



## **Memorial Descritivo de Projeto de ETE – Estação de Tratamento de Esgotos para o Tratamento de Esgotos Urbanos do Município de Bebedouro – SP – ETE 2**

Dados da População e Área :

- População final de projeto: 66.062 habitantes
- Área Total do Terreno: 9,4259 há e está inserida em propriedade da Prefeitura Municipal.

Sinopse do Tratamento : A Estação de Tratamento de Esgoto atenderá 70 % da demanda populacional do município . Trata-se de uma estação de Tratamento de Esgoto com Tratamento Primário com gradeamento por equipamento separador de resíduos sólidos , peneira , desarenador e calha parshall. Deste segue para os Reatores UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket), ou Reator Anaeróbico de Fluxo Ascendente, que também é projetado com bombeamento para retro lavagem de campânula do reator com água de reuso e coleta de gás metano (reação bacteriológica com a matéria orgânica do esgoto que libera água e gás metano). Posteriormente o projeto contempla dois tanques de aeração composto de equipamentos sopradores que coletam ar atmosférico e fazem a oxigenação do esgoto agora pré-tratado . Após isto segue para os que recirculam o lodo para o sistema anaeróbico novamente (UASB) e para centrifuga desaguadora e esteiras rolantes helicoidais com misturadores do lodo (resíduos orgânicos do tratamento que misturado cal virgem e calcário dolomítico proporcionando adubo de valor agrícola (composto orgânico classe D). Plano de trabalho para conclusão da estação é de 24 meses.



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

Combina processo biológico anaeróbio, através dos reatores anaeróbios de fluxo ascendente, com o processo biológico aeróbio, utilizando o biofiltro aerado submerso permitindo que o lodo produzido seja estabilizado no próprio sistema, sem alteração operacional ou queda na qualidade do esgoto tratado. A estação pode ser facilmente construída por etapas, respeitando o aumento da capacidade de tratamento conforme o crescimento populacional, conservando suas eficiências e bons resultados operacionais.

O arranjo arquitetônico da estação proposta não agride o local em que estão instaladas, apresentando visual agradável e interagindo com o ambiente.

O projeto proposto é constituído por pré-tratamento seguido de processos biológicos, com desinfecção final. O fluxograma operacional principal proposto segue as seguintes etapas:

- Gradeamento/ Peneira / Parshall/ Desarenador/ Tanque de Redíduos Sólidos ( item 03 da Planta de Implantação Geral )



Foto Ilustrativa 01 de como será o Gradeamento de Sólidos da Estação de Tratamento de Esgoto de Bebedouro – ETE 2



Foto Ilustrativa 02 de como será o Gradeamento de Sólidos da Estação de Tratamento de Esgoto de Bebedouro – ETE 2





Foto Ilustrativa 03 de como será o Desarenador em funcionamento da Estação de Tratamento de Esgoto de Bebedouro – ETE 2



Foto Ilustrativa 04 de como será o Tanque de armazenamento e descarte de resíduos sólidos da Estação de Tratamento de Esgoto de Bebedouro – ETE 2



Foto Ilustrativa 05 de como será o medidor Calha Parshall da Estação de Tratamento de Esgoto de Bebedouro – ETE 2



Foto Ilustrativa 06 de como será o medidor Calha Parshall da Estação de Tratamento de Esgoto de Bebedouro – ETE 2





Foto Ilustrativa 07 de como será o medidor Calha Parshall da Estação de Tratamento de Esgoto de Bebedouro – ETE 2



Foto Ilustrativa 08 de como será o Reator Anaeróbico da Estação de Tratamento de Esgoto de Bebedouro – ETE 2 – vista externa ;



Foto Ilustrativa 09 de como será o Reator Anaeróbico da Estação de Tratamento de Esgoto de Bebedouro – ETE 2 – vista externa dos pontos de distribuição de lodo para dentro do reator (Caixas)





Foto Ilustrativa 10 de como será o Reator Anaeróbico da Estação de Tratamento de Esgoto de Bebedouro – ETE 2 – vista superficial interna de um ponto de distribuição de lodo para dentro do reator - (Caixas) em manutenção .



