando os ciclos operacionais plenos, há uma fase intermediária para preparação (separação e espessamento dos sólidos dispersos) no novo compartimento dual que passará a funcionar como o novo decantador no ciclo operacional vindouro. Esta etapa operacional intermediária se desenvolve assim:

- Corta-se o fornecimento de ar para interrupção da mistura na câmara, (aeração/decantação), atuante como tanque de aeração, pelo fechamento da válvula solenóide da linha de alimentação de ar;
- como uma opção operacional para agilizar a fase intermediária, pode-se desligar também a bomba de recirculação que alimenta a câmara dual operativa como tanque de aeração/nitrificação para agilização da etapa de separação dos sólidos;
- quando a opção fixada para o controle dos sopradores de velocidade variável prioriza a transmissão de sinais das sondas/analísadores de oxigênio instalados na câmara de função dual operativa, essa função fica desabilitada durante a fase intermediária e o sinal de transmissão passa a ser transmitido a partir da sonda/analísador instalada no tanque de aeração que alimenta a câmara dual atuante como decantador.

O comando dos sopradores de velocidade variável pode ser feito pelo controle por base, ou seja: toda vez que sai ou entra de operação uma unidade alimentada com ar à frequência operacional dos sopradores de velocidade variável é automaticamente modificada para se ajustar ao aumento ou diminuição da demanda de ar.

A duração da etapa intermediária é determinada em função das características próprias locais (características de sedimentabilidade dos sólidos, regime hidráulico e temperatura) e do estágio em que se encontra a operação (partida “start-up”), em estágio intermediário ou em regime operacional estável (stead-state). Tipicamente situa-se entre 40 a 80 minutos.

Cada ciclo operacional pleno começa pela fase de limpeza das canaletas de coleta e dos vertedores de saída da nova câmara dual operativa como decantador, desviando-se o efluente durante os primeiros minutos (tipicamente 5 minutos), para elevatória de drenagem, para ser recirculado às caixas de areia.

O lodo excedente removido do UNITANK é descartado da câmara de decantação/aeração, em serviço como decantador. O período de descarte é fixado em função da quantidade e das características do lodo acumulado. Constituindo-se também como fator de influência o estágio em que se encontra a operação: partida (start-up); em estágio intermediário, ou em regime operacional estável (stead-state).

1.2.9. Operação do Pré-tratamento

O material retido nas grades grossas com dimensões maiores que 50mm é removido manualmente com auxílio de rastelo e depositado em caçamba para posterior remoção e transporte até o local de destinação final.

O material retido na grade fina, com limpeza mecânica por braço rotatório, ao acumular-se entre as barras faz com que o nível hidráulico a montante, seja superior ao nível a jusante. O mecanismo de limpeza da grade é automaticamente acionado quando o desnível atinge o valor determinado pelo ponto de ajuste fixado pelo operador. Este mecanismo de limpeza remove o material retido e lança-o na rosca transportadora, a qual descarta o material na caçamba.

O mecanismo de limpeza da grade pode também ser acionado por função temporizada. Quando esta função é estabelecida como prioritária ela é automaticamente superposta pelo comando de acionamento pelo desnível, sempre quando a perda de carga máxima (desnível máximo) seja atingida.

O esgoto flui então pelo canal até ingressar no desarenador, onde por conta da baixa velocidade do escoamento, as partículas de areia igual ou superior a 0,2mm são retidas e se depositam no fundo. O material retido e acumulado no fundo é direcionado pelo braço do raspador motorizado ao parafuso classificador, sendo a areia lavada descarregada em caçambas e o líquido separado recirculado para a própria caixa de areia.

O esgoto livre de partículas de areia com dimensão igual ou superior a 0,2mm flui pelo vertedor sendo direcionado ao canal de alimentação do “UNITANK”, onde a vazão é medida através de um medidor ultra-sônico instalado em uma Calha Parshall. Após a medição de vazão o esgoto adentra o Sistema “UNITANK”.

1.2.10 Operação do Sistema de condicionamento do lodo excedente Descartado do UNITANK

Operação do Digestor Aeróbio

O digestor recebe o lodo em excesso descartado do sistema UNITANK e, além disso, há também um aporte de lodo oriundo do adensador, no período diário de 8 horas em que a desidratação fica fora de serviço (a desidratação funciona 16 horas/dia). Assemelhando-se ao processo de lodo ativado (*mutatis mutandi*) a recirculação do lodo adensado, permite aumentar o período de residência celular do lodo em digestão e manter no interior do digestor um teor de sólidos 13kg/m³ (1,3%), para permitir a eficiência de 30% de remoção de voláteis, baseada num tempo de digestão de projeto da ordem de 8 dias de retenção dos sólidos.

O digestor funciona alternando períodos de mistura completa e intervalos de repouso, promovidos pela injeção ou interrupção da alimentação de ar, proveniente da casa dos sopradores através dos difusores, mediante manobras automáticas de abertura e fechamento de válvulas solenóide. Os intervalos de mistura e de repouso são fixados no sistema de supervisão e controle pela escolha de pontos de ajuste.

Operação do Adensamento.

Os adensadores por gravidade para espessamento do lodo oriundo da digestão funcionam em regime contínuo durante 24 horas. O espessamento dos sólidos é feito em dois estágios: em

primeiro lugar dá-se a separação dos sólidos seguindo-se um processo de adensamento que aumenta com o tempo até um limite assintótico, que no caso de lodo digerido limita-se ao teor máximo de sólidos da ordem de 3%.

O lodo acumulado ao nível do fundo dos adensadores, com o auxílio de um braço raspador, por intermédio de bomba de cavidades progressivas, é enviado ora para as centrifugas de desidratação (durante 16 horas), ora ao digestor (durante as 8 horas restantes).

Operação da Desidratação.

Os lodos oriundos dos adensadores são bombeados por meio de duas bombas para a entrada da Centrífuga, onde ocorre a separação entre sólidos e líquidos dentro de um tambor rotativo pela ação da força centrífuga reinante em seu interior. O lodo entra na centrífuga pelo tubo de alimentação e alcança a câmara de separação.

Pela ação da força centrífuga os sólidos são empurrados para a parede do tambor, formando assim a torta que é transportada pela rosca sem fim e comprimida na parte cônica.

A torta desidratada deixa o decanter através de buchas com proteção contra desgastes, enquanto a fase líquida caminha no sentido contrário, saindo pelos cabeçotes de descarga.

No processo de desidratação de lodos, para aumentar a eficiência, utiliza-se polieletrólito vindo das bombas dosadoras e entrando no misturador hidráulico. O polieletrólito favorece a agregação e, portanto, a sedimentação das partículas sólidas e é normalmente utilizado em estações de tratamento de efluentes.

Operação da Desodorização.

O tratamento dos gases para desodorização se dá pela passagem forçada do ar contaminado através do leito biológico. Para o adequado funcionamento do leito biológico há necessidade que ele seja mantido úmido pelo sistema de spray que espalha água sobre a superfície do leito, de funcionamento intermitente comandado por uma função temporizada.

Características Principais de Projeto	
Tratamento Preliminar	
Grades Grossas Manual	
Velocidade máxima	0,90 m/s
Velocidade mínima	0,30 m/s
Espaçamento entre barras	50 mm (a)
Espessura barras	6 mm (t)
Grades Mecanizadas	
Velocidade máxima	0,90 m/s
Espaçamento entre barras	15 mm
Espessura barras	9 mm
Desarenador	
Taxa Superficial máxima	60,00 m³/m²/hora
Altura Líquida	0,51 m
Vazão Max. p/ equipamento	760 m³/h
Desarenadores 4,88 x 4,88	9,30 m²
Volume Individual	4,74 m³
Tempo de detenção médio	0,37 minuto
Taxa Superficial	82 m³/m² x hora
Tratamento Biológico	
Compartimentode Anóxico	
Concentração de biomassa	4,00 kg SST/m³
Velocidade de desnitrificação	0,120 Kg N/kg MLSS dia
Compartimentos de Aeração/Nitrificação	
Carga volumétrica	0.70 Kg DBO/m³ dia
Concentração de biomassa	4,00 Kg TSS/m³
F/M (relação carga/microorganismos)	0,18 Kg DBO/m³ dia
Compartimento de Decantação	
Carga hidráulica Superficial	2,65 m³/m² dia
Superfície de sedimentação necessária	256 m²
Carga nos vertedores	8,7 m³/m² dia
Comprimento dos vertedores	95 m
Compartimento central anóxico	
Comprimento	12,00 m
Largura	16,00 m
Lâmina de água	5,50 m
Volume	1.056 m³
Compartimentos exteriores (aeração/sedimentação)	
Comprimento	16,00 m
Largura	16,00 m
Lâmina de água	5,50 m
Volume por compartimento	1.408 m³
Compartimentos centrais (só de aeração)	
Comprimento	22,20 m
Largura	12,50 m
Lâmina de água	5,50 m
Volume por compartimento	1.526 m³
Volume de 2 compartimentos	3.053 m³
Digestor de Lodo	
Remoção de Sólidos Voláteis	0,3
Concentração de lodo estabilizado	13 Kg MS / m³
Residência Celular:	8 dias
Comprimento	28.80 m
Largura	10,60 m
Lâmina de água	5,50m
Volume	1.979 m3
Adensador de Lodo	
Taxa superficial	35 kg SST/m² dia
Concentração do lodo adensado	3%
Comprimento	11,00 m
Largura	11,00 m
Lâmina	5,50 m
Volume	666 m3
Superfície	121 m2
Desidratação do lodo adensado	
Concentração do lodo desidratado	22%
Período de funcionamento diário	16 h
Capacidade da desidratação	5,7 m³/h

1.3. AUTOMAÇÃO, CONTROLE E MONITORAMENTO DA OPERAÇÃO

O processo UNITANK envolve varias etapas sequenciais em regime operacional cíclico sendo imprescindível a automatização para comando e controle operacional do processo.

