

DESCRITIVO OPERACIONAL

ETE BARRA DO SAHY

ARACRUZ

ETE BARRA DO SAHY – Aracruz

1. PROJETO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Localização das unidades:

ETE Barra do Sahy: Av. Vitória, S/N, Santa Marta/Barra do Sahy, Aracruz.



Localização da unidade.



Foto aérea da ETE Barra do Sahy (fase de obras).

RESUMO DO PROJETO

A Estação de Tratamento de Esgoto Barra do Sahy apresenta as seguintes características técnicas:

❖ Capacidade da ETE:	33,33 l/s
❖ População de projeto:	20 mil habitantes
❖ Área ocupada:	927 m ²
❖ Grau de tratamento:	Terciário DBO ≤ 20 mg/l Fósforo total ≤ 0,1 mg/l Nitrogênio Amoniacal ≤ 5,0 mg N/l Coliformes Termotolerantes ≤ 1.000 NMP/100 ml
❖ Processo de tratamento:	
➤ Tratamento Preliminar:	Peneiramento fino mecanizado Desarenação em canal com velocidade constante Remoção de gordura
➤ Tratamento Secundário:	Processo anaeróbio seguido por lodos ativados (reator integrado Anaeróbio – Aeróbio) incluso decantação lamelar
➤ Tratamento Terciário:	Sistema de Filtração Terciária
➤ Desinfecção:	Ultra violeta
➤ Tratamento do Lodo Biológico:	Desaguamento mecanizado (centrífuga)
❖ Produção de Lodo biológico:	375,3 kg SST/d à base seca – para final de plano 2,06 t/d desaguado a 20% de sólidos
❖ Produção de Resíduos Sólidos no Tratamento Preliminar:	0,115 m ³ /d para fim de plano
❖ Consumo de auxiliar de floculação:	3,07 kg/d para fim de plano
❖ Consumo de cloreto férrico:	287 kg/d por módulo à plena carga

1.2 ETE BARRA DO SAHY

1.2.1 Capacidade Requerida do Tratamento da ETE BARRA DO SAHY

Conforme Memorial Descritivo, a ETE recebendo um afluente com as características quantitativa e qualitativa relacionadas no quadro nº1, o processo de tratamento biológico do tipo reator BIOPAQ® UBOX, 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)	20.000
Vazões	
Média/hora (m3/hora)	120
Média/dia (m3/dia)	2.880
Parâmetros	
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO ₅ 20°C)	
• Concentração média (mg/l)	350
• Carga diária (kg de DBO ₅ 20°C/dia)	1.000
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	
• Concentração média (mg/l)	700
• Carga diária (kg de DQO/dia)	2.000
Nitrogênio Total	
• Concentração média (mg N-NKT/l)	45
• Carga diária (kg/d N-NKT/d)	129,6
Fósforo Total	
• Concentração média (mg P/l)	8
• Carga diária (kg P/d)	23,0
Potencial hidrogeniônico	pH entre 6 e 9
Coliformes termotolerantes	7E + 10 NMP/100 ml
Materiais sedimentáveis	até 20 ml/l
Temperatura (°C)	Entre 18 e 28

QUADRO 2
CARACTERÍSTICAS DO ESGOTO TRATADO

Eficiência de remoção de (DBO ₅ 20°C)	~ 95%
Concentração de DBO, mg/l	<= 20
Materiais Sedimentáveis (ml/l) em teste de 1 hora em cone Imhoff.	< 1,0
Nitrogênio Amoniacal (mgN/l)	<= 5
Fósforo Total (mg P/l)	<= 0,1
Coliformes Termotolerantes	<= 1.000 NMP/100ml
Temperatura (°C)	<40

1.2.2 DESCRIÇÃO SUCINTA DO PROCESSO DE TRATAMENTO

Abaixo é apresentada uma descrição dos equipamentos envolvidos no processo de tratamento de esgoto, considerando tanto a fase líquida como a fase sólida, conforme fluxograma do processo.