Foto Ilustrativa 11 de como será o Reator Anaeróbico da Estação de Tratamento de Esgoto de Bebedouro – ETE 2 – vista superficial interna de um receptor de distribuição do lodo a ser tratado (rosário) em manutenção , que segue para os pontos de distribuição detalhados nas fotos 9 e 10.





Foto Ilustrativa 12 de como será o Reator Anaeróbico da Estação de Tratamento de Esgoto de Bebedouro – ETE 2 – vista superficial interna de um receptor de distribuição do lodo a ser tratado (rosário) em operação , que segue para os pontos de distribuição detalhados nas fotos 9 e 10.



Foto Ilustrativa 13 de como será o Reator Anaeróbico da Estação de Tratamento de Esgoto de Bebedouro – ETE 2 – vista superficial interna do reator em manutenção . No detalhe a esquerda ao fundo a campânula de lona e viga de concreto armado ( formato de losango) separadores dos gases . Á direita e à esquerda fixados nas paredes de concreto os tubos de captção desses gases ( metano ) que seguem para os queimadores. Mais acima as tubulações verde para retrolavagem das campânulas com a próprio reuso da água parcialmente tratado .





Foto Ilustrativa 14 de como será o Reator Anaeróbico da Estação de Tratamento de Esgoto de Bebedouro – ETE 2 – Idem ao foto 13 porém vista superficial interna do reator em operação . No detalhe o lodo em processo de decomposição por processo biológico anaeróbico . Á direita e á esquerda as tubulações verde para retrolavagem das campânulas com a próprio reuso da água parcialmente tratado .



Foto Ilustrativa 15 de como será o Reator Anaeróbico da Estação de Tratamento de Esgoto de Bebedouro – ETE 2 – Vista interna do reator em manutenção . No detalhe todos os pontos de distribuição ( em um total de 25000 ) formados em módulos ( “aranhas” ) com os “bicos” distribuidores para tornar a distribuição homogênea e assim o processo biológico anaeróbico mais eficiente . No detalhe a tubulação em curva de 200 mm de chegada do lodo através das caixas de distribuição mostradas nas fotos 9 e 10 .



Foto Ilustrativa 16 de como será o Reator Anaeróbico da Estação de Tratamento de Esgoto de Bebedouro – ETE 2 – Vista interna do reator em manutenção . Idem foto 15 mais aproximada . No detalhe todos os pontos de distribuição ( em um total de 25000 ) formados em módulos ( “aranhas” ) com os “bicos” distribuidores para tornar a distribuição homogênea e assim o processo biológico anaeróbico mais eficiente . No detalhe a tubulação suspensa em curva de 200 mm de chegada do lodo através das caixas de distribuição mostradas nas fotos 9 e 10 .



Foto Ilustrativa 17 de como será o Reator Anaeróbico da Estação de Tratamento de Esgoto de Bebedouro – ETE 2 – Vista Interna do reator em manutenção . No detalhe acima a campânula de lona e viga de concreto armado ( formato de losango) separadores dos gases .





Foto Ilustrativa 18 de como será o Reator Anaeróbico da Estação de Tratamento de Esgoto de Bebedouro – ETE 2 – Vista Interna do reator em manutenção . No detalhe acima a campânula de lona e viga de concreto armado ( formato de losango) separadores dos gases . Abaixo os pontos de distribuição ( em um total de 25000 ) formados em módulos ( “aranhas” ) com os “bicos” distribuidores para tornar a distribuição homogênea e assim o processo biológico anaeróbico mais eficiente . No detalhe a tubulação suspensa em curva de 200 mm de chegada do lodo através das caixas de distribuição mostradas nas fotos 9 e 10 .



Foto Ilustrativa 19 de como será o Reator Anaeróbico da Estação de Tratamento de Esgoto de Bebedouro – ETE 2 – Vista Interna do reator em manutenção . No detalhe aproximado os pontos de distribuição ( em um total de 25000 ) formados em módulos ( “aranhas” ) com os “bicos” distribuidores para tornar a distribuição homogênea e assim o processo biológico anaeróbico mais eficiente .



