

CENTRO OPERACIONAL DE DESENVOLVIMENTO E SANEAMENTO DE UBERABA - CODAU

PLANO DE CONTROLE AMBIENTAL (PCA) ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTOS ETE RIO UBERABA

VOLUME III

ABRIL/2006

O presente documento consiste no PCA – Plano de Controle Ambiental da ETE Rio Uberaba, elaborado pela SHS Consultoria e Projetos de Engenharia S/S Ltda., e objeto do contrato nº 044/2004 firmado entre a SHS e o CODAU.

Juntamente com o PCA serão protocolados dois outros estudos complementares, a saber, o Relatório de Impacto Ambiental – RIMA e o Plano de Controle Ambiental – PCA da ETE Rio Uberaba.

Os desenhos do Projeto Básico estão apresentados no Plano de Controle Ambiental – PCA da ETE Rio Uberaba.

- Volume I – Estudos de Impacto Ambiental - EIA
- Volume II – Relatório de Impactos Ambientais - RIMA
- **Volume III – Plano de Controle Ambiental - PCA**

1 – INTRODUÇÃO

A operação da estação de tratamento de esgotos, conforme a configuração apresentada pelo Projeto Básico, é relativamente simples e os problemas que porventura possam ocorrer são de fácil mitigação.

No entanto, são necessários o conhecimento, planos e alternativas que visem alcançar os mínimos impactos destas obras no meio ambiente e na qualidade de vida dos habitantes do entorno. Da mesma forma, a segurança e qualidade de vida dos operadores devem ser preservadas.

Com vistas ao desenvolvimento de um empreendimento que cumpra tais objetivos, apresenta-se este plano de controle ambiental incluindo a consideração da legislação vigente.

2 – APRESENTAÇÃO

Empreendedor:

- Nome do responsável pelo empreendimento: Centro Operacional de Desenvolvimento e saneamento de Uberaba - CODAU
- Razão Social: Centro Operacional de Desenvolvimento e Saneamento de Uberaba - CODAU
- Endereço: Av. da Saudade, 755 Bairro Santa Marta, CEP: 38061-000, Uberaba-MG
- Tel/Fax: (34) 3318-6068 / (34)-3318-6073
- CNPJ: 25.433.004/0001-94
- Nome do técnico, na CODAU, que acompanha o processo de licenciamento: Eng^a. Ana Luíza Bilharinho

Empresa consultora:

- Nome da empresa responsável pela elaboração dos estudos ambientais:
- SHS Consultoria e Projetos de Engenharia S/S Ltda.
- Endereço: Rua Padre Teixeira, 1772
- São Carlos-SP
- CEP: 13.560-210
- Tel / Fax: (16) 3374-1755 / (16) 3374-1758
- CNPJ: 68.320.217/0001-12

- Nome do técnico, na SHS que responde pelo EIA/RIMA da ETE Rio Uberaba: Sheila Holmo Villela

3 - RUÍDOS

Do ponto de vista geral, o controle deve ser feito quando os limites de tolerância são ultrapassados.

1. Na fonte: É o método mais recomendado, quando há viabilidade técnica e econômica. Eis algumas formas de controle:

- na aquisição do equipamento;
- aumentar a velocidade de rotação;
- aumentar a massa dos elementos vibrantes;
- aumentar a rigidez;
- substituição do processo;
- modificação do processo.

2. No pessoal - No pessoal a medida de controle mais recomendável é utilizar-se do equipamento de proteção individual. O equipamento de proteção individual consiste em tampões que podem ser do tipo de inserção ou tipo fone.

Em um sistema de tratamento de esgotos, as principais fontes de geração de ruídos são as bombas das elevatórias e os sopradores dos aeradores. No entanto, tanto a elevatória quanto as estações de tratamento estarão distantes de áreas urbanizadas. Os sopradores serão instalados na “casa dos sopradores”, sendo esta uma construção fechada, impedindo grande parte da propagação dos ruídos aí gerados.