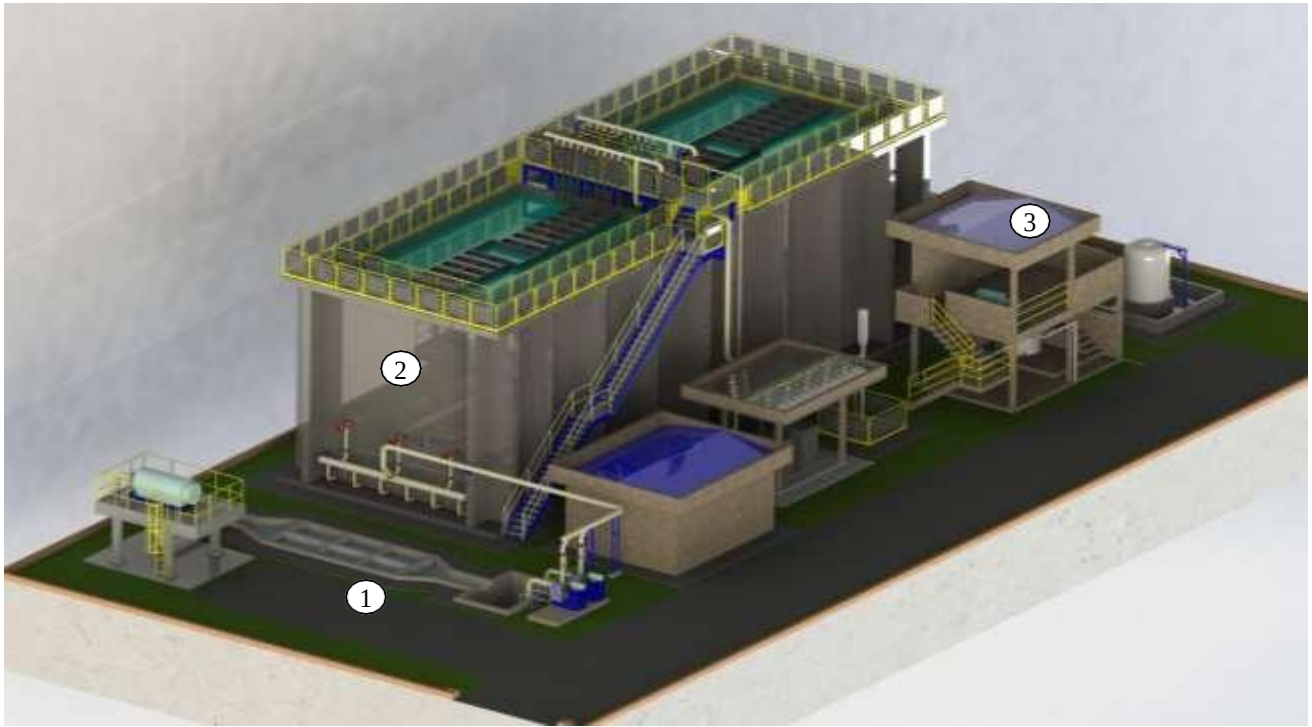


Figura 1: Vista em 3D da Estação de Tratamento de Esgoto.

- **Tratamento Preliminar**

O tratamento do esgoto inicia-se com o peneiramento em malha de 1 mm, seguindo para o separador de gordura e posterior desarenação em caixa de areia do tipo “canal com velocidade constante”. A medição da vazão e controle do nível à montante será feito em vertedor de canal aberto tipo Calha Parshall. Previamente ao peneiramento, o esgoto passa por gradeamento em #20 mm em unidade localizada fora dos limites da ETE.

- **Tratamento Secundário (Reator BIOPAQ® UBOX):**

Após a desarenação o esgoto é bombeado para alimentação dos reatores mistos anaeróbio/aeróbio por meio bombeamento.

De uma forma simplificada, o processo biológico de tratamento do esgoto é conduzido por microrganismos que obtêm sua energia a partir da matéria orgânica presente nestes despejos. Assim, o objetivo final deste processo é converter a matéria orgânica, representada pelos parâmetros demanda bioquímica de oxigênio (DBO) ou demanda química de oxigênio (DQO), a compostos mais simples, eventualmente passíveis de serem removidos da fase líquida ou com menor potencial de causar impacto ambiental. Pela via biológica, estes processos podem ocorrer com ou sem a presença de oxigênio.

O processo biológico anaeróbio da primeira etapa do tratamento é conduzido no compartimento do reator BIOPAQ® UBOX, onde a degradação da matéria orgânica ocorre, simplificada, segundo a equação a seguir:



A remoção do gás sulfídrico presente no biogás gerado no processo anaeróbio é feita no lavador de gás tipo reator de contato, sendo realizado previamente à sua queima em flare de chama aparente.