Foto Ilustrativa 20 de como será o Reator Anaeróbico da Estação de Tratamento de Esgoto de Bebedouro – ETE 2 – Vista Interna do reator em manutenção . No detalhe vista das tubulações de interligação das duas células do reator , e da chegada da recirculação de Lodo que vem dos Decantadores. Do Reator , com o lodo parcialmente tratado o mesmo segue para um ponto de coleta ( nesta fase o sistema já eliminará 70 % de carga orgânica ) e posteriormente para o sistema aeróbico .



– Casa dos sopradores ( item 14 da Planta de Implantação Geral )



Foto Ilustrativa 21 de como será a Casa dos Sopradores da Estação de Tratamento de Esgoto de Bebedouro – ETE 2 – Vista da casa dos sopradores que através de captação do ar atmosférico proporcionará aeração ao sistema aeróbico.



Foto Ilustrativa 22 de como será a Casa dos Sopradores da Estação de Tratamento de Esgoto de Bebedouro – ETE 2 – Vista Interna da casa dos sopradores que através de captação do ar atmosférico proporcionará aeração ao sistema aeróbico. No detalhe os equipamentos.





Foto Ilustrativa 23 de como será a Casa dos Sopradores da Estação de Tratamento de Esgoto de Bebedouro – ETE 2 – Vista Interna da casa dos sopradores que através de captação do ar atmosférico proporcionará aeração ao sistema aeróbico. No detalhe as tubulações que seguem para o sistema aeróbico com difusores aeradores



Foto Ilustrativa 24 de como será a Casa dos Sopradores da Estação de Tratamento de Esgoto de Bebedouro – ETE 2 – Vista externa da casa dos sopradores que através de captação do ar atmosférico proporcionará aeração ao sistema aeróbico. No detalhe as tubulações que seguem para o sistema aeróbico com difusores aeradores.



Foto Ilustrativa 25 de como será o sistema aeróbico com tanque da Estação de Tratamento de Esgoto de Bebedouro – ETE 2 – No detalhe as tubulações que vem da Casa dos sopradores para o sistema aeróbico com difusores aeradores. Ao fundo a Casa dos sopradores.



Foto Ilustrativa 26 de como será o tanque de sistema aeróbico da Estação de Tratamento de Esgoto de Bebedouro – ETE 2



- Decantadores ( item 06 da Planta de Implantação Geral )



Foto Ilustrativa 27 de como será os Decantadores da Estação de Tratamento de Esgoto de Bebedouro – ETE 2. No detalhe ao centro os raspadores .



Foto Ilustrativa 28 de como será os Decantadores da Estação de Tratamento de Esgoto de Bebedouro – ETE 2. No detalhe o dispositivo de captação da água tratada .Destes decantadores o lodo excedente recircula para o Sistema Anaeróbico ( Reatores ) e também para a centrífuga desaguadora.





Foto Ilustrativa 29 de um sistema bombeamento para recirculação de lodo que na Estação de Tratamento de Esgoto de Bebedouro – ETE 2 **não será necessário** pois funcionará por gravidade



Foto Ilustrativa 30 da Centrífuga Desaguadora que será implantada na Estação de Tratamento de Esgoto de Bebedouro – ETE 2 .



Foto Ilustrativa 31 do Abrigo para a Centrífuga Desaguadora que será implantada na Estação de Tratamento de Esgoto de Bebedouro – ETE 2





Foto Ilustrativa 32 do Transportador Helicoidal Centrífuga Desaguadora que será implantada na Estação de Tratamento de Esgoto de Bebedouro – ETE 2.



Foto Ilustrativa 33 do Transportador Helicoidal Centrífuga Desaguadora que será implantada na Estação de Tratamento de Esgoto de Bebedouro – ETE 2.



- Cloração e Câmara de Contato



Foto Ilustrativa 34 do Abrigo de Clorador e a Câmara de Contato que será implantada na Estação de Tratamento de Esgoto de Bebedouro – ETE 2.



Foto Ilustrativa 35 do Abrigo de Clorador ( ao fundo ) e a Câmara de Contato que será implantada na Estação de Tratamento de Esgoto de Bebedouro – ETE 2.