4 - EFLUENTES LÍQUIDOS

4.1 - Efluentes Líquidos Industriais

Por se tratar de uma estação de tratamento de esgotos sanitários, não há resíduo industrial gerado, nem será recebido este tipo de efluente. Eventuais descargas de efluentes industriais na rede coletora deverão ser previamente autorizadas, com a apresentação de documento de anuência prévia do órgão responsável pela operação da ETE, neste caso, o CODAU. Não haverá necessidade de segregação de efluentes por se tratar de esgoto exclusivamente sanitário. A segregação será apenas das águas pluviais, que serão direcionadas ao corpo receptor.

4.2 - Esgoto Sanitário

4.2.1 - Concepção do Sistema de Tratamento

A concepção do método de tratamento foi realizada a partir de estudos de alternativas de concepção, baseados principalmente nos custos do esgoto tratado.

Os esgotos afluentes à ETE Rio Uberaba são essencialmente de origem doméstica e comercial, como citado anteriormente, sendo que não consta contribuição industrial. A Tabela 4.1 apresenta a caracterização do esgoto a ser tratado na ETE. Outras características não foram apresentadas no Projeto Básico, mas serão conhecidas quando da realização do Projeto Executivo. Por se tratar de efluente sanitário, não se torna necessária a realização de ensaios de tratabilidade, uma vez que a elevada presença de matéria orgânica e baixa concentração ou inexistência de produtos tóxicos/inibidores neste tipo de efluente, predispõe à utilização de tratamento biológico sem maiores ressalvas.

Tabela 4.1 - Caracterização dos esgotos a serem tratados

Características	ETE Rio Uberaba
DBO ₅ (mg/L)	304,42
Vazão média (m ³ /h)	1.673,11
Sólidos suspensos totais (mg/L)	221,97
Coliformes fecais (NMP/100mL)	10.000.000,00

Conforme o estudo de alternativas optou-se pela utilização, na ETE Rio Uberaba, de reatores UASB seguidos por lagoas aeradas e facultativas, com sistema de tratamento de lodo. A concepção geral da unidade envolve as seguintes unidades básicas:

- Tratamento preliminar: grades, peneiras e desarenadores;
- Reatores anaeróbios de fluxo ascendente;
- Lagoa aerada de mistura completa;
- Lagoas facultativas aeradas;
- Lagoa de lodo;

- Desidratação mecânica de lodo;
- Administração, laboratório, oficina e galpão de lodo.

Os esgotos coletados na cidade serão dirigidos até a ETE Rio Uberaba por um emissário, chegando até a elevatória de esgotos brutos, que recalcará os mesmos até o tratamento preliminar.

4.2.2 - Projeto Básico

4.2.2.1 - Identificação da empresa responsável pelas medidas de controle propostas

A firma projetista e/ou responsável pelas medidas de controle propostas é a mesma que desenvolveu o projeto básico da ETE .

Razão social: MKM Engenharia Ambiental S/C Ltda

CF/DF: 07.403.337/001-32

CNPJ: 03.242.519/0001-74

Engenheiros Responsáveis:

Klaus Dieter Neder CREA:2810/D DF

Maurício L. Luduvise CREA: 5050/D DF

João Geraldo F. Neto CREA: 10877/D DF

Marcelo Teixeira Pinto CRQ: 12300014 12º região

4.2.2.2 - Caracterização qualitativa e quantitativa dos efluentes

A caracterização dos efluentes está apresentada na Tabela 4.1 deste plano. Os adicionais de vazão decorrentes do tratamento de efluentes gasosos são inexistentes, uma vez que os gases gerados nos reatores UASB serão recolhidos e queimados, e os gases recolhidos nas caixas de passagem entre os reatores e as lagoas aeradas de mistura completa serão destinados a um filtro aterrado.

O adicional de efluente líquido proveniente do tratamento do lodo será recirculado da saída da centrífuga, na ETE Rio Uberaba, para as lagoas. Como este volume é pequeno, comparado ao volume de projeto das lagoas, a adição deste resíduo não incorrerá em problemas operacionais.

