



**CESAMA - COMPANHIA DE SANEAMENTO MUNICIPAL
MUNICÍPIO DE JUIZ DE FORA**

**REVITALIZAÇÃO DO RIO PARAIBUNA,
PROJETO BÁSICO E EXECUTIVO DA ETE BARBOSA LAGE
E APOIO TÉCNICO**

**PRODUTO 3
PROJETO BÁSICO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE
ESGOTOS - ETE BARBOSA LAGE**

DESCRIPTIVO TÉCNICO DO PROJETO HIDRÁULICO E DE PROCESSO

VOLUME 7

**ENGESOLO ENGENHARIA LTDA.
Belo Horizonte, maio de 2007**

SUMÁRIO

1.	Apresentação.....	4
2.	Mapa de Localização da ETE Barbosa Lage.....	6
3.	Introdução	9
4.	Descrição Geral do Processo de Tratamento	13
5.	Descritivo Técnico da Estação de Tratamento e Especificação dos Principais Equipamentos	16
5.1.	TRATAMENTO PRELIMINAR	16
5.1.1.	Descrição Geral	16
5.1.2.	Peneiramento Mecanizado	18
5.1.3.	Caixa de Areia Aerada.....	19
5.1.4.	Correia Transportadora de Detritos	21
5.1.5.	Separador de Areia	22
5.1.6.	Comportas.....	23
5.1.7.	Sistema de Remoção de Gorduras	23
5.1.8.	Caçambas Recolhedoras de Detritos	24
5.2.	TRATAMENTO PRIMÁRIO	24
5.2.1.	Descrição Geral	24
5.2.2.	Alimentação do Reator, Saída do Efluente e Descarte de Lodos	25
5.2.3.	Sistema de Coleta de Gases	26
5.2.4.	Sistema de Filtração de Ar	27
5.3.	TRATAMENTO SECUNDÁRIO	28
5.3.1.	Descrição Geral	28
5.3.2.	Sistema de Aeração	30
5.3.3.	Sonda de Oxigênio e Demais Instrumentos de Campo	31
5.3.4.	Ponte Raspadora dos Clarificadores	32
5.3.5.	Vertedores de Saída	33
5.3.6.	Elevatória de Recirculação de Lodo	33
5.4.	DESIDRATAÇÃO DOS LODOS	34
5.4.1.	Descrição Geral	34
5.4.2.	Bombas de Alimentação da Desidratação	35
6.	Administração, Oficina, Vestiários e Laboratório	38
7.	Urbanização	40
8.	Serviços e Observações Complementares	42

1. APRESENTAÇÃO

ENGESOLO ENGENHARIA LTDA.

*Rua Alcobaça, 1.210 - Bairro São Francisco - CEP: 31.255-210
Belo Horizonte-MG - Tel.: (31) 2103-4300 - Fax.: (31) 2103-4399
E-mail: engesolo@engesolo.com.br - www.engesolo.com.br*

SA-PR170/05-RE-47-002-B

1. APRESENTAÇÃO

A Engesolo Engenharia Ltda foi contratada pela Companhia de Saneamento Municipal - CESAMA para elaborar a “Avaliação e Adequação do Projeto Básico da ETE Barbosa Lage” e, ainda a elaboração do “Projeto Executivo” (Estrutural e Elétrico) desta estação de tratamento.

O projeto Básico da ETE Barbosa Lage foi elaborado pela empresa MKM Engenharia Ambiental dentro do contrato firmado com a Prefeitura Municipal de Juiz de Fora, e seu escopo abrangeu a entrega de três produtos:

- Produto 1 – Projeto Básico de Coletores Tronco e Interceptores;
- Produto 2 – Projeto Básico de Estações Elevatórias;
- Produto 3 – Projeto Básico das Estações de Tratamento.

Dentro do Produto 3, do projeto da MKM Engenharia Ambiental, os volumes foram subdivididos para cada estação, constituindo os volumes objeto do presente projeto os de números:

- ✓ Volume 7: Descritivo Técnico do Projeto Hidráulico e de Processo;
- ✓ Volume 8: Memória de Cálculo do Dimensionamento Hidráulico e de Processo;
- ✓ Volume 9: Descritivo Técnico do Projeto Elétrico;
- ✓ Volume 10: Orçamento Estimativo;
- ✓ Volume 11: Plantas Projeto Básico Hidráulico e de Processo;
- ✓ Volume 12: Plantas Projeto Básico Elétrico;
- ✓ Volume 13: Especificações Gerais de Matérias e Serviços.

Para manter uma vinculação do projeto ora desenvolvido com o Projeto Básico original da MKM Engenharia Ambiental apresentar-se á a mesma numeração dos volumes a serem mantidos e revisados e a criação de novos números para os volumes a serem criados para o Projeto Executivo.

Os volumes do projeto da MKM Engenharia Ambiental a serem mantidos e revistos são: Volume 7, Volume 8, Volume 10, Volume 11 e Volume 13. Os volumes 9 e 12 referentes ao Projeto Elétrico serão remetidos para o Projeto Executivo.

Assim a composição do Projeto Básico da ETE Barbosa Lage revisado e adequado pela Engesolo

Engenharia será apresentada pelos volumes:

- ✓ Volume 7: Descritivo Técnico do Projeto Hidráulico e de Processo;
- ✓ Volume 8: Memória de Cálculo do Dimensionamento Hidráulico e de Processo;
- ✓ Volume 11: Plantas do Projeto Básico Hidráulico e de Processo.

Em seguida à apresentação do Projeto Básico e sua aprovação pela CESAMA serão elaborados o Projeto Executivo, o Orçamento das Obras, as Especificações dos Materiais e os Equipamentos e Serviços para implementação da Estação de Tratamento de Esgotos - ETE Barbosa Lage.

2. MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA ETE BARBOSA LAGE

ENGESOLO ENGENHARIA LTDA.

*Rua Alcobaça, 1.210 - Bairro São Francisco - CEP: 31.255-210
Belo Horizonte-MG - Tel.: (31) 2103-4300 - Fax.: (31) 2103-4399
E-mail: engesolo@engesolo.com.br - www.engesolo.com.br*

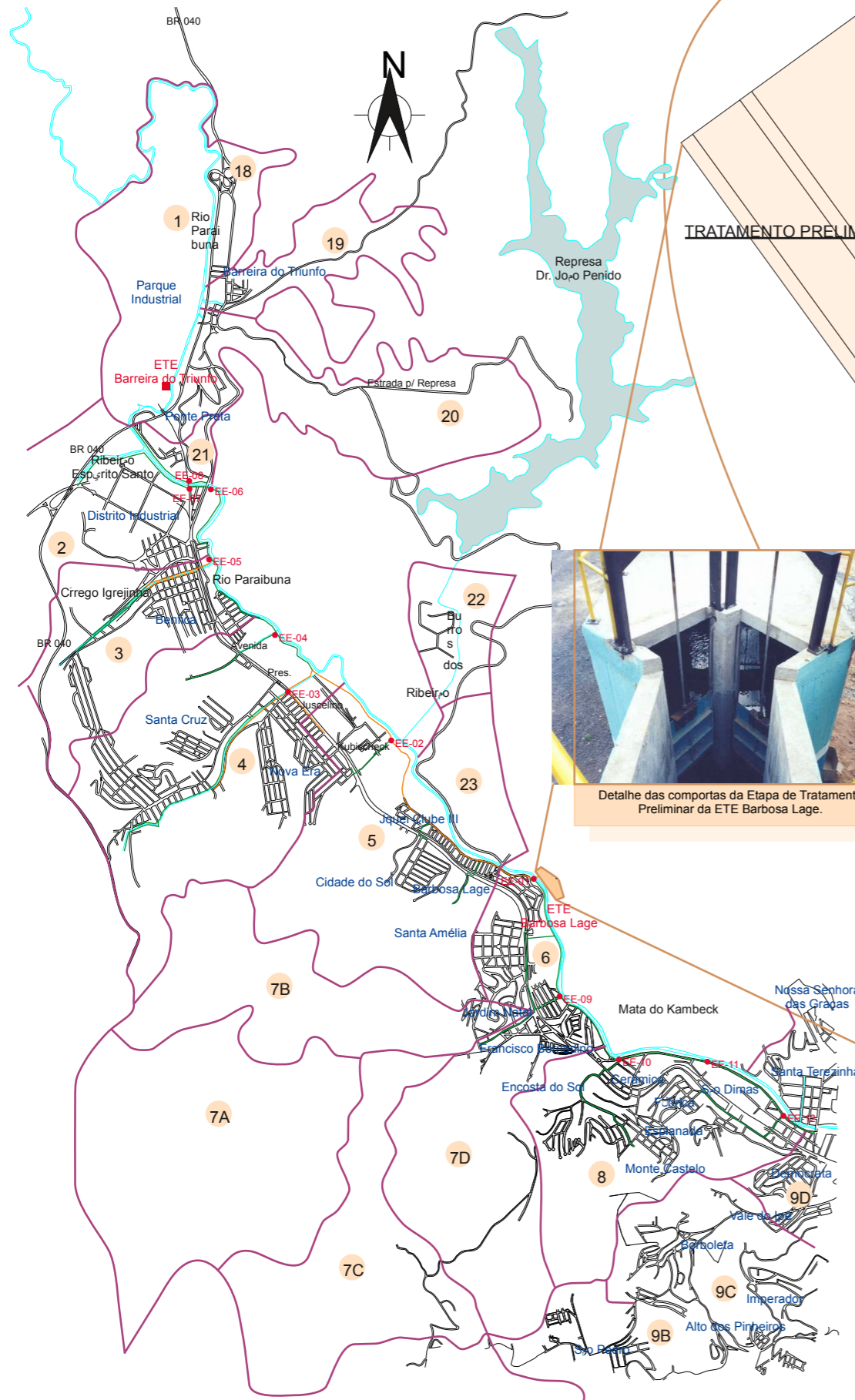
SA-PR170/05-RE-47-002-B

SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DA REGIÃO NORTE DE JUIZ DE FORA