– Medidor Parshal ( item 12 da Planta de Implantação Geral )

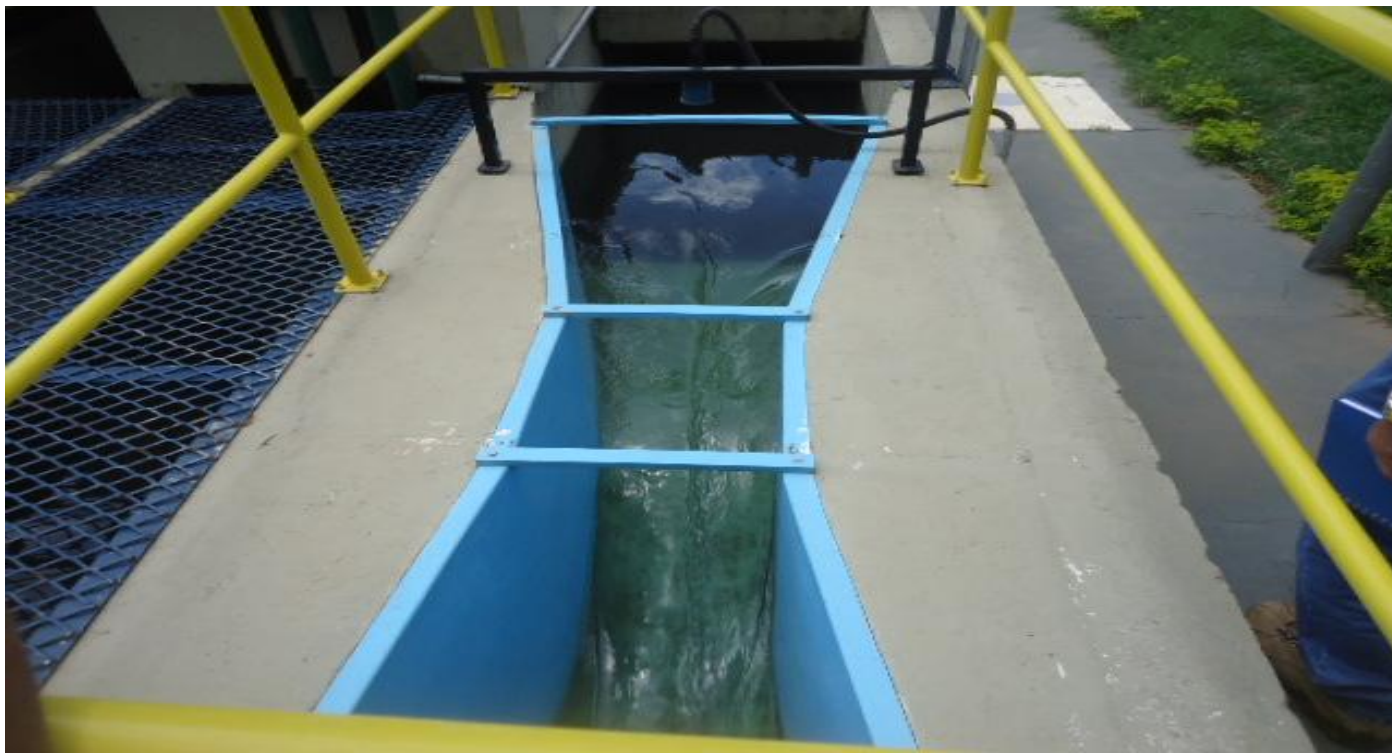


Foto Ilustrativa 36 – Medidor Final Parshall que será implantada na Estação de Tratamento de Esgoto de Bebedouro – ETE 2.



Foto Ilustrativa 37 – Caixa de Coleta após Medidor Final Parshall que será implantada na Estação de Tratamento de Esgoto de Bebedouro – ETE 2.





Abaixo segue o detalhamento dessas etapas.

### **3.1 PRÉ-TRATAMENTO**

O pré-tratamento é composto por um gradeamento de barras paralelas, para remoção de sólidos grosseiros, seguido pela caixa desarenadora, cuja finalidade é reter sólidos de menor diâmetro.