4.2.2.3 - Justificativa técnica da alternativa proposta

A concepção de tratamento anaeróbio seguido de aeróbio consiste em uma alternativa bastante difundida, com diversas ETEs em operação por todo o país. Esta concepção alia os baixos custos, às facilidades operacionais e baixa produção de sólidos às condições climáticas favoráveis no Brasil, como altas temperaturas. A necessidade de pós-tratamento dos efluentes aeróbios é, no entanto, uma realidade a ser considerada, visando adequar o efluente à legislação brasileira.

As alternativas propostas no estudo de concepções sugerem o emprego de reator UASB seguido por Lagoa Aerada ou reator UASB seguido por Biofiltro Aerado. Estas alternativas têm sido amplamente empregadas em diversas ETEs, apresentando elevada eficiência e relativo baixo custo, conforme estudos desenvolvidos em diferentes universidades e companhias de saneamento com patrocínio do governo federal por intermédio da FINEP – Financiadora e Estudos de Projetos.

Apesar de ser uma tecnologia consolidada na Europa, o tratamento de esgotos por biofiltro aerado ainda se encontra em fase de desenvolvimento no Brasil, não havendo nenhuma estação de tratamento de esgotos do porte da futura ETE Rio Uberaba em operação no país. A utilização de lagoas aeradas de mistura completa no tratamento de efluentes domésticos, por sua vez, vem se destacando como uma das principais alternativas de tratamento, com várias ETEs em operação atualmente. Considerando a equivalência operacional entre os processos acima citados, a reduzida diferença entre os custos de implantação/operação das alternativas – dentro da margem de erro do estudo - a disponibilidade de área e a experiência existente no país na construção e operação de lagoas aeradas, optou-se por contemplar o processo de UASB seguido por Lagoa Aerada como a alternativa de tratamento a ser adotado na futura ETE Rio Uberaba.

A evolução do conceito dos processos de lagoa de estabilização, principalmente em regiões com reduzida disponibilidade de área, e dos sistemas de tratamento anaeróbio com reatores de fluxo ascendente resultou na concepção de processo que reúne o reator UASB com a tecnologia de lagoas aeradas em série, com taxas de aeração decrescentes.

Quando a disponibilidade de área é pequena para implantar o processo de lagoas convencionais, é preciso reduzir a área de construção da lagoa. Nesta condição, a capacidade de geração de oxigênio pelo processo de fotossíntese não é

mais suficiente para estabilizar toda a matéria orgânica afluente. Assim, a alternativa existente é fornecer oxigênio ao meio líquido através de aeração mecanizada.

Nas lagoas aeradas, o mecanismo de tratamento é completamente diferente dos sistemas convencionais de lagoas, com as algas tendo um papel secundário no fornecimento de oxigênio, que é fornecido basicamente por aeradores de superfície ou por sopradores de ar comprimido. Neste processo ocorre uma suspensão de bactérias heterotróficas, semelhantes à encontrada no processo de lodo ativado, que metabolizam o material orgânico, chegando até mesmo a nitrificar a amônia. Essas bactérias formam flocos que tendem a sedimentar se não forem mantidos em suspensão pela turbulência induzida pela aeração mecânica. Dessa maneira, torna-se necessária, na saída do efluente das lagoas aeradas, a utilização de decantador ou de uma lagoa de decantação para separar a massa bacteriana do efluente tratado.

Entretanto, uma configuração otimizada do processo de lagoas aeradas vem sendo utilizada com sucesso e compreende a utilização de uma lagoa aerada de mistura completa com tempo de retenção de 3 dias, seguida de 4 lagoas aeradas facultativas em série, com taxas de aeração decrescentes e tempo de retenção de 1 dia cada. Esta configuração otimiza a demanda energética, evita a construção de decantadores ou lagoas de decantação e permite uma maior estabilidade e eficiência do processo. O lodo é digerido nas próprias lagoas, evitando a existência de tanques separados para este processo.

Duas unidades localizadas em Brasília – DF encontram-se em operação desde 1999, obtendo excelentes desempenhos.