ENGESOLO

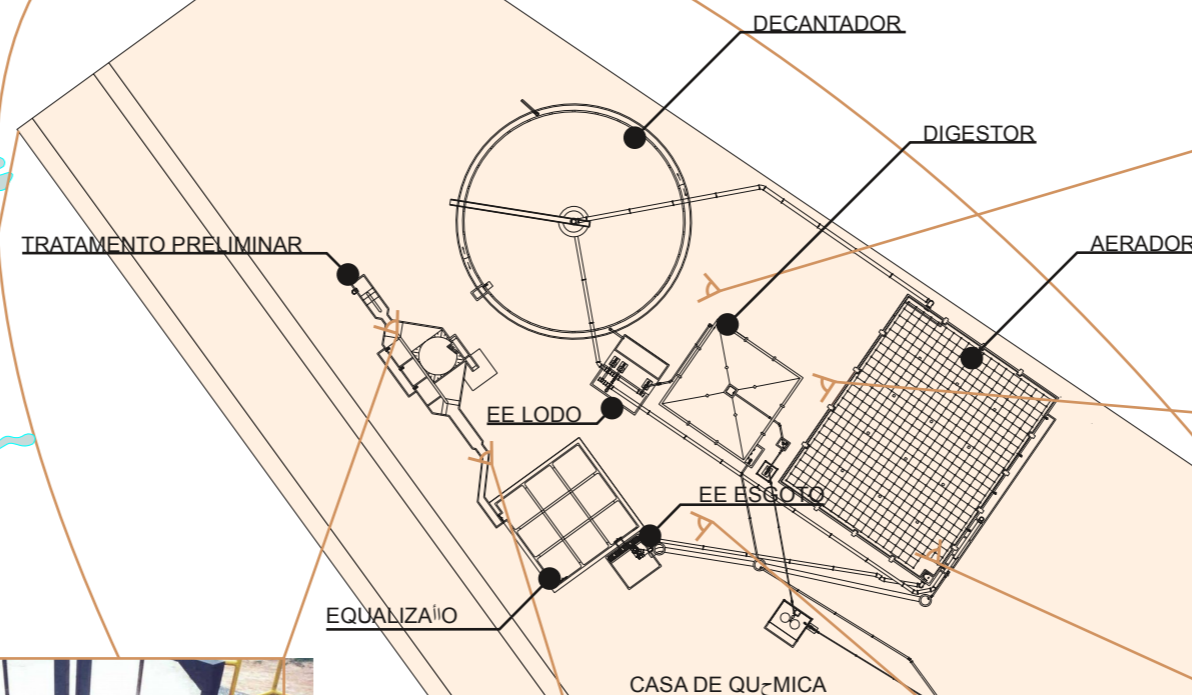
ESTÁGIO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS BARBOSA LAGE

CESAM

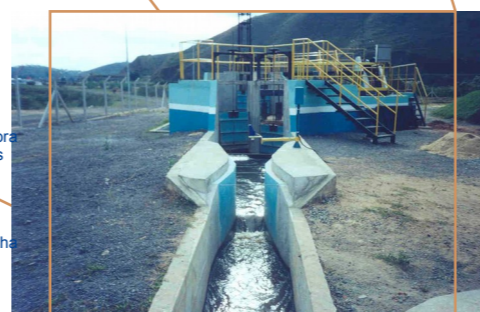


Legenda:

- 7C Sub-bacias de Contribuição
- EE-01 Estações Elevatórias de Esgoto
- Interceptores de Esgotos Existentes
- Interceptores de Esgotos a serem Implantados
- Limite das Sub-bacias de Contribuição



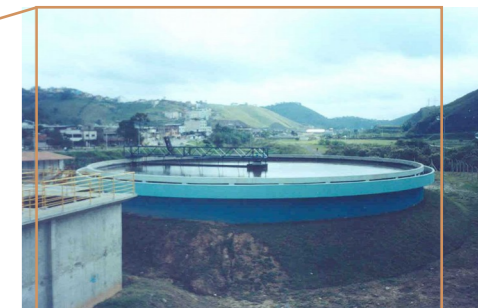
Detalhe das comportas da Etapa de Tratamento Preliminar da ETE Barbosa Lage.



Detalhe da calha Parshall e da caixa de areia do Tratamento Preliminar da ETE Barbosa Lage.



Detalhe da Casa de Química (a direita) e do Tanque Aerador (ao fundo) da ETE Barbosa Lage.



Detalhe do Tanque Decantador do Tratamento Secundário da ETE Barbosa Lage.



Detalhe do Tanque Digestor Aeróbio do Tratamento Secundário da ETE Barbosa Lage.



Detalhe do Tanque de Aeração do Tratamento Secundário da ETE Barbosa Lage.



Detalhe do Tanque de Equalização do Tratamento Primário da ETE Barbosa Lage.

ARRANJO DA ETE BARBOSA LAGE
ESCALA: 1/1.000

ENGESOLO ENGENHARIA LTDA.
Rua Alcobaça, 1.210 - Bairro São Francisco
Tel.: (31) 2103-4300 - Fax.: (31) 2103-4399
Belo Horizonte-MG - CEP: 31.255-210
e-mail: engesolo@engesolo.com.br

3. INTRODUÇÃO

ENGESOLO ENGENHARIA LTDA.

*Rua Alcobaça, 1.210 - Bairro São Francisco - CEP: 31.255-210
Belo Horizonte-MG - Tel.: (31) 2103-4300 - Fax.: (31) 2103-4399
E-mail: engesolo@engesolo.com.br - www.engesolo.com.br*

SA-PR170/05-RE-47-002-B

3. INTRODUÇÃO

O Projeto Básico da Estação de Tratamento de Esgotos - ETE Barbosa Lage foi revisado e atualizado conforme as premissas estabelecidas no Termo de Referência do Edital nº 016/2005.

A revisão e atualização do projeto tiveram como referência o Projeto Básico original elaborado pela empresa MKM Engenharia Ambiental e complementado pelo Projeto Executivo.

A análise crítica do projeto existente foi consubstanciada pelo “Relatório de Avaliação e Adequação do Projeto Básico da ETE Barbosa Lage” entregue para apreciação da equipe técnica da CESAMA em maio /2006.

A aprovação pela CESAMA do referido relatório permitiu que a equipe multidisciplinar da Engesolo detalhasse as proposições feitas e reapresentasse o Projeto Básico da ETE Barbosa Lage a CESAMA.

O dimensionamento das unidades buscou atender ao horizonte de projeto estabelecido, inicialmente, e a sua implantação etapalizada em conformidade com as unidades existentes da ETE Barbosa Lage.

O Sistema de Esgotamento Sanitário da Região Norte do Município de Juiz de Fora que conduz a ETE Barbosa Lage é localizado na área central da cidade e tem uma população de final de plano estimada em 207.860 habitantes.

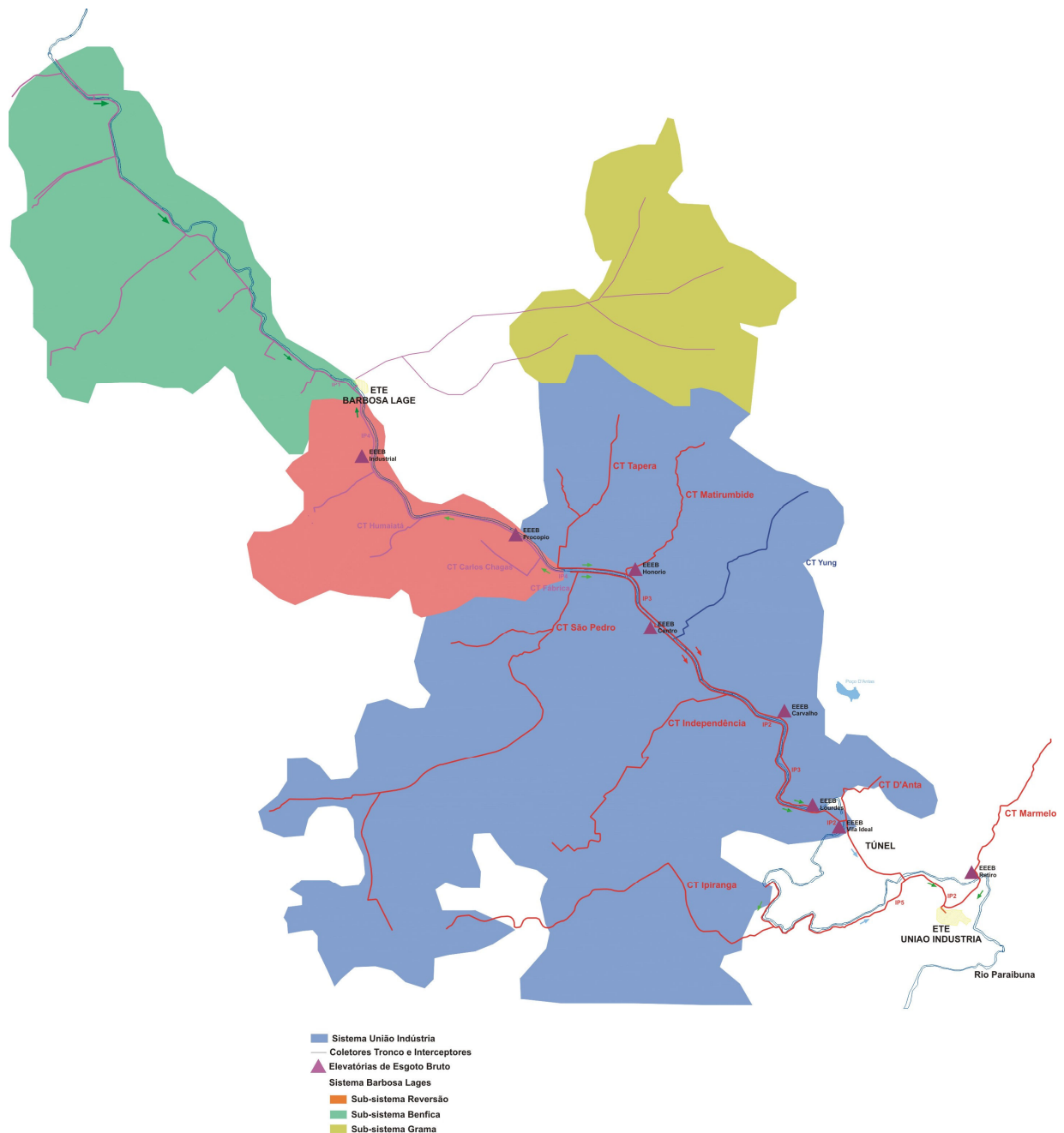
O sistema está dividido em três sub-sistemas, conforme mostrado na Figura 3.1 apresentada a seguir, atendendo às seguintes áreas:

- ✓ **Sub-Sistema Reversão:** Constituído por três coletores tronco (CT Fábrica, CT Carlos Chagas e CT Humaitá), um interceptor (IP4) e 2 elevatórias (EEEB Procópio e EEEB Industrial), localizados na margem direita do Rio Paraibuna. Os coletores são interceptados pelo IP4 e transferidos para a elevatória do IP1 que transfere o esgoto bruto via recalque para a ETE Barbosa Lage;
- ✓ **Sub-Sistema Benfica:** Localizado a montante da ETE Barbosa Lage, na margem direita do Rio

Paraibuna, detalhado pelo projeto da CESAMA;

- ✓ **Sub-Sistema Grama:** Interligado à estação de tratamento por coletor tronco que atravessa a Região Remonta, atendendo as regiões Grama e Bethânea na margem esquerda do Rio Paraibuna. Indisponibilidade de recursos e dificuldades na definição do traçado levou a Prefeitura Municipal de Juiz de Fora - PMJF a adiar sua execução.

Figura 3.1 - Sistema de Esgotamento Sanitário – ETE Barbosa Lage



ENGESOLO ENGENHARIA LTDA.

Rua Alcobaça, 1.210 - Bairro São Francisco - CEP: 31.255-210
 Belo Horizonte-MG - Tel.: (31) 2103-4300 - Fax.: (31) 2103-4399
 E-mail: engesolo@engesolo.com.br - www.engesolo.com.br

SA-PR170/05-RE-47-002-B

A ETE Barbosa Lage está localizada no bairro de mesmo nome, na Região Norte de Juiz de Fora, próximo à confluência do Ribeirão das Rosas com o Rio Paraibuna. A estação foi dimensionada para tratar uma vazão média de 374 l/s utilizando reatores UASB (Upflow Anaerobic Sludge Bed), seguidos de sistema de lodos ativados. Esta solução implica na necessidade de adaptação do projeto original da CESAMA executado, de forma a integrá-lo a nova concepção de processo adotada. O efluente tratado pela ETE será lançado no Rio Paraibuna.

As principais características da Estação de Tratamento de Esgotos - ETE Barbosa Lage são apresentadas no Quadro 3.1 seguinte.

Quadro 3.1 - Principais Características da ETE Barbosa Lage

Características	Valor	Unidade
População de Contribuição	207.860	hab.
Vazão Média Afluenta	374	l/s
Vazão Máxima Afluenta	582	l/s
Carga Orgânica Afluenta	12.181	kgDBO/dia
Gradeamento - e = 3 mm	2 x 1,10 x 1,65	m
Desarenação	2 x 71	m ³
Reatores UASB (Upflow Anaerobic Sludge Bed)	8 x 1.443,80	m ³
Reatores de Lodos Ativados	4.290	m ³
Clarificadores	4.430	m ³
Desidratação de Lodo	12	m ³ /h

4. DESCRIÇÃO GERAL DO PROCESSO DE TRATAMENTO

ENGESOLO ENGENHARIA LTDA.

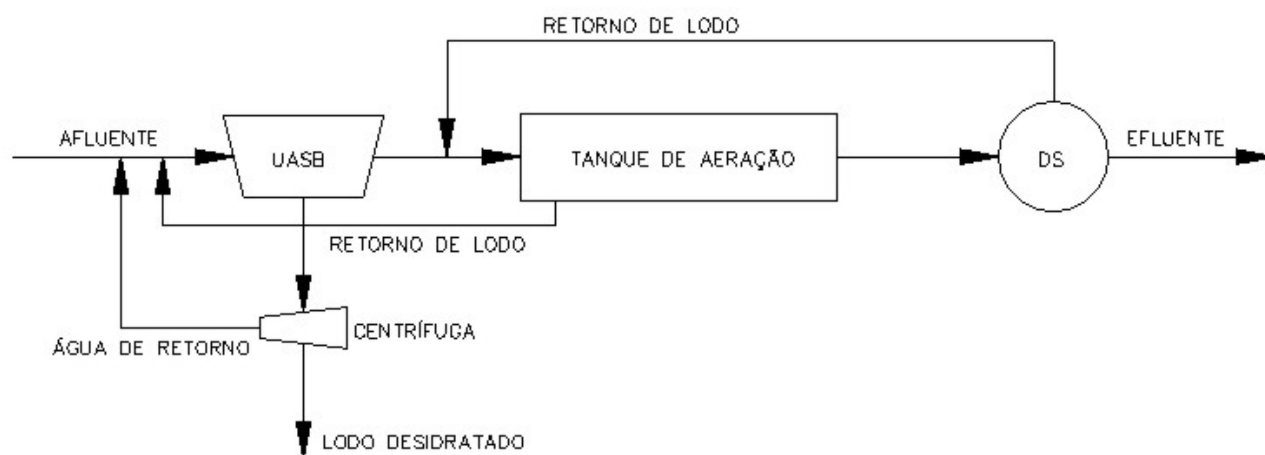
*Rua Alcobaça, 1.210 - Bairro São Francisco - CEP: 31.255-210
Belo Horizonte-MG - Tel.: (31) 2103-4300 - Fax.: (31) 2103-4399
E-mail: engesolo@engesolo.com.br - www.engesolo.com.br*

SA-PR170/05-RE-47-002-B

4. DESCRIÇÃO GERAL DO PROCESSO DE TRATAMENTO

A ETE Barbosa Lage foi concebida utilizando a combinação entre os processos de tratamento anaeróbio e aeróbio, por intermédio de reatores UASB (Upflow Anaerobic Sludge Bed), seguidos de sistema de lodos ativados convencional. Esta combinação mostrou-se, dentre as várias alternativas estudadas, a mais viável sob o ponto de vista técnico e econômico. Seu esquema simplificado é apresentado na Figura 4.1 seguinte.

Figura 4.1 - Esquema Simplificado do Processo do Sistema Reator UASB, seguido do Processo de Lodos Ativados



A modalidade de processo de tratamento eleita alia a comprovada eficiência e robustez do sistema de lodos ativados à economia operacional proporcionada pelo tratamento anaeróbio utilizando o Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente - UASB.

Dentre as vantagens que esta modalidade de tratamento apresenta devem ser destacadas:

- ✓ Menor custo de implantação e operação dentre as alternativas avaliadas;
- ✓ Compacidade, com baixa necessidade de área para a implantação das unidades de tratamento;
- ✓ Custo operacional reduzido em função do menor consumo de energia devido à utilização de pré-tratamento anaeróbio aos esgotos;
- ✓ Elevada qualidade de efluente, proporcionado pelo sistema de lodos ativados;
- ✓ Melhor aptidão para a desinfecção do efluente em função da ausência de sólidos em suspensão;

- ✓ Elevada estabilidade operacional devido à combinação dos processos.

Além disso, a adoção de um mesmo processo de tratamento na ETE Barbosa Lage e na ETE União Indústria possibilita a uniformização de procedimentos operacionais e a padronização dos equipamentos utilizados, com vantagens significativas para a prestadora do serviço em relação ao domínio da tecnologia empregada e a formação de estoques de peças de reposição.

5. DESCRITIVO TÉCNICO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO E ESPECIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS EQUIPAMENTOS

ENGESOLO ENGENHARIA LTDA.

*Rua Alcobaça, 1.210 - Bairro São Francisco - CEP: 31.255-210
Belo Horizonte-MG - Tel.: (31) 2103-4300 - Fax.: (31) 2103-4399
E-mail: engesolo@engesolo.com.br - www.engesolo.com.br*

SA-PR170/05-RE-47-002-B

5. DESCRITIVO TÉCNICO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO E ESPECIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS EQUIPAMENTOS

O novo projeto da ETE Barbosa Lage será integrado à 1ª etapa implantada da concepção de tratamento desenvolvida pela CESAMA. Nesta 1ª etapa, a CESAMA implantou um módulo do sistema de lodos ativados acompanhado do tratamento preliminar e do tratamento dos lodos, ambos projetados para a vazão total de final de plano do Projeto CESAMA.

O projeto de ampliação da ETE Barbosa Lage irá aproveitar as unidades da primeira etapa de implantação, a exceção do tratamento preliminar, que será substituído por uma nova unidade, com características mais adequadas ao tipo de processo a ser implantado. No presente projeto as unidades existentes serão integradas ao novo processo de tratamento proposto, devendo ser submetidas a algumas modificações, notadamente na locação de algumas unidades e nas tubulações de alimentação e coleta dos tanques. A descrição das novas unidades e das adaptações necessárias nas unidades em execução é apresentada a seguir.