O processo biológico aeróbio é conduzido no compartimento, onde é feito o fornecimento de oxigênio ao meio líquido que, junto ao lodo aeróbio, promovem a degradação da carga orgânica remanescente. Este processo é representado de forma simplificada segundo a equação a seguir:



O fornecimento de oxigênio é feito por sistema de aeração do tipo Ar Difuso com Bolhas Finas, o qual possui a maior eficiência na transferência de oxigênio ao meio líquido, juntamente com o menor consumo de energia elétrica. O fornecimento de ar aos difusores será feito por meio de Soprador de Ar tipo Roots.

Após o tanque de aeração, o efluente é conduzido ao Decantador Secundário, onde ocorrem a separação e a recirculação do lodo. O objetivo da recirculação do lodo é acelerar a degradação da matéria orgânica no tanque de aeração, o que caracteriza o processo de lodos ativados.

Descrição do funcionamento do reator BIOPAQ® UBOX:

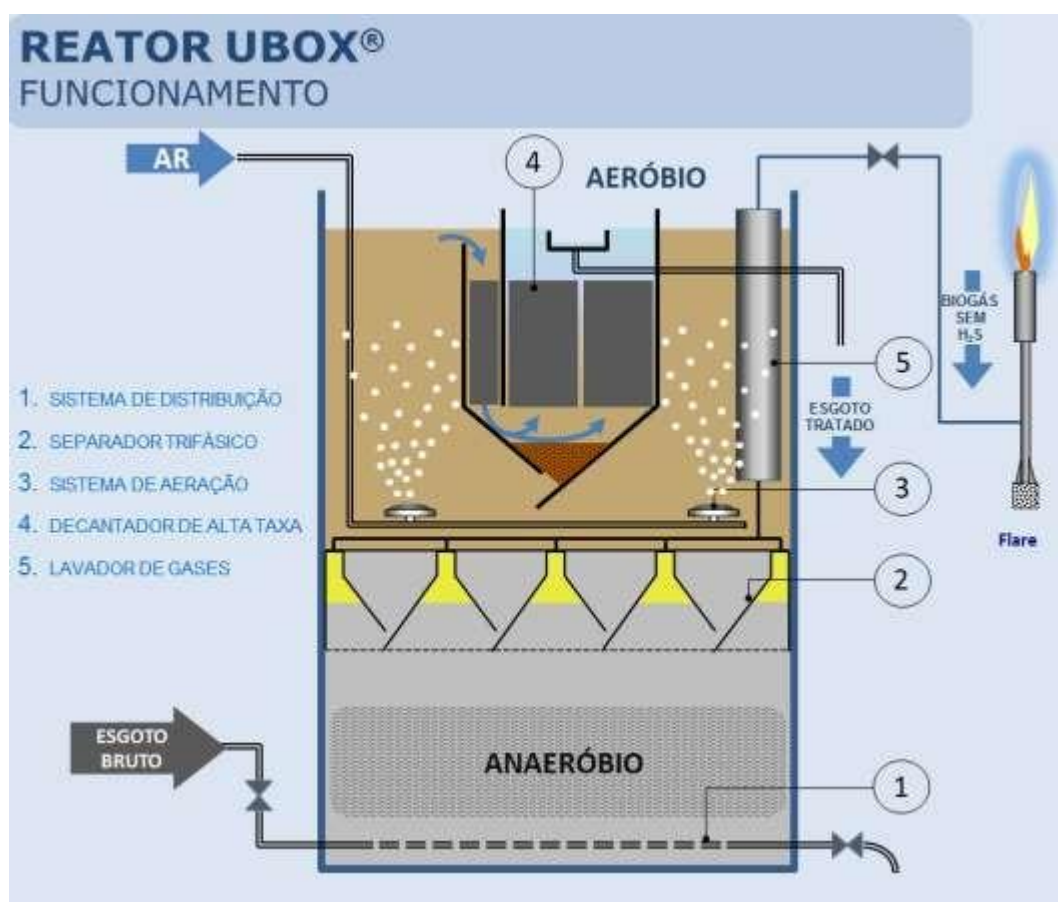


Figura 2: Esquema geral do reator BIOPAQ® UBOX.