4.2.2.4 - Estudos de localização

As áreas destinadas para implantação da ETE Rio Uberaba e ETE Conquistinha já haviam sido previamente disponibilizadas pelo CODAU, sendo que, a princípio, estudava-se a alternativa de implantarem-se três ETEs. No entanto, os esgotos a serem tratados pela terceira ETE (ETE Água Santa) foram unificados na ETE Rio Uberaba, pois houve problemas na desapropriação da área pré-estipulada para instalação da terceira ETE. Outras alternativas foram, no entanto, estudadas, comprovando a inviabilidade econômica de conduzir os esgotos até a estação anteriormente considerada (ETE Água Santa), seja pelo valor da construção de emissários, seja pela implantação de elevatórias. Posteriormente, decidiu-se mudar a localização da ETE Conquistinha, pelo mesmo motivo, uma vez que a construção dos

dois emissários tornaria a obra demasiado onerosa. Até o momento, o que ficou firmado foi que novos estudos de localização serão realizados, de modo a aproximar a ETE dos emissários já existentes. Portanto, num primeiro momento, será licenciada a ETE Rio Uberaba e numa segunda etapa, a ETE Conquistinha.

4.2.2.5 - Memorial de cálculo

O memorial de cálculo elaborado pela empresa projetista encontra-se no Anexo I deste PCA. As plantas correspondentes encontram-se no Anexo II (plantas 01, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 11, 16, 20, 21, 23, 24, 25, 33, 36).

- **Descrição dos elementos do projeto**

Os estudos de pré-dimensionamento das alternativas de tratamento da ETE Rio Uberaba indicaram o processo de tratamento que emprega a combinação de reatores anaeróbios e uma série de lagoas aeradas como sendo o mais viável sob o ponto de vista técnico e econômico, sendo assim, empregado para o detalhamento do projeto básico das unidades de tratamento de Uberaba. Esta modalidade de processo de tratamento alia a robustez de desempenho das lagoas de estabilização à maior qualidade de efluente obtida mediante o emprego de sistemas aeróbios baseados em biomassa predominantemente heterotrófica, limitando assim a presença de algas no efluente.

O projeto foi desenvolvido visando abranger um horizonte de 25 anos, de modo a atender a uma população de final de plano correspondente a 335.086 habitantes pelas ETEs Rio Uberaba e Conquistinha. Com esta proposta, o município de Uberaba alcançará 100% do esgoto sanitário tratado.

A ETE Rio Uberaba, a ser construída nesta primeira etapa, conforme definido nos estudos do CODAU, será localizada em uma área próxima ao limite oeste inferior da cidade, recebendo os esgotos provenientes da área urbana localizada dentro da bacia de esgotamento do Rio Uberaba. Os esgotos coletados serão levados à estação de tratamento através do emissário de esgotos brutos do Córrego das Lajes, que receberão os efluentes dos interceptores localizados nesta bacia. A população futura a ser atendida pela estação é de 254.665 habitantes. Para esta população a vazão total média afluente prevista é de 465 L/s e vazão máxima de 745 L/s, implicando em uma carga orgânica diária de 12.224 kg/ DBO₅ dia.

O ponto de lançamento dos esgotos tratados provenientes desta parte da localidade é o próprio Rio Uberaba, em local situado a jusante da captação do CODAU, junto à área escolhida para a construção da ETE. O efluente da estação deverá ser lançado com concentração máxima de 20 mg/L de DBO₅, caracterizando um tratamento de nível secundário, de acordo com a avaliação do impacto do lançamento dos esgotos tratados, no corpo receptor.

A seguir serão apresentadas as características técnicas e descrição dos elementos do projeto.