5.1. TRATAMENTO PRELIMINAR

5.1.1. Descrição Geral

O esgoto chega à estação de tratamento por intermédio de linha de recalque proveniente da elevatória EEE-1 que o leva até a entrada do tratamento preliminar. O tratamento preliminar projetado pela CESAMA será substituído por nova unidade, disposta próximo aos novos reatores UASB.

Para atender esta modificação no posicionamento do tratamento preliminar, a linha de recalque deverá ser prolongada até o novo tratamento preliminar proposto. As bombas da elevatória EEE-1 e a linha de recalque executadas pela CESAMA deverão ser reavaliadas de forma a comportar os acréscimos de carga manométrica e vazão.

O novo tratamento preliminar da ETE Barbosa Lage está situado em cota elevada, acima da laje de cobertura dos reatores UASB, de modo a permitir o escoamento por gravidade do fluxo de esgoto do tratamento preliminar até o tratamento primário.

No canal de chegada do tratamento preliminar, o fluxo é encaminhado a uma das unidades de peneiramento mecanizado. Estas unidades são constituídas por peneiras do tipo “step-screen”, dispostas em paralelo, com abertura entre barras de 3 mm, assentadas em canal de 1,10 metro de largura.

A vazão afluyente a peneira pode ser controlada através de comportas de acionamento manual situadas no canal de chegada, permitindo o isolamento de um canal enquanto o outro permanece em carga.

O material grosseiro retirado pelas peneiras é lançado diretamente em uma esteira transportadora, que descarrega os detritos em um “shoot” de queda, que os dispõe em caçamba metálica, situada no piso inferior do tratamento preliminar.

Após o peneiramento, o esgoto bruto segue para os tanques de desarenação aerados, com seção transversal aproximada de 6 m² cada e comprimento de 12 metros.

O material flotado (óleos e graxas) é removido por intermédio do raspador atrelado à ponte rolante e lançado na calha de recolhimento de material flotado, localizada junto aos canais de desarenação. Desta calha o material retido é lançado diretamente em novo “shoot” de queda, que os deposita em uma segunda caçamba recolhedora, também situada no piso inferior do tratamento preliminar.

A areia depositada no fundo do desarenador é recolhida por sucção por intermédio de sistema do tipo “air lift”, sendo lançada, via rosca transportadora e “shoot” de queda em uma terceira caçamba situada no piso inferior.

Após a desarenação, o esgoto segue para a caixa de distribuição, onde o fluxo é igualmente repartido entre os 8 reatores UASB, por intermédio de caixas distribuidoras.

A importância do tratamento preliminar para o desempenho operacional da ETE justifica a adoção de duas linhas em paralelo, atuando a segunda linha, como reserva técnica daquela que se encontra em operação.

Foi previsto um *by pass* para alimentar o tanque de aeração com esgoto bruto (efluente do Tratamento Preliminar), no caso da necessidade de controle da nitrificação.

5.1.2. Peneiramento Mecanizado

A peneira mecanizada será do modelo denominado “step screen” ou peneira em “escada”. Esta peneira se caracteriza pela utilização de perfis verticais paralelos, afastados entre si pelo espaçamento desejado para a peneira, por onde passa o fluxo de esgoto e ficam retidos os detritos afluentes. Os perfis são montados de forma alternada, sendo um fixo e outro móvel. A remoção dos detritos retidos se dá mediante a movimentação intermitente dos perfis móveis, em movimento circular com componente ascendente em relação ao fluxo de esgoto, transportando gradualmente os detritos para fora da lâmina d’água. Os detritos recolhidos são descarregados em esteira transportadora para lançamento na caçamba de recolhimento, através de “shoot” de queda. Todo o conjunto do peneiramento deverá ser executado em material resistente à corrosão / abrasão e de funcionamento automático.

As peneiras mecânicas serão instaladas a montante dos tanques de desarenação, em canais com largura de 1,10 metros, sendo capazes de suportar individualmente a vazão máxima de projeto sem permitir o extravasamento do canal a montante.

Os dentes da escada deverão ter tamanho adequado à elevação de objetos de até 6 cm. A profundidade da seção das barras deve ser adequadamente estabelecida, em função dos esforços incidentes. As barras e estruturas devem ser fabricadas em material resistente à corrosão. Recomenda-se que as barras sejam em chapa de PEAD e a estrutura em aço inoxidável.

A peneira deve ser rigidamente fixada no fundo e nas paredes laterais, devendo, a sua extremidade superior, ultrapassar a borda das paredes do canal, com altura suficiente para permitir a descarga do material gradeado na correia transportadora.

O mecanismo de movimentação e limpeza da peneira deve ser acionado por meio de moto-redutor de velocidade. O moto-redutor deve ser totalmente fechado para serviço ao tempo e dispor de proteção contra o travamento, do tipo chave limi-torque e pino-fusível.

O sistema de acionamento do mecanismo de limpeza deve possuir três formas distintas e não exclusivas de operação: acionamento manual, acionamento automático comandado pela limitação da perda de carga na peneira e acionamento automático comandado através de dispositivo de tempo. O acionamento manual será feito através de botoeiras próximas ao equipamento, com indicação de operação local / remoto, com desligamento de emergência.

O acionamento automático comandado pela perda de carga na peneira será feito por intermédio da medição do desnível entre os níveis de água a montante e a jusante da peneira, por meio de medidor ultra-som. O acionamento do motor da peneira ocorrerá sempre que o desnível atingir 150 mm.

O terceiro mecanismo será constituído por “timer” regulável para a partida do motor em intervalos de tempo determinados, com possibilidades de que o mesmo varie de 0 a 120 minutos. A duração da operação de um ciclo de limpeza deverá variar entre 0 e 30 minutos.

Todos os componentes da grade e dos dispositivos de limpeza deverão ser devidamente dimensionados para todos os esforços que possam ocorrer durante a operação. Para que não sejam danificados os mecanismos de limpeza, em função da eventual captura de objetos pesados na grade, deve ser prevista uma proteção contra sobrecarga no sistema capaz de interromper imediatamente a operação. A peneira deve estar preparada para permanecer ao tempo, exposta às intempéries e à radiação solar.

5.1.3. Caixa de Areia Aerada

O desarenador terá dupla função, além da tradicional remoção do material inorgânico (areia, silte, pedras, etc.) a caixa de areia será responsável pela remoção do material flotante (óleos e graxas) presente no afluente.

A remoção da areia ocorrerá pela sedimentação em canal de fluxo controlado, onde é selecionado o diâmetro máximo da partícula a ser removida. A remoção da areia depositada no fundo do canal será efetuada mediante um conjunto de sucção por “air lif”, com vazão de 4,5 l/s, tubulação de 75 mm, acoplada a uma ponte móvel de 6,60 metros de comprimento. A areia recolhida será encaminhada ao canal de descarga, seguindo por gravidade até a rosca transportadora, onde será separada da água e descarregada no shoot de queda.

A remoção do material flotante será efetuada por meio da injeção de ar comprimido e implantação de retentor de espuma. A aeração se destina a remover o material hidrofóbico presente no esgoto, como graxas e gorduras, que por aderência às bolhas de ar será conduzido à superfície de onde será recolhido por ponte raspadora. Esta ponte conduz o material flotante para um canal de recolhimento de onde é descarregado, por gravidade, no shoot de queda que leva à caçamba.

Para a aeração da caixa de areia será utilizado compressor por lóbulo, com vazão prevista de 5,80 m³/min por canal, e bicos injetores de bolha grossa. A aeração da massa líquida na caixa de areia permite a manutenção dos sólidos orgânicos em suspensão, resultando em uma menor parcela de matéria orgânica no material sedimentado. A baixa concentração de matéria orgânica facilita a disposição final do material retido em aterro sanitário.

A movimentação da ponte rolante se dará por meio de moto-redutor de velocidade. O moto-redutor deverá ser totalmente fechado para serviço ao tempo e, dispor de proteção contra o travamento através de chave do tipo limi-torque e pino-fusível. O controle do sentido de movimentação da ponte rolante deverá ser efetuado por chaves de fim de curso magnéticas. Toda a estrutura das pontes rolantes deverá dispor de guarda corpo e escada de acesso, sendo fabricada em perfis de aço carbono, galvanizados a fogo.

O sistema de acionamento do mecanismo do desarenador deve possuir três formas distintas e não exclusivas de operação: acionamento manual, acionamento automático comandado pela vazão afluyente e acionamento automático comandado através de dispositivo de tempo.

O acionamento manual será feito através de botoeiras próximas ao equipamento, com indicação de operação local / remoto e com desligamento de emergência.

O acionamento automático comandado pela vazão afluyente será disparado pelo sinal de medidor de vazão por ultra-som, localizado no nível de montante da caixa de distribuição com os vertedores que levam aos reatores UASB e programado para faixas específicas de operação.

O terceiro mecanismo será constituído por timer regulável para a partida do sistema em intervalos de tempo determinados, com possibilidades de que o mesmo varie de 0 a 120 minutos. A duração da operação de um ciclo de limpeza deverá variar entre 0 e 30 minutos.

Todos os componentes das pontes rolantes e demais dispositivos de limpeza deverão ser devidamente dimensionados para todos os esforços que possam ocorrer durante a operação. Para a prevenção de que não sejam danificados os mecanismos de limpeza, em função da eventual captura de objetos pesados pelo conjunto, deverá ser prevista uma proteção contra sobrecarga no sistema, interrompendo imediatamente a operação. Os conjuntos de desarenação deverão estar preparados para permanecerem ao tempo, expostos às intempéries e à radiação solar.