A operação da ETE é automatizada, tornando a operação simples e com um elevado grau de confiabilidade e flexibilidade. As funções do operador ficam, como regra, limitadas a fixação de pontos de ajuste em função de condicionantes operacionais e de parâmetros do processo, de acordo com os resultados das análises.

A ETE é controlada por um CLP Siemens (série S7-400) acoplados a 3 (três) cartões analógicos e a 9 (nove) digitais, que está interligado às estações de operação (work stations) do Centro de Controle Operacional (CCO) por uma rede de comunicação Ethernet. Existe também um outro CLP Allen Bradley (modelo SLC 5/05) que centraliza as informações de telemetria das elevatórias que o sistema abrange. A comunicação deste PLC e o CCO utiliza Ethernet TCP/IP. A comunicação entre o SLC central e os CLPs das elevatórias consiste em RS232/DF1, via rádio MDS-4710 da Tecwise.

O monitoramento de telemetria consiste das condições de estado de funcionamento das bombas de recalque, do sistema de biofiltro, do sistema de grade mecanizada e da instrumentação de medição e controle. Esses dados são utilizados também no CCO da ETE e deverão ser compartilhados no CCO da CESAN.

Para supervisão, comando e aquisição de dados (SCADA) utiliza-se o software Wonderware Intouch, que se distingue no gênero como um produto de boa qualidade. Trata-se de uma interface gráfica Homem/Máquina que oferece uma visão integrada de todos os recursos de controle e informação. O Intouch permite que engenheiros, supervisores, gerentes e operadores visualizem e interajam com toda a operação através de representações gráficas das etapas de processo.

Sob o comando do CLP, auxiliado pela transmissão, em cascata de sinais, os instrumentos (analísadores, sensores, controladores, temporizadores e interlocks – Interlock: Inibe o acionamento do equipamento em modo remoto automático e manual; Condição Automática: Habilita o equipamento em modo Automático) e os equipamentos mecanizados interagem para realizar o comando e controle de processo de tratamento em conformidade com os pontos de ajustes fixados e condições de funcionamento operacional estabelecidas nas estações de operação (work stations).

Há duas estações de operação (dois microcomputadores) integrando o CCO que são excludentes entre si no exercício das funções de controle e ajustes das condições de operação, ou seja, não operam simultaneamente realizando as mesmas funções de controle. O funcionamento realizando funções idênticas restringem-se ao campo da aquisição de dados, abrangendo: estado de funcionamento dos equipamentos, resultados operacionais e de desempenho, enfim, os dados supervísórios e registros operacionais - histórico.

Nos vídeos dessas estações navegam-se através de várias telas. Cada tela dispõe de um menu com botões de conexão (links) que permitem a seleção de telas e de funções chaves: telas sinóptica, telas de configurações, telas gerais e comandos.

As “Telas Sinópticas” apresentam as telas de Pré tratamento, Unitank, Desidratação de lodo, Biofiltro, Adensador de lodos e Compressor. As “Telas de Configurações” apresentam as configurações da matriz e as configurações da tela sinóptica atual. As “Telas Gerais” tem acesso a Visualização geral da planta, ao Banco de dados, ao Histórico em formato Excel, as Totalizações dos alarmes e aos Contadores de horas de funcionamento dos motores. Já em “Comandos” acessa-se ao login para funcionamento, a opção de mudar o idioma, a impressão da tela e para reiniciar os alarmes atuais.

O botão “Configurações” ativa diferentes telas de acordo com a atual tela sinóptica ativa, onde se podem introduzir valores, clicando-se no valor atual para adicionar um novo. Através desta tela, procedem-se as fixações dos pontos de ajustes do processo, estabelecem-se as prioridades para funcionamento dos equipamentos e se procedem as definições de condições operacionais como: tempo em funcionamento e de parada e definição de equipamentos prioritários.

O tratamento biológico pelo sistema “unitank” consiste em 40 fases de alimentação e 4 fases de não alimentação (NFR). Cada fase possui um tempo de duração (em min.) Uma fase com um tempo de ‘0’ (zero) não é executada. Essas fases são integradas na tela matriz com o formato apresentado no quadro seguinte (Matriz principal). Cada célula da matriz representa um elemento componente do sistema UNITANK (válvula de lavagem, válvula do efluente, válvula da aeração, extração de lodo, bomba de recirculação, misturadores, controle de oxigênio...). O engenheiro de processo (operação) tem a competência para habilitação de elementos específicos que participam durante o desenvolvimento de uma mesma fase. Para prevenir que pessoas não autorizadas controlem a instalação, muitos níveis de senha são utilizados. Para controlar isso, os funcionários responsáveis pela operação precisam estar logados com determinada senha para ter acesso a certos níveis.

MATRIZ PRINCIPAL

No.	Tempo (min)	E1	E2	E4	E5	...	E15	E16
Ph1	T1							
Ph2	T2							
Ph3	T3							
...	...							
...	...							
Ph40	T40							
Ph41	T41							
Ph42	T42							
Ph43	T43							
Ph44	T44							

Regime de Alimentação

As 40 fases do ciclo automático são divididas em 2 fases principais e 2 fases intermediárias.

NOME DA FASE	ABREVIACÃO	Primeira sub-fase
FASE PRINCIPAL 1	(HF1)	1
FASE INTERMEDIÁRIA 1	(TF1)	17
FASE PRINCIPAL 2	(HF2)	21
FASE INTERMEDIÁRIA 2	(TF2)	37

Essas 40 fases, são executadas como um ciclo. No fim da fase 40, a fase 1 é reiniciada. Como pode ser notado, apenas as fases principais e intermediárias (alimentação do UNITANK) são previamente requisitadas na matriz de controle como subfases, sendo que para cada subfase específica são realizados comandos automáticos sobre os diversos equipamentos envolvidos na referida fase.

Regime de Não-Alimentação

No regime de não-alimentação procura-se manter os microrganismos do lodo em boas condições enquanto não há fornecimento de efluente.

Há várias causas possíveis para início do regime de não alimentação, por exemplo, alarme de baixa pressão na linha de ar para instrumentos.

O tempo de atraso anterior ao início do regime de não-alimentação é ajustável.

O regime de não-alimentação consiste em quatro fases:

FASE 41: aeração

Todos os tanques são aerados e agitados

FASE 42 : sedimentação

Nenhum tanque é aerado ou agitado

FASE 43: fim do regime de não-alimentação

Nenhum tanque está aerado ou agitado

Essa fase fica ativa até não haver aeração durante um tempo mínimo (incluindo o tempo da fase 42). O tempo mínimo para a fase 43 é o tempo de sedimentação.

FASE 44 : lavagem prolongada

Nessas fases, os canais de saída de efluente são lavados. Após o regime de não-alimentação, o Unitank retornará ao regime normal de alimentação, iniciando na primeira sub-fase.

2. ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A operação da ETE deverá alcançar minimamente resultados de eficiências compatíveis com a capacidade técnica do processo UNITANK que foi concebido, dimensionado e projetado para proporcionar um efluente tratado com as seguintes características qualitativas e quantitativas, para atender as necessidades estabelecidas pela legislação vigente para o corpo receptor:

Concentração de DBO ₅ , 20°C, mg/l	≤30,00
Concentração de DQO, mg/l	≤200 para DQO média do afluente de 674 ml/l
Concentração Sólidos Totais em Suspensão (mg/l)	≤70
Materiais Sedimentáveis (ml/l) em teste de 1 hora em cone Imhoff.	≤1,0
Nitrogênio Total (mg/l)	≤35
Nitrogênio Amoniacal Total (mg/l)	≤20
Óleos e graxas minerais (mg/l)	≤20
Óleos vegetais e gorduras animais (mg/l)	≤50
Oxigênio dissolvido (mg/l)	>0,5
Temperatura (°C)	<40
pH	5,00 – 9,00
Materiais flutuantes	ausentes
Turbidez (NTU)	≤20
<i>E. Coli</i> (NMP/100ml)	≤600

A operação da ETE deve também atingir aos seguintes resultados:

- ✓ O odor do gás tratado, após passar pelo sistema de desodorização, deve ficar abaixo do limite olfação de uma pessoa 5 ppm a uma distância de 10m;
- ✓ Todos os resíduos sólidos gerados na ETE devem ter destinação final ambientalmente adequada, de acordo com a legislação vigente.

2.2 NÍVEIS DE MONITORAMENTO

2.2.1 Monitoramento on-line

O monitoramento realizado através de instrumentos e/ou analisadores on-line abrangerá os seguintes dados e parâmetros de processo:

- Vazão afluente após desarenação;
- Teor de oxigênio na câmara de aeração do UNITANK, onde o sensor estiver operativo;
- Potencial redox na câmara anóxica;
- Turbidez do efluente tratado;
- Vazão do efluente tratado.

Todos os medidores online devem possuir certificados de calibração e verificação dentro do período de validade.

2.2.2 Monitoramento através de análises físico-químico, bacteriológica, microbiológica de laboratório e no campo

O quadro seguinte estabelece com que periodicidade deve ser realizada as coletas de amostras para execução das análises operacionais e de atendimento as condicionantes da licença ambiental de operação, da ETE e do corpo receptor. Esse monitoramento poderá sofrer alterações, uma vez que, órgãos de controle ambiental poderão solicitar outros parâmetros e/ou periodicidade.