Sistema de alimentação e distribuição (1)

A alimentação do reator é realizada por meio de recalque, que associada à concepção de distribuição pressurizada, garante a agitação necessária no fundo, para se evitar a formação de zonas mortas. Em nenhuma hipótese haverá entrada de ar atmosférico no processo anaeróbio. O sistema de distribuição conta com ramais independentes dotados de registros na entrada e no trecho final, que viabilizam a realização esporádica de operações de desentupimento sem a necessidade de interrupção da operação do reator.

Na zona anaeróbia ocorre a digestão da maior parte da matéria orgânica presente no esgoto. A zona de digestão do reator oferece 5 pontos distintos para a realização do descarte do lodo excedente de forma controlada. Há 3 dispositivos localizados um pouco abaixo do separador do estágio anaeróbio, para descarte de lodo de baixa densidade, e 2 na base do reator, que servem também para esgotamento total do reator, quando necessário.

Barreira de separação do estágio anaeróbio (2)

A separação do estágio anaeróbio do aeróbio é realizada por meio de uma barreira construída em polipropileno, de forma a resistir à agressividade do gás sulfídrico. Esta barreira incorpora também o separador trifásico, projetado de modo a promover a retenção de lodo na câmara de digestão, a separação do biogás gerado no processo anaeróbio e a passagem do efluente do processo anaeróbio ao tanque de aeração.

Tanque de aeração (3)

Imediatamente acima do dispositivo de sedimentação anaeróbia, estão posicionados difusores de bolha fina para aeração do efluente proveniente da seção anaeróbia. O tanque de aeração, juntamente ao decantador lamelar embutido, constitui o processo de lodos ativados para pós-tratamento do esgoto, o qual foi projetado na modalidade de "aeração prolongada" e conta com sistema de aeração por ar difuso (bolhas finas), de modo a agregar eficiência energética e mitigação dos impactos relacionados ao lançamento de aerossóis.

Decantador secundário lamelar de alta taxa (4)

O reator possui decantador secundário de alta taxa dentro do tanque de aeração, como alternativa ao uso de equipamentos externos os quais requerem também um sistema de recirculação do lodo para fins de concentração de biomassa ativa. O *liquor* misto do tanque de aeração entra no sistema de sedimentação via câmaras de degasagem de fluxo descendente. Em seguida passa por um sistema de placas inclinadas, onde a turbulência no efluente é reduzida e o lodo se sedimenta sobre a superfície destas placas. A massa de lodo acumulada adquire maior densidade e desliza para a zona abaixo das placas inclinadas, de onde retorna ao tanque de aeração por passagem protegida da turbulência do sistema de aeração. Já o efluente líquido transborda para uma calha para ser descartado do reator.

Tratamento do biogás (5)

O biogás produzido no reator anaeróbio é canalizado e conduzido ao Lavador de gases localizado no tanque de aeração. O lavador de gases promove a absorção das formas reduzidas de enxofre (H_2S , $(C_6H_5)_2S$, CH_3CH_2-SH , dentre outras) em fase aquosa com potencial oxidante de elevada capacidade de transferência, devido à recirculação de lodo do processo aeróbio no interior do lavador. Estes compostos são arrastados para o tanque de aeração, onde sua oxidação bioquímica ocorre com muita facilidade. Esta forma de tratamento do biogás ocorre por via totalmente biológica, sem adição de insumos de qualquer natureza. Este dispositivo atua também como selo hídrico regulando a pressão e permitindo somente a passagem do biogás ao flare, onde este poderá ser queimado sem acarretar problemas de odores.

Dispositivos de limpeza

Os principais elementos do reator são dotados de dispositivo especial de limpeza baseado no princípio de "limpeza por turbulência de ar forçada", que pode ser aplicada periodicamente de modo a remover incrustações e materiais sólidos acumulados sobre a superfície, sem a interrupção da

operação. Estes dispositivos estão localizados na zona de sedimentação / passagem do separador do estágio anaeróbio, no decantador lamelar e na câmara de contato do scrubber.

- **Tratamento do lodo biológico excedente:**

O lodo biológico excedente será descartado a partir do reator anaeróbio, cujo teor de sólidos pode variar de 1 a 4%. Este lodo será desagudado por meio de decanter centrífugo. A alimentação das centrífugas será feita por meio de bombas helicoidais. Haverá aplicação de auxiliar de floculação (polieletrólito) ao lodo previamente à entrada no decanter centrífugo.