5.1.4. Correia Transportadora de Detritos

A condução dos detritos retidos no sistema de peneiramento até a caçamba de acumulação e transporte será realizada por intermédio de correia transportadora.

A correia, localizada sob a calha de descarga das peneiras, deverá ter cerca de 4,20 metros de comprimento e 0,50 metro de largura, suficiente para permitir a carga e descarga livre do material retido pela peneira, sem quaisquer derramamentos, devendo dispor de anteparos laterais e todos os dispositivos eventualmente necessários para tal.

A correia deverá operar sobre roletes de carga e retorno, com rolamentos de dupla vedação. A velocidade de operação das correias não deverá exceder 30 m/min. Os tambores motrizes e de tracionamento deverão apresentar diâmetros adequados e revestidos com materiais antideslizantes. Os eixos deverão ser desmontáveis em relação aos tambores. Todos os rolamentos da correia deverão possuir lubrificação por um dos lados. Deverão ser providos meios que garantam o tensionamento da correia e sua fácil substituição quando necessário, além de sistema de auto-alinhamento e raspadores (ver especificação particular do equipamento e proposta do fabricante). A vida útil esperada para a correia sob condições normais de operação deverá ser indicada. A estrutura suporte do transportador deverá ser resistente e capaz de suportar a correia e polias sem esforços e flambagens indevidas. A borracha da esteira transportadora deverá ser lonada, com espessura mínima de 0,7 cm e resistente à ação da luz solar e das intempéries.

A correia transportadora deverá operar intertravada com o sistema de peneiramento, de modo a evitar acúmulo de material na correia.

5.1.5. Separador de Areia

A areia removida pelo sistema de desarenação será conduzida por canal lateral aos tanques de desarenação, até a câmara de separação de fases, onde a água retirada junto com a areia é separada, retornando ao processo. Esta unidade deverá garantir a retirada de toda a água da mistura. O projeto prevê a utilização de equipamento de separação do tipo rosca sem fim, com diâmetro de 30 cm e extensão aproximada de 3,73 metros. O comprimento da rosca deverá ser estabelecido pelo fabricante de forma a permitir a adequada separação da areia afluyente. O conjunto deverá ter inclinação e velocidades apropriadas, para permitir o desaguamento e o transporte da areia.

O mecanismo de rotação da rosca sem fim deverá se dar por meio de moto-redutor de velocidade. O moto-redutor deverá ser totalmente fechado para serviço ao tempo, e dispor de proteção contra o travamento e sobrecargas através de chave do tipo limi-torque e pino-fusível. Toda a estrutura do separador de areia deverá ser fabricada em perfis de aço carbono, de espessura mínima de 50 mm, revestida com pintura em coltar epóxi de 400 micras.

O acionamento do separador de areia deverá possuir duas formas distintas e não exclusivas de operação: acionamento manual e automático acoplado ao sistema de desarenação.

O acionamento manual será feito através de botoeiras próximas ao equipamento, com indicação de operação local / remoto, e com desligamento de emergência.

O acionamento automático deve ser intertravado com o funcionamento do sistema “air lif” de remoção da areia.

Todos os componentes do separador de areia deverão ser devidamente dimensionados para todos os esforços que possam ocorrer durante a operação. Para a prevenção de que não sejam danificados os mecanismos de limpeza, em função da eventual captura de objetos pesados pelo conjunto, deverá ser prevista uma proteção contra sobrecarga no sistema, interrompendo imediatamente a operação.

5.1.6. Comportas

O tratamento preliminar prevê a utilização de uma série de comportas, conforme projeto e que serão utilizadas para permitir o controle da alimentação dos vários canais existentes.

As comportas deverão ser assentadas em estrutura fabricada em perfis de aço inoxidável tipo U, de seção mínima de 150 x 80 mm e espessura de 5 mm, fixada embutida nas paredes e fundo do canal, de forma a que, quando a comporta se encontrar aberta, não haja ressalto obstruindo o fluxo. O perfil inferior da estrutura das comportas deverá manter o mesmo alinhamento do fundo do canal, sem ressalto ou rebaixo.

As comportas em si serão fabricadas em fibra de vidro, estruturadas com perfis metálicos que darão resistência à peça. A sede das guias para a movimentação da comporta deverá ser de latão e encaixe da comporta em nylon. As comportas deverão, quando abertas, permitir uma seção livre igual à seção do canal e deverão ser dimensionadas para suportar uma pressão de 2,0 mca, sem qualquer deformação ou dificuldade de operação. O acionamento será efetuado através de volante com diâmetro e redutores apropriados para a fácil operação por um único operador, devendo haver indicação do sentido abre e fecha, sendo padrão em todas as comportas.

A movimentação das comportas deverá ser limitada por fins de curso a fim de evitar a deformação ou dano às comportas. O eixo de acionamento e demais peças da comporta deverão ser fabricadas em material resistente a corrosão, devendo haver a possibilidade de lubrificação de todos os mancais e sedes da peça.

5.1.7. Sistema de Remoção de Gorduras

Óleos, graxas e gorduras recolhidos pela ponte rolante serão empurrados até o canal de recolhimento, através da praia de recolhimento situada a montante do canal. O raspador da ponte rolante deverá englobar toda a largura da respectiva caixa de areia e ser dotado de mecanismo que permita sua imersão / emersão, de acordo com o sentido de rolamento da ponte. O conjunto raspador / praia de recebimento deverá ser integrado, de forma a permitir o completo carreamento do material flutuante para a calha de descarga.

5.1.8. Caçambas Recolhedoras de Detritos

As caçambas do tratamento preliminar se destinam a receber os resíduos gerados na unidade, devendo ser equipadas com tampa, alças e reforços estruturais que permitam seu içamento através de caminhão poliguindaste (tipo Brooks). As caçambas deverão ser acompanhadas por plataforma com rodas dotadas de rolamentos, de diâmetro suficiente para permitir livre movimentação manual em piso cimentado, mesmo com carga máxima. A chapa de fundo será dotada de bujão, Ø 25 mm, para eventual dreno da plataforma.

As caçambas serão em chapa metálica com espessura mínima de 3 mm, enrijecidas com cantoneiras soldadas conforme necessário. Deverão possuir volume interno, com tampa fechada, de no mínimo 5 m³ e serem capazes de suportar uma carga de 10 toneladas. As tampas deverão possibilitar sua abertura e fechamento manual, com dispositivo de travamento em posição aberta ou fechada. As caçambas receberão pintura protetora anticorrosiva em coaltar epóxi e duas demãos com espessura de 300 micras cada, sendo aplicada ainda uma demão de pintura adicional, na parte externa da caçamba, que deverá ostentar o símbolo da CESAMA.

5.2. TRATAMENTO PRIMÁRIO

5.2.1. Descrição Geral

Após o tratamento preliminar os efluentes são direcionados para os reatores anaeróbios de fluxo ascendente, com 8 reatores.

O volume útil de cada reator é de aproximadamente 1.443,00 m³, com altura de lâmina d'água de 4,70 metros, executados em estrutura de concreto armado.

A alimentação dos reatores ocorrerá por gravidade, através de um conjunto de caixas de distribuição de vazão (CDV) numeradas de 1 a 5 dispostas na seguinte seqüência: A caixa CDV1 situada na saída do tratamento preliminar divide a vazão em duas partes alimentando quatro reatores (módulos). Da caixa CDV1 o esgoto é encaminhado para as duas caixas CDV2 onde a vazão é subdividida em quatro partes iguais. Por sua vez a CDV2 encaminha a vazão para a caixa CDV3 em

número de 4 unidades. A caixa CDV3 possui dispositivos para dividir a vazão afluyente para outras 4 caixas CDV4. A partir de cada CDV4 a vazão é, finalmente, dividida em duas caixas tipo coroa (CDV5) que farão à distribuição do esgoto no fundo dos reatores. Todo o processo será feito por gravidade e as tubulações foram dimensionadas em conduto forçado.

Os tanques terão seu interior dividido em três compartimentos principais, compostos pela câmara de chegada do afluyente, onde é distribuído o esgoto afluyente e se verifica a formação do manto de lodo, pela câmara de recolhimento do biogás, disposta imediatamente acima da câmara de formação do manto de lodo e finalmente pela câmara de decantação, disposta acima da câmara de recolhimento do biogás, onde se coleta o efluente do tanque.

A estrutura que conforma as três câmaras é o conjunto defletor / coletor de gás do reator. O defletor para coleta dos gases da digestão anaeróbia será executado em lona do tipo vinil PVC com bainha em tiras de alumínio fixada na estrutura de concreto por intermédio de tirantes de alumínio que forma o coletor de gás. O coletor de gás consiste em uma campânula em concreto, suspensa por uma série de pórticos em concreto armado, assentado sobre a estrutura do reator. Cada campânula possui duas visitas para limpeza, de diâmetro 400 mm executadas em chapa de aço inoxidável, estanques contra a perda de gás.

Os reatores contarão ainda com sistemas de coleta de lodo de fundo e a meia altura e da espuma gerada no interior da câmara de coleta de gás.

O biogás formado no interior do reator será coletado e queimado em flare, operado a baixa pressão. Todo o ar existente no interior do reator, sobre as câmaras de decantação será coletado e filtrado antes de liberado para a atmosfera, para evitar a propagação de maus odores.

5.2.2. Alimentação do Reator, Saída do Efluente e Descarte de Lodos

A distribuição do esgoto afluyente nos reatores anaeróbios de fluxo ascendente será efetuada através de 128 tubos de PEAD ou similar de diâmetro 75 mm. Estes tubos, dispostos verticalmente em uma mesma altura, coletam o esgoto afluyente às caixas de distribuição CVD5 e o encaminham para um ponto pré-determinado no fundo do reator. O nivelamento dos vertedores triangulares nas caixas CDV5 promove a divisão eqüitativa da vazão afluyente. Os tubos de alimentação distribuem a vazão

ao longo do fundo do reator, assegurando a distribuição uniforme do afluente.