Parâmetro	Pontos de Amostragem	Frequência
pH	Esgoto bruto (canal de entrada)	Diária
	Efluente tratado final	Diária
	Biofiltro	Semanal
	Corpo receptor (4 pontos)	Trimestral
Temperatura	Esgoto bruto (canal de entrada)	Diária
	Efluente tratado final	Diária
	Corpo receptor (4 pontos)	Trimestral
Condutividade	Esgoto bruto (canal de entrada)	Diária
	Efluente tratado final	Diária
Turbidez	Efluente tratado final	Diária
	Corpo receptor (4 pontos)	Trimestral
Salinidade	Corpo receptor (4 pontos)	Trimestral
Umidade	Biofiltro	Semanal
	Centrífuga (lodo)	3 vezes/semana
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	Esgoto bruto (canal de entrada)	Semanal
	Efluente tratado final	Semanal
	Corpo receptor (4 pontos)	Trimestral
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	Esgoto bruto (canal de entrada)	Semanal
	Efluente tratado final	Semanal
Carbono Orgânico total (COT)	Corpo receptor (4 pontos)	Trimestral
Oxigênio Dissolvido (OD)	Efluente tratado final	5 vezes/semana
	Tanque de aeração	Diária (3 tanques)
	Corpo receptor (4 pontos)	Trimestral
Sólidos Suspensos Totais (SST)	Esgoto bruto (canal de entrada)	Semanal
	Efluente tratado final	Semanal
	Câmara anóxica	3 vezes/semana
	Tanque de Aeração	3 vezes/semana
	Tanque Digestor	3 vezes/semana
	Bomba de lodo	Semanal
Sólidos Suspensos Voláteis (SSV)	Tanque de Aeração	3 vezes/semana
	Tanque Digestor	3 vezes/semana
	Bomba de lodo	Semanal
Sólidos Sedimentáveis (SSed)	Efluente tratado final	Diária
	Tanque de Aeração	3 vezes/semana

Sólidos Totais (ST)	Tanque Adensador (Efluente)	3 vezes/semana
	Tanque Adensador (lodo)	3 vezes/semana
	Centrífuga (lodo)	3 vezes/semana
	Centrífuga (Efluente)	Semanal
	Tanque Digestor	3 vezes/semana
Nitrogênio Total (NT)	Esgoto bruto (canal de entrada)	Quinzenal
	Efluente tratado final	Quinzenal
Nitrato (NO ₃)	Esgoto bruto (canal de entrada)	Quinzenal
	Efluente tratado final	Quinzenal
	Câmara anóxica	Mensal
	Corpo receptor (4 pontos)	Trimestral
Nitrito (NO ₂)	Esgoto bruto (canal de entrada)	Mensal
	Efluente tratado final	Mensal
	Corpo receptor (4 pontos)	Trimestral
Nitrogênio Amoniacal (NH ₄)	Esgoto bruto (canal de entrada)	Quinzenal
	Efluente tratado final	Quinzenal
	Corpo receptor (4 pontos)	Trimestral
Nitrogênio Kjeldahl (TKN)	Esgoto bruto (canal de entrada)	Quinzenal
	Efluente tratado final	Quinzenal
Fósforo Total	Esgoto bruto (canal de entrada)	Mensal
	Efluente tratado final	Mensal
	Corpo receptor (4 pontos)	Trimestral
Cloreto	Esgoto bruto (canal de entrada)	Semanal
	Efluente tratado final	Semanal
Óleos e graxas	Esgoto bruto (canal de entrada)	Semanal
	Efluente tratado final	Semanal
Escherichia Coli	Esgoto bruto (canal de entrada)	Semanal
	Efluente tratado final	Semanal
	Corpo receptor (4 pontos)	Trimestral
Pesquisa Microscópica	Tanque de aeração	2 vezes/semana
Sulfeto não dissociado	Corpo receptor (4 pontos)	Trimestral
Toxicidade	Efluente tratado final	Semestral
Cloro Residual Total (CRT)	Caminhão abastecido com água de reúso / Efluente tratado final	Semanal
Cloro Residual Livre (CRL)	Caminhão abastecido com água de reúso / Efluente tratado final	Semanal

Obs.: As amostras para análises deverão coincidir os dias e horários de coletas, para auxiliar na avaliação do processo de tratamento.

2.3 PARÂMETROS DE REFERÊNCIA

2.3.1 GRADEAMENTO

- Retenção dos sólidos com dimensão igual ou superior ao espaçamento entre as barras das grades (6mm);

2.3.2 UNITANK

- Concentração de sólidos no tanque de aeração: 4kg/m³
- Concentração de sólidos na câmara anóxica: 4kg/m³
- Potencial redox na câmara anóxica: 50-100 mV
- Teor máximo de Oxigênio dissolvido na câmara anóxica < 0,5 mg/l
- Oxigênio dissolvido na câmara de aeração = 1 a 3 mg/l
- Relação alimento/microorganismo: 0,2 kg DBO₅20°C/kg de SSV
- Idade do lodo: 6,6 dias
- Índice volumétrico do lodo < 150.
- Lodo produzido entre 0,8 a 1 kg SST/kg DBO₅20°C aplicado.

2.3.3 DIGESTOR AERÓBIO

- Eficiência de remoção de sólidos voláteis em torno de 30%
- Concentração de sólidos no tanque de digestão em torno de 13kg/m³
- Concentração de sólidos (média diária) no efluente do digestor em torno de 9,19 kg/m³
- Tempo de retenção dos sólidos em torno de 8 dias.

2.3.4 ADENSAMENTO

- Eficiência de captura de sólidos em torno de 85%
- Teor de sólidos do lodo adensados em torno de 3%
- Teor de sólidos no efluente líquido em torno de 200mg/l

2.3.5 DESIDRATAÇÃO

- Eficiência de captura de sólidos em torno de 95%
- Teor de sólidos do lodo adensados em torno de 25%
- Teor de sólidos no efluente líquido em torno de 200mg/l

3. RELATÓRIOS DOS RESULTADOS OPERACIONAIS E DE DESEMPENHO

Os relatórios mensais das unidades afetas ao contrato (ETE, EEEBs) deverão ser elaborados com as informações de cada unidade e suas particularidades conforme descrito no edital.

DESCRITIVO OPERACIONAL

ETE BANDEIRANTES

CARIACICA

ETE BANDEIRANTES - Cariacica

1. PROJETO

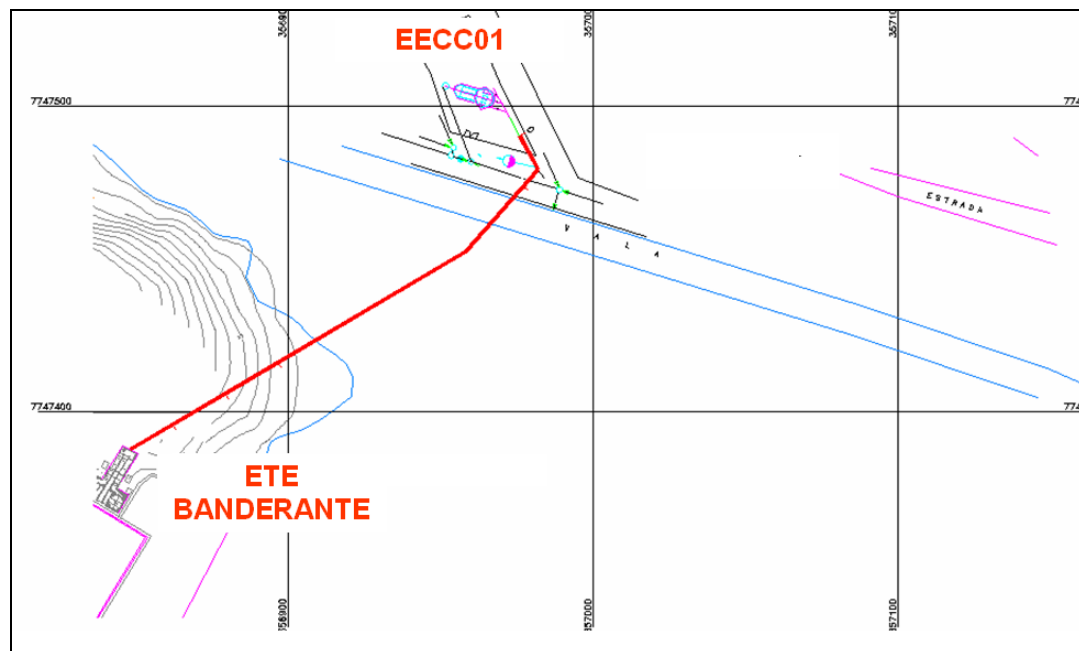
1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

ETE Bandeirantes: Rua Cachoeirinha, sem N°, Bairro Bela Vista – Cariacica - ES

EECC 01: Rua São Timóteo, sem N°, Bairro Bela Vista – Cariacica - ES



Localização das unidades



Arranjo entre a ETE Bandeirantes, a EECC01 e sua respectiva Linha de recalque



Vista aérea da ETE Bandeirantes

1.1.1. Capacidade Requerida do Tratamento da ETE BANDEIRANTES

Conforme estabelecido pelo Manual de Operação, a ETE BANDEIRANTES, recebendo um afluente com as características quantitativa e qualitativa relacionadas no quadro nº1, o processo de tratamento biológico do tipo UNITANK, em conjunto com o pré-tratamento, tem capacidade para gerar um efluente tratado com as características indicadas no quadro nº2.