A solução de polieletrólito será preparada em tanque com agitador lento de pás inclinadas, em quantidade suficiente para 12 horas de operação. A dosagem da solução de polieletrólito será feita por meio de bomba helicoidal, cujo acionamento será feito por meio de inversor de frequência.

- **Desinfecção:**

Previamente ao descarte do esgoto tratado será feita a DESINFECÇÃO, cuja finalidade é a destruição de microrganismos patogênicos, sendo que sua eficiência será avaliada por meio dos parâmetros Coliformes totais, Coliformes termotolerantes ou Enterococos. O processo escolhido consiste na tecnologia por Ultravioleta em canal aberto, com lâmpadas de baixa intensidade. A escolha da modalidade de UV levou em consideração a eficiência energética, sendo que as lâmpadas de baixa intensidade são reconhecidas por este aspecto.

Figura 3: Sistema de desinfecção por UV em canal aberto – lâmpada horizontal de baixa intensidade.



- **Tratamento Terciário:**

Após o tratamento secundário, o efluente passará por tratamento avançado por meio de Filtração Terciária. A alternativa tecnológica corresponde ao filtro de areia de fluxo ascendente desenvolvido pela Paques BV, correspondente ao Astrasand®. Este filtro receberá por recalque o efluente já tratado no reator BIOPAQ® UBOX, podendo receber cloreto férrico para a remoção de fósforo.

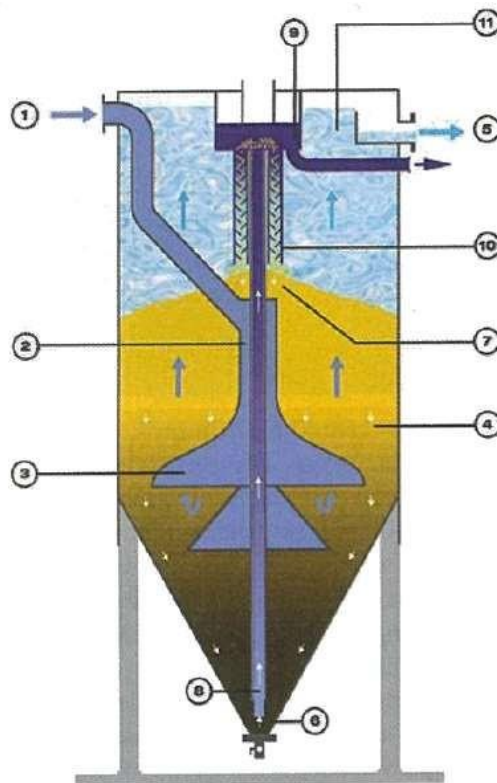


Figura 4: Esquema geral do filtro Astrasand: Entrada de efluente (1); duto de descida (2); Distribuidores (3); Leito de filtração (4); Saída do efluente filtrado (5); Areia suja (6); Reposição de areia lavada (7); Ascensão da areia (8); Descarte da água de lavagem (9); Lavador da areia (10); Água filtrada (11).

1.2.3 DESCRITIVO FUNCIONAL DO SISTEMA

Os efluentes brutos chegarão a elevatória inicial após passarem por Peneira Rotativa, Separador de Água e Óleo, Caixa de Areia e Calha Parshall. Os efluentes serão bombeados para o Reator BIOPAQ® UBOX através das bombas centrífugas. As bombas centrífugas serão controladas por inversores de frequência, em modo manual pelo operador. As bombas serão acionadas de acordo com o nível indicado pelas Boias de Nível onde, nível muito baixo desliga a bomba, nível alto liga a bomba.

A peneira rotativa será operada em modo manual. Nela haverá uma válvula solenoide para limpeza automática da mesma.

Os sólidos separados na peneira serão encaminhados por gravidade para a caçamba de onde serão removidos para destino apropriado.

Após passar pelo compartimento de tratamento anaeróbico do Reator BIOPAQ® UBOX, os esgotos são encaminhados ao compartimento de tratamento aeróbico, equipado com sistema de ar difuso através de sopradores.

No reator BIOPAQ® UBOX, haverá um sistema de by-pass para desvio de uma parcela de esgoto bruto diretamente para o compartimento aeróbico em períodos onde a vazão da ETE

estiver abaixo de 72 m³/h. Esse sistema será ativado com abertura de válvula borboleta e operado em modo manual pelo operador.