A coleta de efluente dos tanques será por intermédio de canaleta PRFV fixadas a estrutura de concreto através de furos em concreto moldada no coletor de gás. O acesso do esgoto à canaleta se dará por meio de vertedores triangulares executados em perfil de PRFV, dispostos lateralmente.

O descarte de lodo dos reatores anaeróbios será efetuado de duas formas distintas. A primeira no fundo do reator no sentido transversal onde serão dispostos quatro pontos de descarte cada um deles com dois locais de tomada, o primeiro a 1/3 da largura e o segundo a 2/3 da largura. A segunda maneira será retirada na parte superior do reator (1/4 da altura da lâmina) em cinco pontos ao longo do sentido longitudinal. Em cada ponto terão duas tomadas.

As tubulações de coleta de lodo serão em PRFV de diâmetro 150 mm e o descarte controlado por registro na parte externa do reator encaminhando o lodo descartado de cada reator, individualmente, para o tanque de lodo através de uma tubulação de diâmetro 200 mm em PVC DEFOFO (ver Relação de Materiais indicada no desenho 36/44) .

A espuma e o lodo flotado no interior das câmaras de coleta de gás, por sua vez, são recolhidos através de calhas localizados no centro das câmaras de gás a partir do fechamento da saída do efluente do reator. O descarte é controlado através de um registro independente por reator (módulo). O tubo de saída das calhas de coleta de espuma, de diâmetro 150 mm, interligar-se a uma tubulação única que reunirá a espuma de cada módulo em um único ponto de descarte, esta por sua vez será de diâmetro de 200 mm. O descarte do lodo flotado nos clarificadores se dará através da abertura de comporta em aço inoxidável que libera o líquido da calhas de coleta para a rede de recolhimento de lodo.

Os dois mecanismos de descarte, de lodo e espuma, levam à rede de coleta de lodo dos reatores UASB, constituída de uma rede em PVC DE F°F° ou similar, com diâmetro de 200 mm, que o conduzirá o lodo de todos os reatores para o tanque de lodo.

5.2.3. Sistema de Coleta de Gases

Os gases produzidos nos reatores serão coletados através de tubulação em PRFV, Ø 75 mm, e conduzidos ao sistema de queima de gás. Cada reator será atendido por uma linha de coleta de gás

independente que conduzirá ao conjunto de queima, com a capacidade para 300 m³ /dia cada. Cada conjunto queimador é composto por válvula corta chama, válvula reguladora de pressão (pressão de trabalho entre 0 a 10 cm.c.a) e queimador, protegido por cobertura. Cada linha contará ainda com uma válvula purgadora a ser instalada em seu ponto mais baixo para retirada de umidade.

5.2.4. Sistema de Filtração de Ar

O ar localizado na região interna dos tanques UASB, sobre a câmara dos clarificadores, por se tratar de potencial fonte de maus odores, será coletado e filtrado em biofiltro, de forma a impedir a liberação de gases a atmosfera. Este sistema será composto por uma linha de coleta por reator que serão interligadas duas a duas sendo direcionadas ao sistema de filtração, sendo assim, deverão ser executados dois sistemas de filtração para cada dois reatores (módulos) totalizando, portanto, 4 sistemas. A tubulação de coleta de cada reator deverá ser confeccionada em PVC do tipo Soldável, Vinilfort ou similar, com diâmetros de 1”1/2, 2”, 4”, 5”, 6” e após a união das tubulações de dois reatores esta passará a necessitar de um diâmetro de 200 mm. Ao final da tubulação de interligação de dois reatores deverá ser instalado um exaustor centrífugo industrial, com vazão de 860 m³/hora, em aço inoxidável, que irá conduzir o ar recolhido ao biofiltro.

O sistema de filtração será constituído por tanque escavado no próprio terreno, medindo (5,00 x 6,00) m² na sua parte superior e profundidade de 1,5 metro, preenchido por uma camada de 1 metro de material filtrante. O material filtrante será formado por uma mistura de material orgânico com a seguinte composição: 20 % de pó de xaxim; 20 % de terra vegetal; 30% de composto orgânico e 30% de folhas e gravetos.

O meio filtrante será disposto homogeneamente, sem qualquer tipo de compactação, por sobre uma camada de brita, onde se localiza o sistema de distribuição de ar proveniente do exaustor. A distribuição do no biofiltro será em tubos de PVC, Ø 75 mm, perfurados. Para manter a umidade do meio filtrante será colocado um ponto de água próximo ao filtro, dotado de sistema de aspersão automatizado.

5.3. TRATAMENTO SECUNDÁRIO

5.3.1. Descrição Geral

O tratamento secundário será feito através do processo de lodos ativados. Os tanques de aeração serão em número de dois (sendo um existente), recebendo o efluente dos reatores anaeróbios através da caixa de distribuição – CDA, equipada com comportas de manobra, que permitem o isolamento das unidades, caso necessário.

Segundo o Relatório de Avaliação do Projeto da MKM o segundo tanque só será construído caso a operação da ETE decida por esta necessidade, no entanto a revisão do projeto ora em elaboração está considerando esta possibilidade da execução do segundo tanque de aeração em todos os seus aspectos construtivos e operacionais.

A alimentação de ambos os tanques de lodos ativados será efetuada através de duas novas linhas construídas em PRFV com diâmetro de 600 mm, que partem da caixa CDA, chegando, cada linha, a um dos tanques de lodo ativado. A linha de alimentação do tanque de lodo ativado existente será abandonada, podendo ser desativada e retirada, para aproveitamento em outra obra da CESAMA.

Assim à ampliação da ETE Barbosa Lage prevê o aproveitamento do tanque de lodo ativado existente, sendo prevista a possibilidade da construção de mais uma unidade, com as mesmas dimensões e volume. Ambos os tanques têm volume aproximado de 4.290 m³ e profundidade de 6 metros. Esta profundidade é adequada ao sistema de aeração proposto, maximizando a transferência de oxigênio para a massa líquida. Os tanques foram concebidos em câmara única, de formato retangular, estruturado em concreto armado, operando em regime de mistura completa.

O efluente dos tanques de aeração é coletado do através de uma calha vertedora e será direcionado para os clarificadores, via caixa CDC, onde ocorrerá a sedimentação e separação do lodo ativado em suspensão no meio líquido, para posterior retorno ao tanque de aeração. Os clarificadores deverão garantir a retenção do lodo ativado no tanque com efluente máximo de 20 mg/l de sólidos em suspensão em condições de vazão de projeto.

Os clarificadores serão em número de 2 (um novo e um do projeto existente), possuindo o sistema

flexibilidade para receber o efluente de quaisquer um dos tanques de aeração, através da caixa de distribuição CDC. O clarificador existente tem diâmetro interno de 29 metros e altura na face lateral interna de 3,20 metros. O novo clarificador terá diâmetro interno de 35 metros e altura, na face lateral interna, de 4,10 metros.

A implantação do segundo clarificador pode ser postergada quando a vazão afluyente à ETE atingir 40% da vazão de dimensionamento, em torno de 150 l/s, que é a capacidade do clarificador existente.

A alimentação de ambos os clarificadores a partir dos tanques de aeração ficou prejudicada em função da posição altimétrica de implantação do clarificador existente onde o desnível entre NA's é bastante reduzido (0,75 metro). Justifica-se tal desnível uma vez que o conjunto tanque de aeração/clarificador foi construído como sendo a 1ª etapa de uma ETE dimensionada para $Q_{média} = 290$ l/s e, que para as outras etapas seriam construídos novos conjuntos de tanque de aeração/clarificador independentes entre si.

Desta forma, a alimentação de ambos clarificadores será efetuada através de duas novas linhas, a serem construídas em PRFV, nos diâmetros de 700 e 900 mm, que partem da caixa CDC. A tubulação que interliga os Tanques de Aeração a CDC será de PRFV de diâmetro 900 mm. A caixa CDC foi dimensionada para promover a distribuição da vazão afluyente aos clarificadores, de forma proporcional a seu volume, ou seja, 40% para o Clarificador existente e 60% para o Clarificador a construir. A linha de alimentação do clarificador existente será abandonada no novo projeto, podendo ser desativada e retirada, para aproveitamento em outra obra da CESAMA.

O lodo ativado decantado nos clarificadores será recolhido e encaminhado para a elevatória de recirculação de lodo para retorno aos tanques de aeração. A recirculação de lodo será efetuada através de uma única elevatória EDLA que atenderá ao clarificador existente e ao novo clarificador. A elevatória existente também teve seu aproveitamento prejudicado pelo dimensionamento inicial para 25% da vazão média ($Q_{média} = 290$ l/s) e, ainda, pela produção de lodo no Projeto MKM estar subestimado.

A recirculação do lodo ativado do novo clarificador, a uma taxa de até 0,75 $Q_{média}$, será efetuada por tubulação sob pressão em PVC DE FºFº Ø 600 mm, descarregando o lodo de retorno em uma caixa

de distribuição de lodo (CDL) considerando a possibilidade da construção do segundo tanque de aeração. Esta faixa fará a alimentação, a princípio, do tanque de aeração existente e posteriormente, se for o caso, do segundo tanque de aeração.

O excesso de lodo ativado será encaminhado para os reatores anaeróbios para descarte, regulando-se o volume de acordo com a idade de lodo que o sistema esteja operando. O descarte se dará no regime de 24 horas/dia, com regulagem da vazão de descarte através de vertedor triangular de altura variável, a ser instalado em ambos os tanques de lodos ativados. O lodo descartado no vertedor triangular será encaminhado para a elevatória de descarte de lodo, denominada EDL, que recalca o descarte para a entrada do tratamento preliminar.