#### **3.1.1 GRADEAMENTO**

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

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

A remoção deve ser realizada através de um rastelo, de forma manual pelo técnico responsável pela limpeza ou de forma mecânica de acordo com a quantidade de resíduos. O material removido será depositado em um cesto perfurado, adaptado no próprio canal, permitindo que o líquido livre retorne ao desarenador e receba o devido tratamento.

O material sólido do cesto será posteriormente ensacado e encaminhado ao aterro sanitário.

#### **3.1.2 DESARENADOR**

Juntamente com os sólidos grosseiros podem existir no esgoto partículas de areia e terra, principalmente nos períodos chuvosos, que necessitam ser separados. A importância dessa remoção é evitar que essas partículas agredam principalmente o conjunto moto-bomba e causem entupimentos nas tubulações e a interferência negativa nos processos biológicos.

Com base nessas premissas, após o gradeamento será instalado no sistema um desarenador, formado por dois (02) canais paralelos de maneira que as partículas sedimentam em seu interior durante o percurso.

O desarenador é formado por dois canais que operam independentemente, de tal modo que enquanto um trabalha o outro recebe manutenção e limpeza. A interrupção do fluxo é realizada por “stop-logs” que são operados manualmente em cada canal.

A limpeza pode ser realizada manualmente com auxílio de pá ou outra ferramenta desenvolvida para esse fim, ou ainda com a utilização de caminhão auto-vácuo.

A areia removida pode ser encaminhada para a desidratação do lodo na centrífuga.

#### **3.1.3 MEDIDOR PARSHALL**

As calhas Parshall são medidores de vazão que através de estrangulamento e ressaltos, estabelecem, para uma determinada seção vertical a montante, uma relação entre a vazão do



fluxo e a lâmina d'água naquela região. Possui pouca perda de carga e é bastante preciso na determinação (leitura) das vazões.

O medidor Parshall será instalado a jusante da caixa de areia, acoplado a uma régua graduada para leitura das lâminas de líquido, e respectivas vazões.

Futuramente, com a instalação de sensores ultra-sônico as medições de vazão tornam-se automáticas, com leituras instantâneas e totalizadas, garantindo maior controle operacional do sistema de tratamento.

### **3.2 TRATAMENTO BIOLÓGICO**

A proposta do tratamento biológico é constituída pela associação do tratamento anaeróbio e posterior polimento aeróbio, respectivamente através de reatores anaeróbios de fluxo ascendente e biofiltro aerado submerso.

As principais vantagens do arranjo biológico adotado são:

- Necessidade de pouco espaço de construção;
- Simplicidade operacional;
- Baixo custo de implantação e operação;
- Baixo impacto em ambientes urbanos;
- Baixa geração de lodo;
- Geração de biogás.

### **3.3 TRATAMENTO ANAERÓBIO**

Atualmente, a tecnologia anaeróbia utilizada para o tratamento do esgoto encontra-se consolidada, sendo uma das principais opções em estudos de alternativas para construção de uma ETE. Mesmo assim, ainda possui capacidade limitada de remoção de matéria orgânica poluidora contida nos esgotos domésticos sendo necessário a utilização de pós-tratamento para atendimento aos parâmetros exigidos pela legislação ambiental vigente.

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

O fluxo do esgoto é ascendente, possui produção de biogás (principalmente metano), possui baixa produção de lodo e com a vantagem deste já estar estabilizado.





O biogás produzido nos reatores anaeróbios, coletados internamente será encaminhado para o queimador de gases. A vazão diária gerada deverá estar próxima de 355,88 m<sup>3</sup>/dia, com porcentagem de metano variando de 70 a 80%, em volume.

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

Tubos de PVC transferem o biogás coletado pelos reatores anaeróbios até um sistema de segurança (selo hídrico), mantendo pressão interna estável e positiva, minimizando riscos de retorno da chama do queimador para dentro dos reatores anaeróbios. Após o selo hídrico de segurança, uma válvula corta-chamas também será instalada e posteriormente o biogás será queimado no Flair existente.

No queimador (Flair) deverá ser mantido chama piloto o para garantir completa queima do biogás.

Para evitar problemas com o gás sulfídrico (maus odores), existe a possibilidade de instalar lavador específico para remoção de enxofre, antes do queimador de gases, com operação segura e simples.