QUADRO 1
CARACTERÍSTICAS DO ESGOTO AFLUENTE CONSIDERADAS PARA PROJETO

População (habitantes)	150.026
Vazões	
Média/hora (m3/hora)	919
Máxima/hora (m3/hora)	1.286
Média/dia (m3/dia)	22.054
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO ₅ 20°C)	
• Concentração média(mg/l)	296
• Carga diária(kg de DBO ₅ 20°C/dia)	6.528
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	
• Concentração média (mg/l)	674
• Carga diária (kg de DQO/dia)	14.864
Sólidos Totais em Suspensão (SST)	
• Concentração média(mg/l)	267
• Carga diária(kg de SST/dia)	5.888
Nitrogênio Total	
• Concentração média(mg/l)	61,6
• Carga diária (kg de N/dia)	1.359
Temperatura média(°C)	27

QUADRO 2
CARACTERÍSTICAS DO ESGOTO TRATADO

Concentração de DBO _{5,20} , mg/l	≤30,0
Concentração de DQO, mg/l.	≤200
Concentração Sólidos Totais em Suspensão (mg/l)	≤70
Materiais Sedimentáveis (ml/l)em teste de 1 hora em cone Imhoff.	≤1,0
Turbidez	≤20,0
Nitrogênio Total (mg/l)	≤35
Óleos e graxas minerais (mg/l)	≤20
Óleos vegetais e gorduras animais (mg/l)	≤50
Oxigênio dissolvido (mg/l)	>0,5
Temperatura (°C)	<40
pH	5,00 – 9,00
Materiais flutuantes	ausentes
<i>E. Coli</i>	Máx. 600 NMP/100ml

1.1.2. Capacidade Efetiva da ETE

A ETE BANDEIRANTES apresenta capacidade de projeto, características paramétricas e operacionais que permitem verificar que ela tem capacidade para atingir o padrão qualitativo estabelecido para o efluente do tratamento, sem restrições, como vem sendo confirmado pelos resultados operacionais que vem sendo obtidos (Quadro 3).

QUADRO 3
Valores Médios do Ano de 2019

Características Paramétricas	Afluente	Efluente
Temperatura °C	-	27,9
pH	6,88	6,94
Oxigênio dissolvido, mg/l	-	6,29
DBO _{5,20} , mg/l	339	13
DQO, mg/l	679	40
Óleos e Graxas totais, mg/l	47	12
Sólidos Suspensos Totais, mg/l	160	11
Materiais Sedimentáveis, ml/l	-	<0,1
Materiais Flutuantes	-	Virtualmente ausentes
Turbidez	-	3,0
Nitrogênio Total, mg/l	50,1	21,8
Nitrito, mg/l	0,04	0,1
Nitrato, mg/l	0,37	1,08
Nitrogênio Amoniacal, mg/l	34,02	12,2
Nitrogênio Kjeldahl, mg/l	54,53	19,68
Fósforo, mg/l	6,52	1,63
<i>E. Coli</i> , NMP	6,21E+07	1,85E+00

1.2 O SISTEMA DE TRATAMENTO

A Estação de Tratamento de Esgoto de Cariacica foi construída para atender uma vazão média de 22.054 m³/dia de esgoto doméstico, o que corresponde a uma população de 150.026 habitantes.

1.2.1. Pré-tratamento

O esgoto bruto bombeado a ETE é igualmente distribuído para três canais paralelos. Cada um dos três canais está equipado com:

- Grade Grossa Manual com espaçamento entre barras de 5cm;
- Grade Fina Curva Rotativa, com espaçamento entre barras de 15mm, com acionamento mecânico, havendo uma rosca transportadora que serve aos três canais.

Após passar pelos canais, o afluente é desarenado por intermédio de três caixa de areia, do tipo quadrada (detritor) dispostas em paralelo, equipadas e dotadas com braço raspador mecanizado e parafuso classificador, sendo a areia separada e descarregada em caçambas do tipo caixa estacionária com capacidade de acumulação de 5m³, dotada de vedação na abertura superior. Através de vertedores em fibra o efluente desarenado é descarregado num canal comum às três caixas de areia para ser conduzido ao tratamento biológico (UNITANK) do tipo lodo ativado cíclico.

1.2.2. Tratamento Biológico

O tratamento biológico é do tipo “UNITANK”, reator biológico aerado, com remoção de nitrogênio.

Trata-se de uma variação do processo por lodos ativados, onde o reator biológico é compartimentado em câmaras de funções distintas:

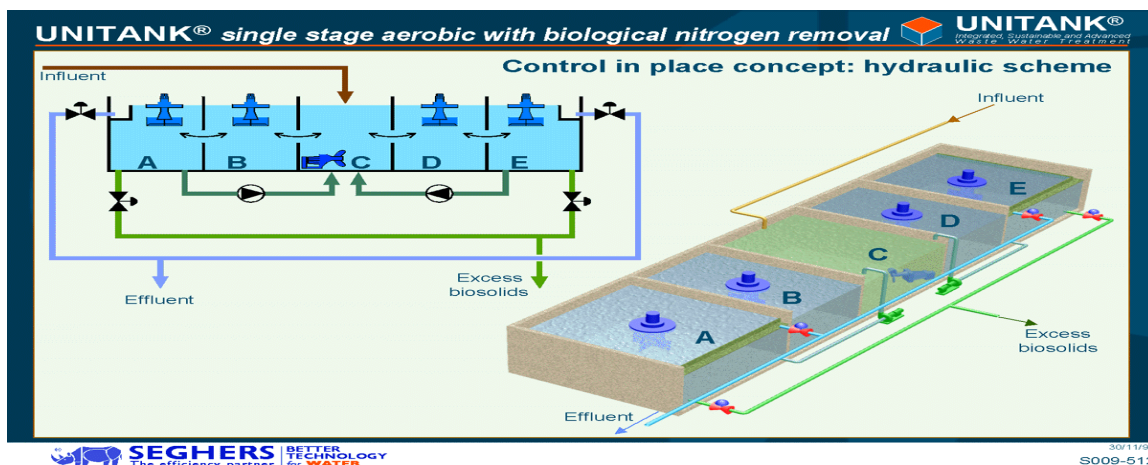
- câmara anóxica;
- câmaras exclusivamente de aeração;
- câmaras que alternam as funções de aeração e de decantação.

Diferentemente da versão clássica do lodo ativado, elimina a necessidade de decantadores secundários implantados em unidades separadas, proporcionando assim um layout compacto que permite reduzir a área de implantação do tratamento

Por intermédio da adequada configuração da cadeia do processo, esta modalidade de tratamento, por lodo ativado, permite atender, sem restrição, o que estabelece a legislação vigente, tanto em relação à classe do corpo receptor, quanto no que diz respeito ao padrão de emissão.

Além de permitir elevada remoção da carga orgânica, proporcionando uma eficiência de, no mínimo, 90% de redução de DBO₅, 20°C, o tratamento por lodos ativados cíclico, atende com folga o limite de 20mg/l de Nitrogênio Amoniacal Total, no efluente do tratamento, antes do lançamento no corpo receptor. As instalações construídas têm capacidade projetada para reduzir o teor de nitrogênio total no efluente tratado ao patamar de 10mg/l.

O UNITANK engloba 5 câmaras (ilustração a seguir), dispostas de modo a permitir que as duas câmaras (A e E) interligadas ao compartimento anóxico (C) funcionem em ciclos alternados, como tanque de aeração e decantador, razão pela qual esta variação do processo de lodo ativado tem a denominação de lodo ativado cíclico. Os dois outros compartimentos (B e D) funcionam sempre como reatores de aeração / nitrificação.



Em cada um dos compartimentos, exceto no compartimento anóxico de desnitrificação, encontra-se instalada uma malha de aeração com difusores de membrana de bolhas finas alimentados com ar proveniente de uma casa de sopradores. O compartimento anóxico central é provido de misturadores submersíveis que funcionam ininterruptamente. Os compartimentos que funcionam ora como tanques de aeração/nitrificação, ora como tanques de sedimentação, são dotados de vertedores e canaletas de saída.

Os principais componentes do tratamento da fase líquida da ETE são os seguintes:

- Grade grossa manual;
- Grade fina mecanizada, tipo arco;
- Caixa de areia quadrada, com raspadora de fundo e classificador;
- Rosca transportadora de areia;
- Lodo ativado cíclico “UNITANK”;
- Sopradores de embolo (ROOTS) para fornecimento de ar de processo;
- Desinfecção final com Raios Ultravioleta.

1.2.3. Condicionamento do Lodo Excedente gerado no Processo Biológico

O condicionamento do lodo descartado do sistema UNITANK através da câmara dual em serviço como decantador compreende:

- digestão aeróbia do lodo excedente;
- espessamento do lodo digerido em adensadores por gravidade
- desidratação mecânica do lodo por centrifuga.

1.2.4. Digestão do Lodo Excedente

O lodo em excesso descartado do sistema UNITANK é enviado, por bombeamento, ao digestor, onde ocorre a estabilização aeróbia do lodo mediante o processo de autodigestão onde o lodo se mineraliza (diminuição de conteúdos orgânicos voláteis), reduzindo em 30% a massa de sólidos voláteis (conversão em dióxido de carbono e água). A estabilização do lodo é necessária para evitar problemas de geração de odores, e proporciona um condicionamento para adequá-lo

qualitativamente para a disposição final, em aterro sanitário. Adicionalmente gera economia por reduzir o volume de lodo para transporte até o local do aterro.

O digestor está equipado com uma rede de tubulação, com difusores de membrana de bolhas finas, alimentada com ar proveniente da casa de sopradores. Por intermédio de derivação própria feita na linha de descarga dos compressores, partilha com os tanques de aeração as mesmas instalações da casa dos sopradores.

1.2.5. Adensamento do Lodo Digerido

O lodo estabilizado efluente do digestor é conduzido aos adensadores de lodo (duas unidades de adensamento) onde, pela ação da gravidade, ocorre inicialmente a separação dos sólidos seguindo-se o espessamento e obtendo-se um lodo de fundo concentrado e com teor de sólidos tipicamente da ordem de 3%. A remoção do lodo acumulado é feita por bombeamento com o auxílio de uma ponte raspadora, dotada de pontaletes de adensamento para favorecer a separação entre a fase líquida e sólida e evitar a agregação dos sólidos em placas.

O efluente líquido dos adensadores é encaminhado ao poço de sucção da elevatória de drenagem de onde é bombeado e retorna ao canal de alimentação do UNITANK.