A introdução de ar no compartimento aeróbio será por meio de sopradores de ar tipo roots, sendo um reserva. Os sopradores contarão com inversor de frequência para controle de sua vazão de ar. A vazão de ar deverá ser controlada de modo automático, através de um PID de acordo com o valor de Oxigênio Dissolvido, obtido por meio de medidor de Oxigênio Dissolvido localizado na saída do tanque de aeração. Haverá opção de controle de vazão do soprador no modo manual.

Os sopradores poderão ser operados no modo manual ou automático.

Após o tratamento aeróbio, o esgoto passará pelo decantador lamelar de alta taxa do Reator BIOPAQ® UBOX, onde haverá o primeiro ponto de dosagem de cloreto férrico para remoção de fósforo. Uma vez clarificado, o despejo tratado deixará o decantador lamelar por vertedores periféricos/canaletas laterais, e após medição em Medidor Eletromagnético de Vazão com totalizador, seguirá por gravidade até o sistema de filtração terciário composto de Filtros ASTRASAND®.

As bombas dosadoras de cloreto férrico serão operadas através de uma malha de controle PID com vazão controlada de acordo com a vazão transmitida pelo medidor eletromagnético.

As bombas dosadoras de cloreto férrico contarão com proteção de trabalho a seco através de sensores de nível baixo instalados nos tanques de Solução de Cloreto Férrico.

Após passar pelo tratamento terciário (Filtros ASTRASAND®) e medição em Medidor Eletromagnético de Vazão, o despejo seguirá para desinfecção em canal onde estará instalado o Sistema de Desinfecção por Ultravioleta, sendo encaminhado ao emissário submarino. A intensidade do sistema de desinfecção será regulada em função da vazão medida pelo medidor.

O Sistema de Desinfecção por Ultravioleta será operado em modo automático.

O lodo anaeróbio/aeróbio gerado no reator BIOPAQ® UBOX será coletado por bomba do tipo helicoidal e enviado para a Centrifuga de lodo para o desaguamento. A bomba helicoidal terá inversor de frequência para o controle da vazão através da curva fornecida pelo fabricante (RPM x vazão).

A bomba helicoidal será operada em modo manual.

A centrifuga de lodo será operada em modo manual através de seu próprio painel.

A fim de otimizar o desaguamento de lodos, será instalado sistema de preparo manual de polímeros, através de tanque de preparo, agitador mecânico lento e bomba helicoidal de polímeros. O agitador será acionado de modo manual pelo painel de comando. A bomba helicoidal de polímeros contará com inversor de frequência instalado na porta do painel de comando para controle de sua vazão através da curva fornecida pelo fabricante (RPM x vazão).

A bomba helicoidal será protegida por chave de nível vibratória, instalada no nível mínimo do tanque de preparo de polímeros.

Está prevista a instalação de válvula solenoide para limpeza da centrífuga, que será acionada em modo automático pelo painel da mesma.

O sistema de preparo de polímeros será operado em modo manual.

1.2.3.1 DETALHAMENTO DA DOSAGEM DE PRODUTOS QUÍMICOS:

Cloreto Férrico

As bombas dosadoras serão intertravadas com o medidor de vazão (FIT- 01) de efluente tratado instalado logo após a saída do Reator BIOPAQ® UBOX. Essas bombas contarão com inversores de frequência para modulação em função da vazão de efluente. As bombas contarão também com chave de nível baixo (instaladas no tanque de cloreto férrico) para proteção contra trabalho a seco.

As bombas dosadoras serão operadas em modo automático.

Polímero

O controle da dosagem será em modo manual através de inversor de frequência.

1.2.3.2 PARTIDA E PARADA DOS EQUIPAMENTOS

A partida e a parada dos equipamentos serão via sala de controle no quadro CCM.