No projeto proposto para o município de Bebedouro, o pós-tratamento dos reatores anaeróbios será realizado pelo sistema aeróbio. (lodos ativados)

### **3.4 TRATAMENTO AERÓBIO**

Essa etapa do tratamento se dá através do biofiltro aeróbio submerso, logo após o tratamento anaeróbio, permitindo o polimento do efluente, removendo compostos orgânicos e nitrogênio na forma solúvel, possibilitando índices de remoção de matéria orgânica poluidora expressa em DBO próximos de 90%.

O biofiltro aeróbio submerso possui um sistema de distribuição de ar constituído por difusores de bolha grossa, uniformemente distribuídos, sendo o ar injetado com auxílio de soprador de ar.

O lodo gerado nessa etapa é removido periodicamente e de forma controlada nas lavagens contracorrente e direcionado para a estação elevatória, sendo novamente conduzido ao reator anaeróbio, e estabilizado. Essa é uma grande vantagem do sistema, pois diminui a produção final de lodo biológico, reduzindo custos com disposição final em aterro sanitário controlado.

Após o tratamento anaeróbio promovido nos BAS, o esgoto é transferido para um tanque denominado tanque de lavagem.



### **3.5 TANQUE DE LAVAGEM**

Trata-se de um tanque para armazenagem do esgoto tratado, para posteriormente ser utilizado na lavagem do biofiltro aeróbio submerso, o qual necessita de limpezas periódicas para evitar obstruções internas. Ao utilizar esgoto tratado para essa lavagem, evita-se o consumo de água potável.

O tanque de lavagem receberá o esgoto tratado pelo BAS continuamente. Quando o sistema de lavagem do BAS não estiver em operação, por transbordamento o esgoto tratado encaminha-se para o tanque de contato, sendo desinfetado com adição de hipoclorito de sódio.

### **3.6 DESINFECÇÃO FINAL**

A desinfecção final tem por objetivo a proteção da saúde pública, atendendo aos padrões de qualidade da legislação vigente quanto aos níveis de coliformes fecais e totais.

Será utilizado o sistema de cloração com o uso de hipoclorito de sódio com solução comercial de 12%, que em contato com o esgoto tratado gera ácido hipocloroso, forte agente desinfetante.

O sistema será dotado de reservatórios para armazenamento do produto e controle de sucção da bomba dosadora. Os reservatórios serão instalados dentro de um tanque de contenção com a função de evitar o derramamento do produto no corpo receptor ou solo em caso de acidentes ou quebra dos reservatórios.

O tempo de contato do esgoto tratado com o hipoclorito de sódio será, no mínimo, de 30 minutos e posteriormente será lançado no corpo receptor desinfetado, dentro dos parâmetros exigidos pela Legislação vigente.

Ao final da ETE será instalado outro medidor de vazão Parshall, garantindo assim o melhor controle de operação da estação.

### **3.7 DESIDRATAÇÃO DO LODO**

A fonte principal de produção de lodo dessa estação de tratamento de esgoto provém dos reatores anaeróbios, devendo ser removido mensalmente em quantidade e concentração pré-definida, podendo alterar para volumes maiores ou menores que o indicado, de acordo com os acompanhamentos operacionais do sistema.

Uma vez removido do sistema, o lodo deverá ser acondicionado corretamente e possuir tratamento específico para desaguamento, com objetivo de diminuir a quantidade de líquido livre (água). Várias formas e métodos podem ser utilizados para atingir o objetivo desejado, sendo os mais usualmente utilizados: leito de secagem; centrífugas; filtro prensa e BAG em geotêxtil tecido.

Cada um dos sistemas apresenta particularidades operacionais bem como vantagens e desvantagens. O sistema proposto para o município de Bebedouro é a desidratação do lodo por meio de centrífuga.



### 3.8 CARACTERÍSTICAS DO EFLUENTE FINAL

O projeto é composto pelos processos anaeróbio e aeróbio de tratamento, sendo realizado através do reator anaeróbio seguido pelobiofiltro aeróbio submerso.

A tabela abaixo apresenta as eficiências em cada processo isoladamente bem como a eficiência global do sistema.