1.2.6. Desidratação do Lodo

O lodo estabilizado e adensado é extraído do fundo dos adensadores, por bombeamento (1 bomba em serviço + 1 bomba stand-by), e enviado para a desidratação mecânica por decanter centrífugo, durante um período de 16 horas diárias, segundo o critério estabelecido como premissa de projeto. Durante o tempo restante de 8 horas as bombas que permanecem em funcionamento ininterrupto durante 24 horas, mediante manobras automáticas de abertura e fechamento de válvulas solenóide, passa a recircular o lodo adensado ao digestor, contribuindo para aumentar a concentração e mineralização do lodo.

O lodo adensado atinge concentração, expressa em teor de sólidos, de até 25% ao sair do decanter centrífugo, sendo necessário prévio acondicionamento com uma solução de polieletrólito. O lodo desidratado, ao sair da centrifuga, é descarregado numa rosca transportadora passando em seguida para uma caçamba de estocagem para posterior transporte e disposição final em aterro sanitário. De sua parte, o centrifugado (efluente líquido) é conduzido ao poço de sucção da elevatória própria, para ser daí recirculado ao UNITANK, através do canal de alimentação, por onde também escoam o efluente desarenado.

A solução de polieletrólito com concentração de 0,2% é preparada por uma unidade de preparo automático de polímero em pó e água. Por intermédio de uma bomba dosadora é feita a aplicação do polieletrólito, em emulsão, na linha de lodo adensado, em local situado junto à entrada no misturador hidráulico (misturador estático).

Os principais componentes do tratamento da fase sólida da ETE são os seguintes:

- Digestor de lodos do tipo aeróbio;
- Adensador por gravidade de lodo excedente descartado do UNITANK;
- Sistema de preparação e de dosagem de polímero;
- Centrífuga de desidratação do lodo adensado;

- Sistema de controle de odores da caixa de areia – “tipo Bioclean”

1.2.7. Desodorização

O esgoto que chega para ser tratado, em função do estado de septicidade que se encontra, promove a liberação de gases odoríficos ao passar pelas unidades integrantes do pré-tratamento (gradeamento e caixa de areia), em particular nos pontos de elevada turbulência: na queda dos vertidos e nos desníveis ocasionados pela perda de carga em grades, dentre outros. Para evitar a exalação de odores nestas unidades e objetivando a proteção do entorno, está instalado um tratamento biológico de gases de exaustão através de biofiltração, pelo processo “SEGHERS bioclean”.

O ar confinado no pré-tratamento é extraído mediante exaustores centrífugos e forçado a passar através do sistema de eliminação de odores, tipo “SEGHERS bioclean”. Trata-se de um processo biofiltração onde os componentes responsáveis pelo odor são absorvidos e degradados mediante a ação de colônias de microorganismos fixadas sobre um meio suporte especial: leito composto de material orgânico.

O material orgânico normalmente consiste de casca de tronco, turfa ou outra mistura de alta performance. O meio filtrante serve como transportador para um biofilme de microorganismos e permite que eles cresçam e se multipliquem (fonte de nutrientes). Os processos físicos num sistema imobilizado como este podem ser resumidos a seguir:

- O substrato passa por uma fase de transição de gás para líquido (absorção);
- O substrato é fixado à superfície do biofilme sólido (adsorção);
- A difusão do lado externo da camada de biofilme para o lado interno ocorre com biodegradação simultânea pelas bactérias para criar produtos livres de odores.

Enquanto realiza o processo de biodegradação, os microorganismos consomem oxigênio e nutrientes – tais como nitrogênio, fósforo, cálcio e ferro. Os produtos da degradação são: CO₂, água, sulfato e nitrato. O dióxido de carbono é removido pelo fluxo dos gases tratados.

1.2.8. Operação do UNITANK

Em cada ciclo operacional principal, o escoamento do esgoto em tratamento, através das cinco câmaras, se desenvolve da seguinte forma: o esgoto proveniente da desarenação é introduzido na câmara anóxica, passando em seguida, por bombeamento, para uma das câmaras de função dual (aeração/decantação), em operação como tanque de aeração; na sequência o esgoto é conduzido às câmaras de aeração e, através de uma delas, é encaminhado para a câmara de dupla função em operação como decantador.

O ciclo operacional pleno, inclusive a fase intermediária focalizada adiante, é interrompido e o sentido do fluxo se inverte quando a capacidade de estocagem de sólidos no compartimento de decantação em operação atinge o limite de saturação, para que não ocorra perda excessiva de sólidos pelo efluente decantado.

Integrando os ciclos operacionais plenos, há uma fase intermediária para preparação (separação e espessamento dos sólidos dispersos) no novo compartimento dual que passará a funcionar como o

novo decantador no ciclo operacional vindouro. Esta etapa operacional intermediária se desenvolve assim:

- Corta-se o fornecimento de ar para interrupção da mistura na câmara, (aeração/decantação), atuante como tanque de aeração, pelo fechamento da válvula solenóide da linha de alimentação de ar;
- como uma opção operacional para agilizar a fase intermediária, pode-se desligar também a bomba de recirculação que alimenta a câmara dual operativa como tanque de aeração/nitrificação para agilização da etapa de separação dos sólidos;
- quando a opção fixada para o controle dos sopradores de velocidade variável prioriza a transmissão de sinais das sondas/analísadores de oxigênio instalados na câmara de função dual operativa, essa função fica desabilitada durante a fase intermediária e o sinal de transmissão passa a ser transmitido a partir da sonda/analísador instalada no tanque de aeração que alimenta a câmara dual atuante como decantador.

O comando dos sopradores de velocidade variável pode ser feito pelo controle por base, ou seja: toda vez que sai ou entra de operação uma unidade alimentada com ar à frequência operacional dos sopradores de velocidade variável é automaticamente modificada para se ajustar ao aumento ou diminuição da demanda de ar.

A duração da etapa intermediária é determinada em função das características próprias locais (características de sedimentabilidade dos sólidos, regime hidráulico e temperatura) e do estágio em que se encontra a operação (partida “start-up”), em estágio intermediário ou em regime operacional estável (stead-state). Tipicamente situa-se entre 40 a 80 minutos.

Cada ciclo operacional pleno começa pela fase de limpeza das canaletas de coleta e dos vertedores de saída da nova câmara dual operativa como decantador, desviando-se o efluente durante os primeiros minutos (tipicamente 5 minutos), para elevatória de drenagem, para ser recirculado às caixas de areia.

O lodo excedente removido do UNITANK é descartado da câmara de decantação/aeração, em serviço como decantador. O período de descarte é fixado em função da quantidade e das características do lodo acumulado. Constituindo-se também como fator de influência o estágio em que se encontra a operação: partida (start-up); em estágio intermediária, ou em regime operacional estável (stead-state).

1.2.9. Operação do Pré-tratamento

O material retido nas grades grossas com dimensões maiores que 50mm é removido manualmente com auxílio de rastelo e depositado em caçamba para posterior remoção e transporte até o local de destinação final.

O material retido na grade fina, com limpeza mecânica por braço rotatório, ao acumular-se entre as barras faz com que o nível hidráulico a montante, seja superior ao nível a jusante. O mecanismo de limpeza da grade é automaticamente acionado quando o desnível atinge o valor

determinado pelo ponto de ajuste fixado pelo operador. Este mecanismo de limpeza remove o material retido e lança-o na rosca transportadora, a qual descarta o material na caçamba.

O mecanismo de limpeza da grade pode também ser acionado por função temporizada. Quando esta função é estabelecida como prioritária ela é automaticamente superposta pelo comando de acionamento pelo desnível, sempre quando a perda de carga máxima (desnível máximo) seja atingida.

O esgoto flui então pelo canal até ingressar no desarenador, onde por conta da baixa velocidade do escoamento, as partículas de areia igual ou superior a 0,2mm são retidas e se depositam no fundo. O material retido e acumulado no fundo é direcionado pelo braço do raspador motorizado ao parafuso classificador, sendo a areia lavada descarregada em caçambas e o líquido separado recirculado para a própria caixa de areia.

O esgoto livre de partículas de areia com dimensão igual ou superior a 0,2mm flui pelo vertedor sendo direcionado ao canal de alimentação do “UNITANK”, onde a vazão é medida através de um medidor ultra-sônico instalado em uma Calha Parshall. Após a medição de vazão o esgoto adentra o Sistema “UNITANK”.

1.2.10 Operação do Sistema de condicionamento do lodo excedente Descartado do UNITANK

Operação do Digestor Aeróbio

O digestor recebe o lodo em excesso descartado do sistema UNITANK e, além disso, há também um aporte de lodo oriundo do adensador, no período diário de 8 horas em que a desidratação fica fora de serviço (a desidratação funciona 16 horas/dia). Assemelhando-se ao processo de lodo ativado (*mutatis mutandi*) a recirculação do lodo adensado, permite aumentar o período de residência celular do lodo em digestão e manter no interior do digestor um teor de sólidos 13kg/m³ (1,3%), para permitir a eficiência de 30% de remoção de voláteis, baseada num tempo de digestão de projeto da ordem de 8 dias de retenção dos sólidos.

O digestor funciona alternando períodos de mistura completa e intervalos de repouso, promovidos pela injeção ou interrupção da alimentação de ar, proveniente da casa dos sopradores através dos difusores, mediante manobras automáticas de abertura e fechamento de válvulas solenóide. Os intervalos de mistura e de repouso são fixados no sistema de supervisão e controle pela escolha de pontos de ajuste.

Operação do Adensamento.

Os adensadores por gravidade para espessamento do lodo oriundo da digestão funcionam em regime contínuo durante 24 horas. O espessamento dos sólidos é feito em dois estágios: em primeiro lugar dá-se a separação dos sólidos seguindo-se um processo de adensamento que aumenta com o tempo até um limite assintótico, que no caso de lodo digerido limita-se ao teor máximo de sólidos da ordem de 3%.

O lodo acumulado ao nível do fundo dos adensadores, com o auxílio de um braço raspador, por intermédio de bomba de cavidades progressivas, é enviado ora para as centrifugas de desidratação (durante 16 horas), ora ao digestor (durante as 8 horas restantes).