1.2.3.3 OBSERVAÇÕES:

- Os medidores de vazão possuirão indicação local de vazão instantânea e totalizada;
- O transmissor de O₂ possuirá indicação local de concentração;
- Todos os registros ficarão no próprio visor do instrumento e deverão ser monitorados pelo operador;

2. ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A operação da ETE deverá alcançar minimamente os resultados listados na tabela abaixo, onde foram considerados dados compatíveis com a capacidade técnica do processo de tratamento biológico do tipo reator BIOPAQ® UBOX e limites estabelecidos pela legislação vigente para o corpo receptor (CONAMA 357/05) e CONAMA 430/11 (que regula os padrões de lançamento):

Concentração de DBO, mg/l	≤ 30
Materiais Sedimentáveis (ml/l) em teste de 1 hora em cone Imhoff.	$\leq 1,0$
Nitrogênio Amoniacal (mg/l)	≤ 20
Fósforo total (mg/l)	$\leq 1,0$
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

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.

A operação da ETE deve também atingir aos seguintes resultados:

- ✓ O odor do gás, após passar pelo lavador do gás e queimador do biogás, deve ficar abaixo do limite olfação de uma pessoa que é 5 ppm a uma distância de 10m;
- ✓ A torta desidratada deve apresentar teor de sólidos (SST) $\Rightarrow$ 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 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 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 nas licenças ambientais.

PARÂMETRO	Pontos de Amostragem	Frequência
pH	Esgoto bruto	Diária
	Efluente tratado final	Diária
	Corpo receptor (5 pontos)	Mensal
Temperatura	Esgoto bruto	Diária
	Efluente tratado final	Diária
	Corpo receptor (5 pontos)	Mensal
Condutividade	Esgoto bruto	Diária
	Efluente tratado final	Diária
	Corpo receptor (5 pontos)	Mensal
Turbidez	Esgoto bruto	Diária
	Efluente tratado final	Diária
	Corpo receptor (5 pontos)	Mensal
Umidade	Centrífuga (lodo)	3 vezes/semana
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	Esgoto bruto	Semanal
	Efluente tratado final	Semanal
	Corpo receptor (5 pontos)	Mensal
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	Esgoto bruto	Semanal
	Efluente tratado final	Semanal
	Corpo receptor (5 pontos)	Mensal
Oxigênio Dissolvido (OD)	Processo Aeróbio	Diária
	Efluente tratado final	Diária
	Corpo receptor (5 pontos)	Mensal
Sólidos Suspensos Totais (SST)	Esgoto bruto	Mensal
	Efluente tratado final	Mensal
	Processo Anaeróbio (5 pontos)	Mensal
	Processo Aeróbio	Semanal
	Centrífuga (filtrado)	Mensal
	Corpo receptor (5 pontos)	Mensal
Sólidos Suspensos Voláteis (SSV)	Processo Anaeróbio (5 pontos)	Mensal
	Processo Aeróbio	Semanal
	Centrífuga (filtrado)	Mensal
Sólidos Sedimentáveis (SSed)	Efluente tratado final	Diária
	Processo Aeróbio	Diária
Surfactante	Esgoto bruto	Mensal
	Efluente tratado final	Mensal
Nitrogênio Total (NT)	Esgoto bruto	Mensal
	Efluente tratado final	Mensal
Nitrato (NO3)	Esgoto bruto	Mensal
	Efluente tratado final	Mensal
	Corpo receptor (5 pontos)	Mensal
Nitrito (NO2)	Esgoto bruto	Mensal
	Efluente tratado final	Mensal

	Corpo receptor (5 pontos)	Mensal
Nitrogênio Amoniacal (NH ₄)	Esgoto bruto	Mensal
	Efluente tratado final	Mensal
	Corpo receptor (5 pontos)	Mensal
Nitrogênio Kjeldahl (TKN)	Esgoto bruto	Mensal
	Efluente tratado final	Mensal
Fósforo Total	Esgoto bruto	Semanal
	Efluente tratado final	Semanal
	Corpo receptor (5 pontos)	Mensal
Cloreto	Esgoto bruto	Semanal
	Efluente tratado final	Semanal
	Corpo receptor (5 pontos)	Mensal
Óleos e graxas	Esgoto bruto	Mensal
	Efluente tratado final	Mensal
	Corpo receptor (5 pontos)	Mensal
Escherichia Coli	Esgoto bruto	Semanal
	Efluente tratado final	Semanal
	Corpo receptor (5 pontos)	Mensal
Coliformes Termotolerantes	Esgoto bruto	Semanal
	Efluente tratado final	Semanal
	Corpo receptor (5 pontos)	Mensal
Pesquisa Microscópica	Processo Aeróbio	1 vez/semana

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) deverão ser elaborados com as informações de cada unidade e suas particularidades conforme descrito no edital.