5.3.2. Sistema de Aeração

O sistema de aeração proposto pela Engesolo (vide Relatório de Avaliação e Adequação do Projeto Básico existente) utilizar-se-á de um único tanque de aeração.

Não existe pré determinado um valor de vazão ou de carga orgânica afluyente que determinará a utilização de um segundo tanque de aeração. Recomenda-se que seja feito um rigoroso acompanhamento no desempenho da operação da ETE, e, no futuro, tendo por base a operação real da Estação, decidir pela implantação ou não do segundo Tanque de Aeração.

O equipamento de aeração deverá ser capaz em condições operacionais, de suprir uma demanda de oxigênio de 7.680 KgO₂/dia. Quando da implantação do segundo tanque, se for o caso, o sistema deverá ser redimensionado para as novas condições operacionais, quando a demanda de oxigênio passa a ser de 10.206 KgO₂/ dia. A eficiência de oxigenação deverá ser comprovada em teste prático a ser promovido e custeado pelo fabricante.

Para a aeração do tanque de lodo ativado optou-se pela utilização de sistema de aeração por ar difuso utilizando compressores por lóbulo e distribuição do ar por meio de domos difusores em membrana de borracha, alimentados por tubos de PVC fixados no fundo dos tanques de aeração. O equipamento é de concepção simples e robusta, não demandando sofisticação técnica no seu manejo. Para uma boa transferência de oxigênio os tanques de aeração terão 6 m de profundidade.

O sistema de ar difuso apresenta a vantagem de criar uma distribuição uniforme em todo o tanque, favorecendo a movimentação e a condição de mistura da massa líquida. A potência do soprador está diretamente relacionada à vazão de ar necessária para atender a demanda de oxigênio do sistema.

Foram previstos 4 conjuntos sopradores (1 reserva), com capacidade individual de 65 Nm³/min a uma pressão de 1 Bar. Toda a tubulação de adução do ar até o fundo dos tanques deverá ser em aço inoxidável. Os ramais de distribuição terciários, localizados no fundo dos tanques de aeração serão em PVC. Os equipamentos serão abrigados na casa de sopradores, que disporá de sala de comando e controle, um pequeno almoxarifado e sanitários. A casa de sopradores contará ainda com uma ponte rolante com capacidade de 1,5 toneladas, vão de 9,50 metros e percurso de 15 metros para retirada do equipamento, quando necessário.

O sistema de distribuição de ar será composto por uma malha de distribuição em PVC, constituída por descidas em aço inox Ø 200 mm, que alimentam as tubulações de distribuição secundárias equipadas com linhas de PVC Ø 100 mm, dispondo de 33 domos difusores de membrana por linha. Cada conjunto de dezesseis linhas secundárias pode ser isolado por válvula borboleta tipo “wafer”. No total a unidade de aeração disporá de 2.112 domos difusores de membrana (quatro conjuntos de dezesseis linhas com trinta e três domos cada linha).

O sistema de aeração do tanque de lodos ativados existente deverá ser modificado de forma a assumir a mesma configuração do sistema projetado. A modificação inclui a mudança dos sopradores existentes para o prédio da casa de sopradores, onde os mesmos serão integrados ao novo sistema, devendo ser computados na determinação da capacidade adicional requerida para atingir a demanda de 7.680 kgO₂/dia e o número e disposição dos domos difusores deverão ter a configuração do novo projeto.

5.3.3. Sonda de Oxigênio e Demais Instrumentos de Campo

O sistema de aeração deverá contar com monitoramento do nível de oxigênio dissolvido nos tanques de aeração, que possibilite o controle da vazão de ar dos sopradores de forma a manter os níveis de oxigênio dissolvido estabelecido. O nível de OD na massa líquida deverá poder ser regulado para permanecer entre 1 - 2 mg/l ao longo de todo o dia. O monitoramento deverá ser efetuado por uma sonda de oxigênio por reator, do tipo auto-limpante pelo princípio de eletrodos de

medição de potencial de oxidação em milivolts, com envio de sinal digital para um display local e para a central de comando e controle dos sopradores.

O sistema deve permitir a regulagem do nível de OD com precisão de 0,1 mg/l. Cada tanque deverá possuir ainda instrumentação adicional de linha. Toda a instrumentação dos tanques de aeração deverá atender ao descritivo de automação geral da ETE Barbosa Lage.

5.3.4. Ponte Raspadora dos Clarificadores

O novo clarificador deverá contar com ponte rolante, disposta radialmente no tanque, com o objetivo de levar o lodo decantado e flotado às tubulações de descarga de lodo e espuma, respectivamente. Os raspadores deverão possuir forma contínua em espiral logarítmica, com ângulo entre o raspador e o raio constante, em 45°, cobrindo todo o raio do clarificador.

A altura da lâmina raspadora de espuma será de 45 cm em toda sua extensão. A lâmina de fundo terá altura variando de 45 cm em sua ponta externa até 75 cm no centro do clarificador. A ponte raspadora deverá permitir a regulagem da velocidade tangencial, com possibilidade de variação mínima de 3 a 6 cm/s. O raspador de espuma deverá possuir altura submersa de 20 cm e emersa de 20 cm. Os raspadores acompanharão o formato do fundo do tanque, cuja inclinação é de 10%. Os materiais utilizados na execução do equipamento deverão ser conforme ASTM - A36 e os perfis estruturais em contato com o líquido deverão ter espessura mínima de 6 mm.

Todas as partes metálicas do equipamento deverão ser protegidas com galvanização a fogo. Todos os rolamentos e motores deverão ter proteção para funcionamento ao tempo e sob a ação dos agentes corrosivos dos gases dos esgotos. O mecanismo de movimentação deverá prever o ajuste de velocidade angular da ponte.

A estrutura do equipamento deve ser rígida, construída de maneira a não apresentar deformações prejudiciais em decorrência de esforços originados durante o funcionamento. A passarela superior para acesso à ponte deverá ser dotada de piso antiderrapante e guarda corpo conforme normas de segurança.

Todos os rolamentos deverão ser de dupla blindagem e os fins de curso do tipo magnético, sem

partes mecânicas. Os raspadores deverão prever ponteira em metal capaz de resistir à abrasão da areia. O equipamento deverá dispor de proteção contra o travamento do conjunto através de chave do tipo limi-torque e pino-fusível.

O projeto executivo da ponte raspadora, a ser desenvolvido pelo fornecedor, deverá incluir plano de pintura e ser submetido à aprovação em sua concepção e detalhes, pela CESAMA.

O material flotado recolhido pela lâmina superficial da ponte raspadora será encaminhado até a tubulação de descarte de lodo por meio de válvula de descarga acionada durante a passagem da ponte raspadora. A válvula deverá possuir “praia” de no mínimo 1,0 m de largura conectada a uma tubulação Ø 250 mm.

O sistema deverá ser dimensionado para minimizar a perda de água durante a operação de descarga.

5.3.5. Vertedores de Saída

A saída do líquido clarificado deverá ser realizada ao longo de toda a parede externa do clarificador, através de calha de coleta, para a qual verte o efluente do clarificador, através de vertedor com seções de escoamento triangulares executado em lâmina de fibra de vidro ou PEAD.

O vertedor será fixado na calha de concreto armado, ao longo da parede interna do clarificador por meio de parafusos e arruelas em aço inoxidável. A regulagem do nível do vertedor será realizada pela sua movimentação ao longo dos furos em oblongo dos parafusos fixadores.

Para evitar a perda de material flotado no vertedor de saída do clarificador, deverá ser fornecido e instalado um retentor de espuma ao longo de todo o perímetro do clarificador. O retentor de espuma deverá possuir uma altura mínima de 45 cm e ser construído no mesmo material da ponte rolante.

5.3.6. Elevatória de Recirculação de Lodo

O sistema de lodos ativados da ETE Barbosa Lage contará com duas elevatórias de recirculação de lodo, uma existente e uma nova, a ser construída. A nova elevatória terá tanque com volume útil de aproximadamente 88 m³. A nova elevatória será equipada com três bombas submersíveis (sendo 1

bomba reserva), para líquidos de densidade em torno de 1%, incluindo dispositivos para retirada e manutenção, com guindaste em perfis de aço, com talha e trolley de acionamento manual, capaz de suportar até 1.000 kg.

As bombas da nova elevatória de retorno de lodo deverão atender a uma vazão variável de 438,60 m³/h a 1.644 m³/h de lodo, e uma altura manométrica também variável de 5,90 a 6,80 m.c.a. A linha de recalque será em PVC DE FºFº de diâmetro 600 mm que levará o lodo até a CDL - Caixa de Distribuição de Lodo que possibilitará a divisão igualitária ente o Tanque de Aeração existente e o novo, se este vier a ser construído.

As bombas deverão ser comandadas por inversores de frequência, de forma a possibilitar o controle da vazão de retorno de 40 a 150 % da vazão média de descarte de lodo prevista para os clarificadores. **A potência instalada do conjunto moto-bomba será de 30 cv.**

O controle da vazão deverá ser automatizado a partir da razão de recirculação estabelecida para operação da estação. O automatismo desta unidade deverá atender ao descritivo de automação da ETE Barbosa Lage.

5.4. DESIDRATAÇÃO DOS LODOS

5.4.1. Descrição Geral

A produção de lodo na ETE Barbosa Lage, em final de plano, está estimada em cerca de 195 m³/dia, produzindo, após a desidratação, cerca de 22 m³ de torta/dia, com teor de sólidos variando entre 20-25%.