Operação da Desidratação.

Os lodos oriundos dos adensadores são bombeados por meio de duas bombas para a entrada da Centrífuga, onde ocorre a separação entre sólidos e líquido dentro de um tambor rotativo pela ação da força centrífuga reinante em seu interior. O lodo entra na centrífuga pelo tubo de alimentação e alcança a câmara de separação.

Pela ação da força centrífuga os sólidos são empurrados para a parede do tambor, formando assim a torta que é transportada pela rosca sem fim e comprimida na parte cônica.

A torta desidratada deixa o decanter através de buchas com proteção contra desgastes, enquanto a fase líquida caminha no sentido contrário, saindo pelos cabeçotes de descarga.

No processo de desidratação de lodos, para aumentar a eficiência, utiliza-se polieletrólito vindo das bombas dosadoras e entrando no misturador hidráulico. O polieletrólito favorece a agregação e, portanto, a sedimentação das partículas sólidas e é normalmente utilizado em estações de tratamento de efluentes.

Operação da Desodorização.

O tratamento dos gases para desodorização se dá pela passagem forçada do ar contaminado através do leito biológico. Para o adequado funcionamento do leito biológico há necessidade que ele seja mantido úmido pelo sistema de spray que espalha água sobre a superfície do leito, de funcionamento intermitente comandado por uma função temporizada.

Características Principais de Projeto	
Tratamento Preliminar	
Grades Grossas Manual	
Velocidade máxima	0,90 m/s
Velocidade mínima	0,30 m/s
Espaçamento entre barras	50 mm (a)
Espessura barras	6 mm (t)
Grades Mecanizadas	
Velocidade máxima	0,90 m/s
Espaçamento entre barras	15 mm
Espessura barras	9 mm
Desarenador	
Taxa Superficial máxima	60,00 m³/m²/hora
Altura Líquida	0,55 m
Vazão Max. p/ equipamento	1.286 m³/h
Desarenadores 4,88 x 4,88	23,81 m²
Volume Individual	13,09 m³
Tempo de detenção médio	0,61 minutos
Taxa Superficial	54 m³/m² x hora
Tratamento Biológico	
Compartimentode Anóxico	
Concentração de biomassa	4,00 kg SST/m³
Velocidade de desnitrificação	0,120 Kg N/kg MLSS dia
Compartimentos de Aeração/Nitrificação	
Carga volumétrica	0.70 Kg DBO/m³ dia
Concentração de biomassa	4,00 Kg TSS/m³
F/M (relação carga/microorganismos)	0,18 Kg DBO/m³ dia
Compartimento de Decantação	
Carga hidráulica Superficial	2,65 m³/m² dia
Superfície de sedimentação necessária	384 m²
Carga nos vertedores	8,7 m³/m² dia
Comprimento dos vertedores	160 m
Compartimento central anóxico	
Comprimento	16,60 m
Largura	19.60m
Lâmina de água	5,50m
Volume	1.789m³
Compartimentos exteriores (aeração/sedimentação)	
Comprimento	19,60 m
Largura	19,60 m
Lâmina de água	5,50 m
Volume por compartimento	2.113 m³
Compartimentos centrais (só de aeração)	
Comprimento	28,00 m
Largura	17.60 m
Lâmina de água	5,50 m
Volume por compartimento	2.710 m³
Volume de 2 compartimentos	5.420 m³
Digestor de Lodo	
Remoção de Sólidos Voláteis	0,3
Concentração de lodo estabilizado	13 Kg MS / m³
Residência Celular:	8 dias
Comprimento	23,30 m
Largura	23,20 m
Lâmina de água	5,50 m
Volume	2.845 m³
Adensador de Lodo	
Taxa superficial	35 kg SST/m² dia
Concentração do lodo adensado	3%
Comprimento	14,00 m
Largura	14,00 m
Lâmina	5,50 m
Volume	1.078 m³
Superfície	196 m²
Desidratação do lodo adensado	
Concentração do lodo desidratado	22%
Período de funcionamento diário	16 h
Capacidade da desidratação	9,6 m³/h

1.3. AUTOMAÇÃO, CONTROLE E MONITORAMENTO DA OPERAÇÃO

O processo UNITANK envolve varias etapas sequenciais em regime operacional cíclico sendo imprescindível a automatização para comando e controle operacional do processo.

A operação da ETE é automatizada, tornando a operação simples e com um elevado grau de confiabilidade e flexibilidade. As funções do operador ficam, como regra, limitadas a fixação de pontos de ajuste em função de condicionantes operacionais e de parâmetros do processo, de acordo com os resultados das análises.

A ETE é controlada por um CLP Siemens (série S7-400) acoplados a 3 (três) cartões analógicos e a 9 (nove) digitais, que está interligado às estações de operação (work stations) do Centro de Controle Operacional (CCO) por uma rede de comunicação Ethernet. Existe também um outro CLP Allen Bradley (modelo SLC 5/05) que centraliza as informações de telemetria das elevatórias que o sistema abrange. A comunicação deste PLC e o CCO utiliza Ethernet TCP/IP. A comunicação entre o SLC central e os CLPs das elevatórias consiste em RS232/DF1, via rádio MDS-4710 da Tecwise.

O monitoramento de telemetria consiste das condições de estado de funcionamento das bombas de recalque, do sistema de biofiltro, do sistema de grade mecanizada e da instrumentação de medição e controle. Esses dados são utilizados também no CCO da ETE e deverão ser compartilhados no CCO da CESAN.

Para supervisão, comando e aquisição de dados (SCADA) utiliza-se o software Wonderware Intouch, que se distingue no gênero como um produto de boa qualidade. Trata-se de uma interface gráfica Homem/Máquina que oferece uma visão integrada de todos os recursos de controle e informação. O Intouch permite que engenheiros, supervisores, gerentes e operadores visualizem e interajam com toda a operação através de representações gráficas das etapas de processo.

Sob o comando do CLP, auxiliado pela transmissão, em cascata de sinais, os instrumentos (analísadores, sensores, controladores, temporizadores e interlocks – Interlock: Inibe o acionamento do equipamento em modo remoto automático e manual; Condição Automática: Habilita o equipamento em modo Automático) e os equipamentos mecanizados interagem para realizar o comando e controle de processo de tratamento em conformidade com os pontos de ajustes fixados e condições de funcionamento operacional estabelecidas nas estações de operação (work stations).

Há duas estações de operação (dois microcomputadores) integrando o CCO que são excludentes entre si no exercício das funções de controle e ajustes das condições de operação, ou seja, não operam simultaneamente realizando as mesmas funções de controle. O funcionamento realizando funções idênticas restringem-se ao campo da aquisição de dados, abrangendo: estado de funcionamento dos equipamentos, resultados operacionais e de desempenho, enfim, os dados supervísórios e registros operacionais - histórico.

Nos vídeos dessas estações navegam-se através de várias telas. Cada tela dispõe de um menu com botões de conexão (links) que permitem a seleção de telas e de funções chaves: telas sinóptica, telas de configurações, telas gerais e comandos.

As “Telas Sinópticas” apresentam as telas de Pré tratamento, Unitank, Desidratação de lodo, Biofiltro, Adensador de lodos e Compressor. As “Telas de Configurações” apresentam as configurações da matriz e as configurações da tela sinóptica atual. As “Telas Gerais” tem acesso a Visualização geral da planta, ao Banco de dados, ao Histórico em formato Excel, as Totalizações dos alarmes e aos Contadores de horas de funcionamento dos motores. Já em “Comandos” acessa-se ao login para funcionamento, a opção de mudar o idioma, a impressão da tela e para reiniciar os alarmes atuais.

O botão “Configurações” ativa diferentes telas de acordo com a atual tela sinóptica ativa, onde se podem introduzir valores, clicando-se no valor atual para adicionar um novo. Através desta tela, procedem-se as fixações dos pontos de ajustes do processo, estabelecem-se as prioridades para funcionamento dos equipamentos e se procedem as definições de condições operacionais como: tempo em funcionamento e de parada e definição de equipamentos prioritários.

O tratamento biológico pelo sistema “unitank” consiste em 40 fases de alimentação e 4 fases de não alimentação (NFR). Cada fase possui um tempo de duração (em min.) Uma fase com um tempo de ‘0’ (zero) não é executada. Essas fases são integradas na tela matriz com o formato apresentado no quadro seguinte (Matriz principal). Cada célula da matriz representa um elemento componente do sistema UNITANK (válvula de lavagem, válvula do efluente, válvula da aeração, extração de lodo, bomba de recirculação, misturadores, controle de oxigênio...). O engenheiro de processo (operação) tem a competência para habilitação de elementos específicos que participam durante o desenvolvimento de uma mesma fase. Para prevenir que pessoas não autorizadas controlem a instalação, muitos níveis de senha são utilizados. Para controlar isso, os funcionários responsáveis pela operação precisam estar logados com determinada senha para ter acesso a certos níveis.

MATRIZ PRINCIPAL

No.	Tempo (min)	E1	E2	E4	E5	...	E15	E16
Ph1	T1							
Ph2	T2							
Ph3	T3							
...	...							
...	...							
Ph40	T40							
Ph41	T41							
Ph42	T42							
Ph43	T43							
Ph44	T44							

Regime de Alimentação

As 40 fases do ciclo automático são divididas em 2 fases principais e 2 fases intermediárias.

NOME DA FASE	ABREVIÇÃO	Primeira sub-fase
FASE PRINCIPAL 1	(HF1)	1
FASE INTERMEDIÁRIA 1	(TF1)	17
FASE PRINCIPAL 2	(HF2)	21
FASE INTERMEDIÁRIA 2	(TF2)	37

Essas 40 fases, são executadas como um ciclo. No fim da fase 40, a fase 1 é reiniciada. Como pode ser notado, apenas as fases principais e intermediárias (alimentação do UNITANK) são previamente requisitadas na matriz de controle como subfases, sendo que para cada subfase específica são realizados comandos automáticos sobre os diversos equipamentos envolvidos na referida fase.