- **Tratamento Preliminar**

O tratamento preliminar se inicia na entrada dos esgotos na estação, através de um canal de concreto onde estão dispostos os equipamentos de gradeamento, desarenação, retirada de gorduras e medição de vazão. O canal de tratamento preliminar é equipado inicialmente com uma grade grossa com abertura entre as barras de 10 cm e limpeza manual, destinada a remover os detritos grosseiros que chegam à estação e proteger os equipamentos subseqüentes existentes na ETE. Os detritos retirados na grade grossa devem ser transportados manualmente à caçamba de detritos. Após a grade grossa, o canal se divide em dois, podendo cada canal ser isolado através da operação de comportas de acionamento manual. Cada canal dispõe de um peneiramento mecânico, com abertura de 3 mm e limpeza mecanizada. Tal equipamento terá um dispositivo controlador da frequência de limpeza da grade, de forma que seu funcionamento ocorra automaticamente, por temporizador ou perda de carga na peneira. Os detritos retirados das peneiras são encaminhados a uma caçamba por meio de um sistema de correia transportadora côncava.

Na saída das peneiras mecanizadas, cada canal está ligado a um desarenador aerado, o qual é responsável pela separação da areia e da gordura contida nos esgotos afluentes. Cada desarenador foi projetado para receber a vazão máxima afluente.

A areia sedimentada no fundo do desarenador será removida através de um sistema de arraste hidráulico, provocado pela injeção de ar na tubulação de sucção de areia, em um processo denominado de sistema "Air Lift". O sistema de "Air Lift" será montado em cima de uma ponte rolante, que vai percorrer toda a extensão do desarenador removendo a areia depositada em todo o fundo dos tanques. A areia

removida, na forma de mistura de água/areia, é lançada em um canal lateral à caixa de areia que leva ao separador/lavador de areia.

Este equipamento é constituído de uma rosca sem fim, que retira a areia do fundo da estrutura de recebimento da descarga dos canais e encaminha a mesma até seu lançamento em uma caçamba de detritos. Neste caminho a areia é separada da água, sendo lançada na caçamba sem qualquer água em excesso.

Na caixa de areia aerada, os óleos, graxas e gorduras presentes nos esgotos são separados da massa líquida através de sua aderência às bolhas de ar introduzidas pelo sistema de aeração, sendo levadas à superfície e formando uma camada de material flotante. Este material é removido pelo raspador de espuma da ponte rolante e encaminhado a uma calha de coleta, de onde é bombeado para as caçambas de detritos, que serão encaminhados para aterro sanitário. Os equipamentos serão interligados e intertravados eletricamente. Esta caixa de areia aerada alcança níveis satisfatórios de remoção de areia e óleos e graxas nas estações em que se encontra instalada. Para atingir estes objetivos, deverá ser devidamente operada, visando evitar qualquer problema de bypass de óleos e graxas que possa prejudicar o funcionamento das demais unidades do sistema, principalmente dos reatores UASB. Para minimizar possíveis problemas, no projeto executivo constará o manual de manutenção e operação detalhado da caixa de areia.

Após a desarenação, os dois canais serão unidos novamente e será instalada uma calha parshall em fibra de vidro, para a medição da vazão afluente, equipada com sensor de nível tipo ultra-som, para seu cálculo, registro e totalização. Os esgotos, após passar pela calha Parshall, serão encaminhados para os reatores anaeróbios.

Toda a área será margeada por calçamento em concreto e as pistas de circulação terão superfície pavimentada em asfalto, conforme planta de urbanismo da ETE. As áreas vizinhas receberão gramado e tratamento paisagístico.

- **Detalhes dos equipamentos**

Guarda corpo. Serão em perfis de fibra de vidro, com altura de 90 cm, constituído de duas barras horizontais e uma barra vertical a cada 2 m. Sua base deverá ser fixada ao piso por chumbadores do tipo “Parabolt”, em aço inoxidável, de forma a resistir adequadamente aos esforços previstos, sem permitir a deformação excessiva do conjunto. O guarda corpo será pintado em cor amarelo ouro, com esmaltes sintéticos, aplicados sobre primer para garantir a aderência da tinta sobre a

superfície de fibra. Os guarda-corpos serão instalados junto a todas as passarelas e locais onde existir circulação de pessoas, com desníveis laterais superiores a 50 cm.