A CESAMA instalou uma centrífuga com capacidade de receber até 12 m³/hora de lodo, não sendo necessária qualquer capacidade adicional em relação ao equipamento existente, motivo pelo qual o mesmo foi totalmente aproveitado no novo projeto.

Desta forma o lodo digerido descartado dos reatores UASB, que inclui o lodo dos reatores UASB e o excesso dos Tanques de Aeração, será encaminhado a um tanque de lodo onde uma nova elevatória de alimentação da desidratação, denominada de EAD, bombeará o lodo para o sistema de

desidratação.

A casa de desidratação terá a sua locação alterada, antes junto ao prédio da administração, para um novo local, independente e próximo ao tanque de lodo (antigo digestor aeróbio).

O prédio será constituído de dois pavimentos onde o pavimento térreo abrigará o sistema automatizado de preparo e dosagem de polímeros e a caçamba para recolhimento da torta de lodo. O 1º pavimento está destinado ao abrigo dos equipamentos (centrífugas e quadros de comando elétrico).

A reavaliação de volume de lodo produzido no sistema de tratamento (reatores UASB e lodos ativados) conduziu os valores mais elevados que os apresentados no projeto da MKM implicando no aumento do número de horas de funcionamento da centrífuga (16 horas por dia).

Mesmo que o número de horas de funcionamento diário da centrífuga não seja excessivo existe o aspecto negativo de se trabalhar apenas com uma centrífuga tendo em vista o risco de paralisação do sistema. Tal aspecto negativo deverá ser solucionado com a utilização dos volumes de tancagem de lodo suficiente para armazenar o lodo de descarte nas ocasiões de paralisação da centrífuga e, mesmo, a implantação de uma nova centrífuga para trabalhar em rodízio / reserva.

5.4.2. Bombas de Alimentação da Desidratação

As bombas da elevatória de alimentação da desidratação serão do tipo rotativas de deslocamento positivo com capacidade de 12 m³/h. O sistema consiste de uma parte rotativa, o rotor, o qual gira excentricamente dentro da parte estacionara, o estator. O rotor é um tipo de parafuso de rosca cilíndrica com passo e altura de filete extremamente grande e com um pequeno diâmetro de centro. O estator tem uma entrada a mais e um passo maior que o rotor. Através destas cavidades criadas entre o estator que avança em um movimento rotativo é, então, obtida uma vazão uniforme livre de pulsação.

O acionamento do conjunto deverá possuir duas formas distintas e não exclusivas de operação: acionamento manual e automático acoplado o medidor de nível no poço de sucção e intertravado ao sistema de comando controlado pelo sistema de desidratação. Para tanto, o sistema deverá dispor de

sistema de medição de nível do poço de sucção por ultra-som, ligando e desligando o conjunto a partir de níveis a serem estabelecidos pela operação, de forma integrada com o sistema de controle da desidratação.

Para o acionamento manual deverá ser prevista próxima ao equipamento, botoeira para operação local/remoto, com desligamento de emergência e dispositivo para acionamento manual.

O conjunto deverá ser acompanhado por medidor eletromagnético de vazão de lodo afluyente, com medição digital e possibilidade de leitura, registro e totalização dos valores medidos. O medidor deverá ser capaz de enviar sinal para microcomputador, para registro das leituras efetuadas, por meio de sinal de 0 a 24 mAmp. Deverá ter sua faixa de medição e precisão especificada pelo fornecedor das centrífugas, para permitir a perfeita operação do sistema.

6. DESCRIÇÃO GERAL DO PROCESSO DE TRATAMENTO

ENGESOLO ENGENHARIA LTDA.

*Rua Alcobaça, 1.210 - Bairro São Francisco - CEP: 31.255-210
Belo Horizonte-MG - Tel.: (31) 2103-4300 - Fax.: (31) 2103-4399
E-mail: engesolo@engesolo.com.br - www.engesolo.com.br*

SA-PR170/05-RE-47-002-B

6. ADMINISTRAÇÃO, OFICINA, VESTIÁRIOS E LABORATÓRIO

Como sugerido no Relatório de “Avaliação e Adequação do Projeto Básico da ETE Barbosa Lage” será aproveitado o prédio existente com as captações para as novas necessidades da ETE Barbosa Lage.

Assim, o novo será constituído das seguintes salas e suas respectivas metragens detalhadas pelo projeto arquitetônico:

- ✓ Refeitório: 25,55 m²;
- ✓ Laboratório: 27,64 m²;
- ✓ Almoxarifado e vidraria: 7,42 m²;
- ✓ Hall: 15,10 m²;
- ✓ Sala de quadros elétricos: 12 m²;
- ✓ Sala de reunião: 12,45 m²;
- ✓ Sala de gerência de manutenção: 8,70 m²;
- ✓ Vestiário masculino: 21,08 m²;
- ✓ Vestiário feminino: 5,89 m²;
- ✓ Oficina eletro-mecânica: 35,80 m²;
- ✓ Oficina, almoxarifado e ferramentaria: 7,20 m²;
- ✓ Sala de Chefia: 11,40 m².

7. URBANIZAÇÃO

ENGESOLO ENGENHARIA LTDA.

*Rua Alcobaça, 1.210 - Bairro São Francisco - CEP: 31.255-210
Belo Horizonte-MG - Tel.: (31) 2103-4300 - Fax.: (31) 2103-4399
E-mail: engesolo@engesolo.com.br - www.engesolo.com.br*

SA-PR170/05-RE-47-002-B

7. URBANIZAÇÃO

A urbanização da ETE Barbosa Lage consistirá da execução de passeios em concreto, vias de circulação em asfalto, meios fios nas vias de circulação e plantio de grama e arbustos ornamentais nas áreas verdes, de modo a possibilitar segurança e condições de circulação para os operadores. Para tanto deverão ser previstos os seguintes serviços:

- ✓ **Gramado:** Toda a área interna da estação deverá ter acabamento com grama batatais plantada em placas. Todo o plantio deverá ser efetuado em terreno preparado e adubado, em profundidade adequada à espécie utilizada;
- ✓ **Pavimentação:** As vias de circulação em volta dos reatores e demais tanques serão executadas em pavimentação asfáltica, com meio fio dos dois lados da pista de rolagem;
- ✓ **Drenagem:** Serão executadas bocas de lobo e canaletas meia-cana de concreto armado para águas pluviais nos diâmetros necessários à perfeita drenagem da ETE, ligando a um sistema que leva as águas coletadas ao Rio Paraibuna. As águas pluviais coletadas serão lançadas através de dissipadores de energia, localizados em local adequado, junto à margem do rio;
- ✓ **Passeios e escadas em concreto:** Todos os elementos da unidade, incluindo caixas, elevatórias e prédios deverão ser circundados por um passeio em concreto de 1 metro de largura. O passeio também deverá ser construído nas principais rotas de acesso às unidades, de forma a evitar a necessidade de passagem na região gramada. Eventuais desníveis que não possam ser transpostos com rampas adequadas deverão receber escadas em concreto. Neste caso as escadas deverão possuir corrimão em um de seus lados;
- ✓ **Rede de água:** A rede de água potável existente será mantida sem necessidade de ampliação;
- ✓ **Rede de água de serviço:** A rede de água de serviço existente será ampliada em sua extensão para atender toda a área da estação atingindo as novas unidades projetadas. O sistema será o mesmo existente com a implantação de torneiras com niple para utilização restrita.

8. Serviços e Observações Complementares

ENGESOLO ENGENHARIA LTDA.

*Rua Alcobaça, 1.210 - Bairro São Francisco - CEP: 31.255-210
Belo Horizonte-MG - Tel.: (31) 2103-4300 - Fax.: (31) 2103-4399
E-mail: engesolo@engesolo.com.br - www.engesolo.com.br*

SA-PR170/05-RE-47-002-B

8. SERVIÇOS E OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES

A conclusão dos serviços de implantação da ETE Barbosa Lage será condicionada à apresentação da documentação referente aos serviços executados, constando de:

✓ **Cadastro da Obra**

Todas as unidades e tubulações implantadas na estação deverão ser cadastradas de acordo com as normas pertinentes, em meio magnético.

✓ **Manuais de Operação e Manutenção de Processo e de Equipamentos**

Todos os equipamentos e unidades implantadas deverão ter seus manuais de operação e manutenção fornecidos ao CESAMA.

✓ **Documentos**

Todos os documentos incluindo catálogos, documentos técnicos relevantes dos fabricantes, certificados de produção, testes, performances dos equipamentos, certificados de compra e termos de garantia específicos deverão ser organizados e entregues formalmente a CESAMA.

✓ **Comissionamento e Recebimento dos Equipamentos**

Todos os equipamentos fornecidos para a ETE Barbosa Lage serão objetos de comissionamento específico. O comissionamento será preferencialmente efetuado no local de operação do equipamento, após sua instalação. Dependendo do equipamento o comissionamento poderá eventualmente ser efetuado pelo fabricante, devendo para tal ser consultado a CESAMA. Todos os painéis elétricos deverão ser inspecionados em fábrica, após terem seu projeto executivo apresentado e aprovado pela CESAMA.

Após a montagem dos equipamentos e sua colocação em funcionamento, a CESAMA fará a inspeção para verificar as condições de sua aceitação. Para fins de aceitação de qualquer equipamento, a CESAMA poderá exigir que o mesmo funcione sem apresentar problemas por um prazo de até trinta dias corridos. Neste período, todos os reparos necessários correrão por conta do contratado. A operação e manutenção de rotina poderão ser efetuadas pela CESAMA, sob a orientação do contratado.

✓ **Garantia dos Equipamentos**

Todos os equipamentos deverão ser garantidos pela contratada contra defeito de fabricação e mau funcionamento, por período de 1 ano, a partir de seu recebimento pela CESAMA, após execução e aprovação do respectivo comissionamento do equipamento.