Regime de Não-Alimentação

No regime de não-alimentação procura-se manter os microrganismos do lodo em boas condições enquanto não há fornecimento de efluente.

Há várias causas possíveis para início do regime de não alimentação, por exemplo, alarme de baixa pressão na linha de ar para instrumentos.

O tempo de atraso anterior ao início do regime de não-alimentação é ajustável.

O regime de não-alimentação consiste em quatro fases:

FASE 41: aeração

Todos os tanques são aerados e agitados

FASE 42 : sedimentação

Nenhum tanque é aerado ou agitado

FASE 43: fim do regime de não-alimentação

Nenhum tanque está aerado ou agitado

Essa fase fica ativa até não haver aeração durante um tempo mínimo (incluindo o tempo da fase 42). O tempo mínimo para a fase 43 é o tempo de sedimentação.

FASE 44 : lavagem prolongada

Nessas fases, os canais de saída de efluente são lavados. Após o regime de não-alimentação, o Unitank retornará ao regime normal de alimentação, iniciando na primeira sub-fase.

2. ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A operação da ETE deverá alcançar minimamente resultados de eficiências compatíveis com a capacidade técnica do processo UNITANK que foi concebido, dimensionado e projetado para proporcionar um efluente tratado com as seguintes características qualitativas e quantitativas, para atender as necessidades estabelecidas pela legislação vigente para o corpo receptor:

Concentração de DBO ₅ , 20°C, mg/l	≤30,00
Concentração de DQO, mg/l	≤200 para DQO média do afluente de 674 ml/l
Concentração Sólidos Totais em Suspensão (mg/l)	≤70
Materiais Sedimentáveis (ml/l) em teste de 1 hora em cone Imhoff.	≤1,0
Nitrogênio Total (mg/l)	≤35
Nitrogênio Amoniacal Total (mg/l)	≤20
Óleos e graxas minerais (mg/l)	≤20
Óleos vegetais e gorduras animais (mg/l)	≤50
Oxigênio dissolvido (mg/l)	>0,5
Temperatura (°C)	<40
pH	5,00 – 9,00
Materiais flutuantes	ausentes
Turbidez (NTU)	≤20
<i>E. Coli</i> (NMP/100ml)	≤600

A operação da ETE deve também atingir aos seguintes resultados:

- ✓ O odor do gás tratado, após passar pelo sistema de desodorização, deve ficar abaixo do limite olfação de uma pessoa 5 ppm a uma distância de 10m;
- ✓ A torta desidratada deve apresentar teor de sólidos (SST) em torno de 22%, em peso.

Todos os resíduos sólidos gerados na ETE devem ter destinação final ambientalmente adequada, de acordo com a legislação vigente.

2.2 NÍVEIS DE MONITORAMENTO

2.2.1 Monitoramento on-line

O monitoramento realizado através de instrumentos e/ou analisadores on-line abrangerá os seguintes dados e parâmetros de processo:

- Vazão afluente após desarenação;
- Teor de oxigênio na câmara de aeração do UNITANK, onde o sensor estiver operativo;
- Potencial redox na câmara anóxica;
- Turbidez do efluente tratado;
- Vazão do efluente tratado.

Todos os medidores online devem possuir certificados de calibração e verificação dentro do período de validade.

2.2.2 Monitoramento através de análises físico-químico, bacteriológica, microbiológica de laboratório e no campo

O quadro seguinte estabelece com que periodicidade deve ser realizada as coletas de amostras para execução das análises operacionais e de atendimento as condicionantes da licença ambiental de operação, da ETE e do corpo receptor. Esse monitoramento poderá sofrer alterações, uma vez que, órgãos de controle ambiental poderão solicitar outros parâmetros e/ou periodicidade.

Parâmetro	Pontos de Amostragem	Frequência
pH	Esgoto bruto (canal de entrada)	Diária
	Efluente tratado final	Diária
	Biofiltro	Semanal
Temperatura	Esgoto bruto (canal de entrada)	Diária
	Efluente tratado final	Diária
Turbidez	Efluente tratado final	Diária
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	Esgoto bruto (canal de entrada)	Semanal
	Efluente tratado final	Semanal
	Corpo receptor (6 pontos)	Mensal
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	Esgoto bruto (canal de entrada)	Semanal
	Efluente tratado final	Semanal
Oxigênio Dissolvido (OD)	Tanque de aeração	Diária (3 tanques)
	Efluente tratado final	5 vezes/semana
	Corpo receptor (6 pontos)	Mensal
Sólidos Suspensos Totais (SST)	Esgoto bruto (canal de entrada)	Semanal
	Efluente tratado final	Semanal
	Câmara anóxica	3 vezes/semana
	Tanque de Aeração	3 vezes/semana
	Tanque Digestor	3 vezes/semana
	Bomba de lodo	Semanal
Sólidos Suspensos Voláteis (SSV)	Tanque de Aeração	3 vezes/semana
	Tanque Digestor	3 vezes/semana
	Bomba de lodo	Semanal
Sólidos Sedimentáveis (SSed)	Efluente tratado final	Diária
	Tanque de Aeração	3 vezes/semana
Sólidos Totais (ST)	Tanque Adensador (Efluente)	3 vezes/semana
	Tanque Adensador (lodo)	3 vezes/semana
	Centrífuga (lodo)	3 vezes/semana
	Centrífuga (Efluente)	Semanal
	Tanque Digestor	3 vezes/semana
Umidade	Biofiltro	Semanal
	Centrífuga (lodo)	3 vezes/semana
Nitrato (NO ₃)	Esgoto bruto (canal de entrada)	Quinzenal

	Efluente tratado final	Quinzenal
	Câmara anóxica	Mensal
Nitrito (NO ₂)	Esgoto bruto (canal de entrada)	Mensal
	Efluente tratado final	Mensal
Nitrogênio Amoniacal (NH ₄)	Esgoto bruto (canal de entrada)	Quinzenal
	Efluente tratado final	Quinzenal
Nitrogênio Kjeldahl (TKN)	Esgoto bruto (canal de entrada)	Quinzenal
	Efluente tratado final	Quinzenal
Fósforo Total	Esgoto bruto (canal de entrada)	Mensal
	Efluente tratado final	Mensal
Óleos e graxas	Esgoto bruto (canal de entrada)	Semanal
	Efluente tratado final	Semanal
<i>E. Coli</i>	Esgoto bruto (canal de entrada)	Semanal
	Efluente tratado final	Semanal
Pesquisa Microscópica	Tanque de aeração	2 vez/semana
Cloro Residual Total (CRT)	Caminhão abastecido com água de reúso / Efluente tratado final	Semanal
Cloro Residual Livre (CRL)	Caminhão abastecido com água de reúso / Efluente tratado final	Semanal

Obs.: As amostras para análises deverão coincidir os dias e horários de coletas, para auxiliar na avaliação do processo de tratamento.

2.3 PARÂMETROS DE REFERÊNCIA

2.3.1 GRADEAMENTO

- Retenção dos sólidos com dimensão igual ou superior ao espaçamento entre as barras das grades (6mm);

2.3.2 UNITANK

- Concentração de sólidos no tanque de aeração: 4kg/m³
- Concentração de sólidos na câmara anóxica: 4kg/m³
- Potencial redox na câmara anóxica: 50-100 mV
- Teor máximo de Oxigênio dissolvido na câmara anóxica < 0,5 mg/l
- Oxigênio dissolvido na câmara de aeração = 1 a 3 mg/l
- Relação alimento/microorganismo: 0,2 kg DBO₅20°C/kg de SSV
- Idade do lodo: 6,6 dias
- Índice volumétrico do lodo < 150.
- Lodo produzido entre 0,8 a 1 kg SST/kg DBO₅20°C aplicado.

2.3.3 DIGESTOR AERÓBIO

- Eficiência de remoção de sólidos voláteis em torno de 30%
- Concentração de sólidos no tanque de digestão em torno de 13kg/m³
- Concentração de sólidos (média diária) no efluente do digestor em torno de 9,19 kg/m³
- Tempo de retenção dos sólidos em torno de 8 dias.

2.3.4 ADENSAMENTO

- Eficiência de captura de sólidos em torno de 85%
- Teor de sólidos do lodo adensados em torno de 3%
- Teor de sólidos no efluente líquido em torno de 200mg/l

2.3.5 DESIDRATAÇÃO

- Eficiência de captura de sólidos em torno de 95%
- Teor de sólidos do lodo adensados em torno de 25%
- Teor de sólidos no efluente líquido em torno de 200mg/l

3. RELATÓRIOS DOS RESULTADOS OPERACIONAIS E DE DESEMPENHO

Os relatórios mensais das unidades afetas ao contrato (ETE, EEEBs) deverão ser elaborados com as informações de cada unidade e suas particularidades conforme descrito no edital.

DESCRITIVO OPERACIONAL

ETE GUARAPARI CENTRO

ETE CENTRO - Guarapari

1. PROJETO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

ETE Guarapari Centro: Rua Virgílio F. de Almeida, Bairro Olaria, Guarapari - ES;

EEGC-7: Rua Coronel João Rocha s/n, Bairro Ipiranga.

EEGC10: Rua Eliziário Lourenço Dias com Rua Almirante Tamandaré, Bairro Olaria.



Localização das unidades e arranjo entre a ETE Centro, EEGC7 e EEGC10 e sua respectiva Linha de recalque.



Vista aérea da ETE Centro

1.1.1. Capacidade Requerida do Tratamento da ETE CENTRO.

Conforme estabelecido pelo Manual de Operação, a ETE CENTRO, recebendo um afluente com as características quantitativa e qualitativa relacionadas no quadro nº1, o processo de tratamento biológico do tipo lodos ativados com aeração escalonada e remoção complementar de nitrogênio, em conjunto com o pré-tratamento, tem capacidade para gerar um efluente tratado com as características indicadas no quadro nº2.