**Tabela 1: Eficiência do sistema.**

| Reator     | Parâmetro        | Eficiência |
|------------|------------------|------------|
| UASB       | DQO              | >65%       |
|            | DBO <sub>5</sub> | >65%       |
|            | SS               | >65%       |
| BAS        | DQO              | >67%       |
|            | DBO <sub>5</sub> | >71%       |
|            | SS               | >71%       |
| UASB + BAS | DQO              | >85%       |
|            | DBO <sub>5</sub> | >90%       |
|            | SS               | >90%       |

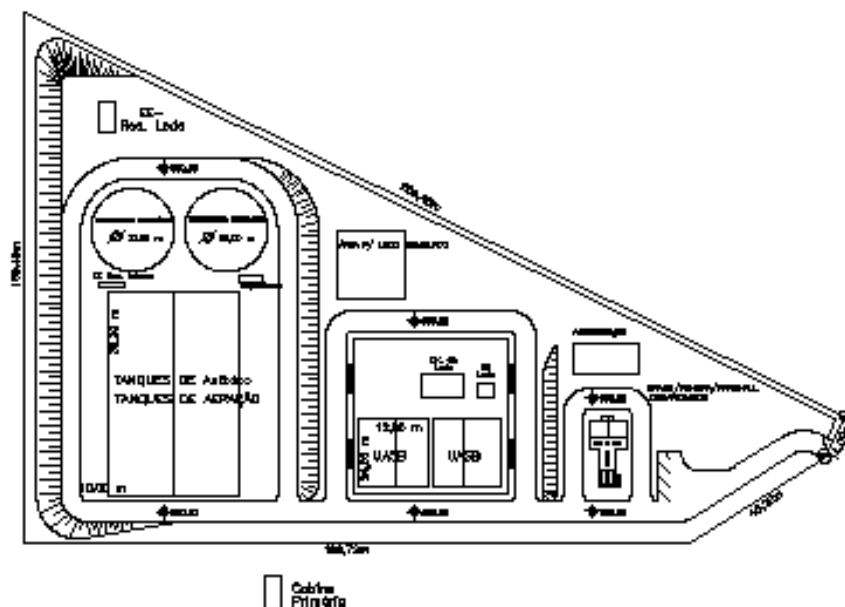
O esgoto tratado atenderá ao padrão secundário de tratamento, com índices de:

- SST < 30,0 mg/L;
- DBO < 30,0 mgO<sub>2</sub>/L;
- DQO < 60,0 mgO<sub>2</sub>/L;
- Coliformes fecais < 1000 NMP/100ml.

O corpo receptor dos efluentes da ETE Bebedouro será o córrego Bebedouro, formado pela confluência dos córregos Retiro e Consulta, percorrendo para o norte onde se encontra com Ribeirão Palmeira, fora do município, tendo como principais afluentes o córrego Caiçara, córrego Cumprido e córrego do Fundo, contribuindo para a formação do Rio Pardo.

A micro bacia ocupa uma área de 95,6 km<sup>2</sup> e o corpo receptor dos efluentes tratados será o córrego do Bebedouro ou da Cachoeira, enquadrado como “ classe 4 ”.

Trata-se de um corpo receptor com capacidade de diluição muito pequena e o seu enquadramento em classe-4, requer um efluente final da ETE com DBO < 60 mg/l , para atender aos padrões de efluentes do Decreto estadual 8468/76 , N- NH<sub>4</sub> Total de 20 mg/l.



### 3.9 Emissário Final de Esgoto Tratado

O emissário final será por gravidade e conduzirá os efluentes do esgoto tratado para o corpo receptor.

Dimensionamento:

- Vazões:
  - Mínima (2008) = 79,89 l/s
  - Média (2042) = 153,40 l/s
  - Máxima (2042) = 241,40 l/s
- Cálculo da Inclinação Mínima –  $I_{\text{mínima}} = 0,0055 \times Q_i^{-0,47}$ 
  - $I_{\text{mínima}} = 0,0007 \text{ m/m}$
- Cálculo do Diâmetro com  $Y/D = 0,75/D = (0,0463 \times Q_i^{1/2})^{0,375}$ 
  - $D = 800 \text{ mm}$
- Material: Concreto CA-2
- Extensão: 160m