QUADRO 1
CARACTERÍSTICAS DO ESGOTO AFLUENTE CONSIDERADAS PARA PROJETO

População (habitantes)	102.649
Vazões	
Média/hora (m3/hora)	53,66
Máxima/hora (m3/hora)	95,90
Média/dia (m3/dia)	1.287,84
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO ₅ 20°C)	
• Concentração média (mg/l)	332
• Carga diária (kg de DBO ₅ 20°C/dia)	5.543
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	
• Concentração média (mg/l)	640
• Carga diária (kg de DQO/dia)	10.511
Sólidos Totais em Suspensão (SST)	
• Concentração média (mg/l)	267
• Carga diária (kg de SST/dia)	3.472
Nitrogênio Total	
• Concentração média (mg/l)	62
• Carga diária (kg de N/dia)	79,85
Temperatura média(°C)	27

QUADRO 2

CARACTERÍSTICAS DO ESGOTO TRATADO

Concentração de DBO _{5,20} , mg/l	≤33,0
Concentração de DQO, mg/l.	≤200
Concentração Sólidos Totais em Suspensão (mg/l)	≤70
Materiais Sedimentáveis (ml/l)em teste de 1 hora em cone Imhoff.	≤1,0
Turbidez	≤20,0
Nitrogênio Total (mg/l)	≤35
Óleos e graxas minerais (mg/l)	≤20
Óleos vegetais e gorduras animais (mg/l)	≤50
Oxigênio dissolvido (mg/l)	>0,5
Temperatura (°C)	<40
pH	5,00 – 9,00
Materiais flutuantes	ausentes
<i>E. Coli</i>	Máx. 600 NMP/100ml

1.1.2. Capacidade Efetiva da ETE.

A ETE CENTRO apresenta capacidade de projeto, características paramétricas e operacionais que permitem verificar que ela tem capacidade para atingir o padrão qualitativo estabelecido para o efluente do tratamento, sem restrições, como vem sendo confirmado pelos resultados operacionais que vem sendo obtidos (Quadro 3).

QUADRO 3

Valores Médios do Ano de 2019

Características Paramétricas	Afluente	Efluente
Temperatura °C	-	26,2
pH	6,88	6,82
Oxigênio dissolvido, mg/l	-	4,96
DBO _{5,20} , mg/l	160	13
DQO, mg/l	340	38
Óleos e Graxas totais, mg/l	33	13
Sólidos Suspensos Totais, mg/l	114	17
Materiais Sedimentáveis, ml/l	-	<0,1
Materiais Flutuantes	-	Virtualmente ausentes
Turbidez	-	4,0
Nitrogênio Total, mg/l	39,51	17,66
Nitrato, mg/l	0,04	0,83
Nitrato, mg/l	0,57	8,51
Nitrogênio Amoniacal, mg/l	27,04	3,04
Nitrogênio Kjeldahl, mg/l	38,89	8,32
Fósforo, mg/l	5,53	2,52
<i>E. Coli</i> , NMP	5,67E+07	2,26E+00

1.2 O SISTEMA DE TRATAMENTO

A Estação de Tratamento de Esgoto de Guarapari Centro foi projetada para atender uma vazão média de 1.287,84 m³/dia de esgoto doméstico, o que corresponde a uma população de 102.649 habitantes.

Para conhecimento sobre a automação, controle e monitoramento da operação da Estação de Tratamento de Esgoto de Guarapari Centro deverão ser consultados o Manual de Operação e os projetos da ETE.

2. ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A operação da ETE deverá alcançar minimamente resultados de eficiências compatíveis com a capacidade técnica do processo que foi concebido, dimensionado e projetado para proporcionar um efluente tratado com as seguintes características qualitativas e quantitativas, para atender as necessidades estabelecidas pela legislação vigente para o corpo receptor:

Concentração de DBO ₅ , 20°C, mg/l	≤33,00
Concentração de DQO, mg/l	≤200 para DQO média do afluente de 674 mg/l
Concentração Sólidos Totais em Suspensão (mg/l)	≤70
Materiais Sedimentáveis (ml/l) em teste de 1 hora em cone Imhoff.	≤1,0
Nitrogênio Total (mg/l)	≤35
Nitrogênio Amoniacal Total (mg/l)	≤20
Óleos e graxas minerais (mg/l)	≤20
Óleos vegetais e gorduras animais (mg/l)	≤50
Oxigênio dissolvido (mg/l)	>0,5
Temperatura (°C)	<40
pH	5,00 – 9,00
Materiais flutuantes	ausentes
Turbidez (NTU)	≤20
<i>E. Coli</i> (NMP/100ml)	≤600

Todos os resíduos sólidos gerados na ETE devem ter destinação final ambientalmente adequada, de acordo com a legislação vigente.

2.2 NÍVEIS DE MONITORAMENTO

2.2.1 Monitoramento online

O monitoramento realizado através de instrumentos e/ou analisadores online abrangerá os parâmetros de processo: vazão afluente e vazão efluente.

Todos os medidores online devem possuir certificados de calibração e verificação dentro do período de validade.

2.2.2 Monitoramento através de análises físico-químico, bacteriológica, microbiológica de laboratório e no campo

O quadro seguinte estabelece com que periodicidade deve ser realizada as coletas de amostras para execução das análises operacionais e de atendimento as condicionantes da licença ambiental de operação, da ETE e do corpo receptor. Esse monitoramento poderá sofrer alterações, uma vez que, órgãos de controle ambiental poderão solicitar outros parâmetros e/ou periodicidade.

Parâmetro	Pontos de Amostragem	Frequência
pH	Esgoto bruto (canal de entrada)	Diária
	Efluente tratado final	Diária
	Biofiltro	Semanal
	Corpo receptor (4 pontos)	Trimestral
Temperatura	Esgoto bruto (canal de entrada)	Diária
	Efluente tratado final	Diária
	Corpo receptor (4 pontos)	Trimestral
Condutividade	Esgoto bruto (canal de entrada)	Diária
	Efluente tratado final	Diária
Turbidez	Efluente tratado final	Diária
	Corpo receptor (4 pontos)	Trimestral
Salinidade	Corpo receptor (4 pontos)	Trimestral
Umidade	Biofiltro	Semanal
	Centrífuga (lodo)	3 vezes/semana
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	Esgoto bruto (canal de entrada)	Semanal
	Efluente tratado final	Semanal
	Corpo receptor (4 pontos)	Trimestral
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	Esgoto bruto (canal de entrada)	Semanal
	Efluente tratado final	Semanal
Carbono Orgânico total (COT)	Corpo receptor (4 pontos)	Trimestral
Oxigênio Dissolvido (OD)	Efluente tratado final	5 vezes/semana
	Tanque de aeração	Diária (2 tanques)
	Corpo receptor (4 pontos)	Trimestral
Sólidos Suspensos Totais (SST)	Esgoto bruto (canal de entrada)	Semanal
	Efluente tratado final	Semanal
	Tanque de Aeração	3 vezes/semana
	Decantador	3 vezes/semana
Sólidos Suspensos Voláteis (SSV)	Tanque de Aeração	3 vezes/semana
	Decantador	3 vezes/semana
Sólidos Sedimentáveis (SSed)	Efluente tratado final	Diária
	Tanque de Aeração	3 vezes/semana
Sólidos Totais (ST)	Adensador (Efluente)	3 vezes/semana
	Adensador (lodo)	3 vezes/semana
	Centrífuga (lodo)	3 vezes/semana
	Centrífuga (Efluente)	Semanal
	Decantador	3 vezes/semana

Nitrogênio Total (NT)	Esgoto bruto (canal de entrada)	Quinzenal
	Efluente tratado final	Quinzenal
Nitrato (NO ₃)	Esgoto bruto (canal de entrada)	Quinzenal
	Efluente tratado final	Quinzenal
	Corpo receptor (4 pontos)	Trimestral
Nitrito (NO ₂)	Esgoto bruto (canal de entrada)	Mensal
	Efluente tratado final	Mensal
	Corpo receptor (4 pontos)	Trimestral
Nitrogênio Amoniacal (NH ₄)	Esgoto bruto (canal de entrada)	Quinzenal
	Efluente tratado final	Quinzenal
	Corpo receptor (4 pontos)	Trimestral
Nitrogênio Kjeldahl (TKN)	Esgoto bruto (canal de entrada)	Quinzenal
	Efluente tratado final	Quinzenal
Fósforo Total	Esgoto bruto (canal de entrada)	Mensal
	Efluente tratado final	Mensal
	Corpo receptor (4 pontos)	Trimestral
Cloreto	Esgoto bruto (canal de entrada)	Semanal
	Efluente tratado final	Semanal
Óleos e graxas	Esgoto bruto (canal de entrada)	Semanal
	Efluente tratado final	Semanal
Escherichia Coli	Esgoto bruto (canal de entrada)	Semanal
	Efluente tratado final	Semanal
	Corpo receptor (4 pontos)	Trimestral
Pesquisa Microscópica	Tanque de aeração	2 vezes/semana
Sulfeto não dissociado	Corpo receptor (4 pontos)	Trimestral
Cloro Residual Total (CRT)	Caminhão abastecido com água de reúso / Efluente tratado final	Semanal
Cloro Residual Livre (CRL)	Caminhão abastecido com água de reúso / Efluente tratado final	Semanal

Obs.: As amostras para análises deverão coincidir os dias e horários de coletas, para auxiliar na avaliação do processo de tratamento.

3. RELATÓRIOS DOS RESULTADOS OPERACIONAIS E DE DESEMPENHO

Os relatórios mensais das unidades afetas ao contrato (ETE, EEEBs) deverão ser elaborados com as informações de cada unidade e suas particularidades conforme descrito no edital.