Grade grossa de limpeza manual. Será fabricada em perfis de aço inoxidável, de seção de 5 x 50 mm e abertura entre barras de 100 mm, medindo cerca de 2,00 x 1,30 m, devendo adaptar-se ao canal projetado. A grade deverá ser basculável, devendo ser previstas duas alças para a fixação da corrente de içamento em aço inoxidável. A posição da grade no canal deverá ser garantida através de uma sede chumbada nas paredes do canal, executada através de cantoneira de aço inoxidável, em toda extensão de apoio da grade. No fundo do canal a grade deverá ser simplesmente apoiada sobre o concreto, sem qualquer ressalto em sua superfície. A grade deverá ser removível, bastando para tanto seu total içamento através da talha. Deverão ser inclusos no fornecimento dois rastelos metálicos com cabo em aço galvanizado para a limpeza da grade.

Comportas de fibra de vidro e acionamento manual. 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 fique nenhum ressalto obstruindo o fluxo. O perfil inferior da estrutura das comportas, junto ao fundo do canal, deverá manter o mesmo alinhamento do fundo do canal, sem nenhum 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 1, 5 m.c.a., sem qualquer deformação ou dificuldade de operação. O acionamento deverá ser 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, padrão em todas comportas. O eixo de acionamento e demais peças da comporta deverão ser fabricadas em material resistente à corrosão, devendo haver a possibilidade de lubrificação de todos os mancais e sedes da peça.

Peneiramento mecânico. O sistema será constituído de 2 peneiras mecânicas, a serem instaladas a jusante do gradeamento grosseiro e a montante dos desarenadores, em 2 canais paralelos. Cada peneira, do tipo escada, deverá comportar a vazão máxima de projeto. As peneiras mecânicas consistirão de

conjuntos de barras verticais inclinadas, com formato de Serra a montante, afastadas entre si de 3 mm. As barras devem ser, de forma alternada, uma fixa e outra móvel, e promover através de seu movimento o deslocamento do material gradeado para a esteira transportadora. A profundidade da seção das barras deverá ser adequadamente estabelecida, em função dos esforços incidentes. A limpeza é feita pelo movimento dos conjuntos de barras móveis, acionados de maneira intermitente, seja pela atuação de um timer controlador, com tempos ajustáveis entre limpezas, ou pela perda de carga na grade. As barras e estruturas deverão ser fabricadas em material resistente à corrosão. Sugere-se que as barras sejam em chapa de PEAD e a estrutura em aço inoxidável. A grade deverá ser assentada no canal com as dimensões de largura útil de 1,50 m e altura da lâmina d'água de 1,45 m. As peneiras deverão ser rigidamente encaixadas no fundo e paredes laterais, devendo a sua extremidade superior ultrapassar a borda das paredes do canal, de uma altura tal, que permita a descarga do material gradeado, através de uma calha, até a correia transportadora. O mecanismo de limpeza deverá ser acionado por meio de moto-reductor de velocidade. O moto-reductor deverá ser totalmente fechado para serviço ao tempo, e dispor de proteção contra o travamento do rasteio através de chave do tipo limi-torque e pino-fusível. O equipamento deverá ser fornecido com painel de força e comando, sendo 380 V, 60 Hz para força e 220 V, 60 Hz para comando, contendo demarrador para o motor de acionamento, se for o caso e fusíveis de proteção, contator tripolar e relés de sobrecarga, de falta de fase e de máxima e mínima tensões, adequadamente dimensionados com envio de sinal (ligado, desligado e defeito) e previsão de acionamento pelo CLP do CCM que alimenta este painel de força. Deverá ser prevista, próxima ao equipamento, botoeira para operação local/remoto e dispositivo para acionamento manual. 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 a prevenção de que não sejam danificados os mecanismos de limpeza, em função da eventual captura de objetos pesados na grade, deverá ser prevista uma proteção contra sobrecarga no sistema, interrompendo imediatamente a operação, devendo ainda ter um dispositivo tipo embreagem para proteção contra travamento acidental. A peneira deve estar preparada para permanecer ao tempo, exposta às intempéries e à radiação solar. O acionamento do mecanismo de limpeza deverá possuir três formas distintas e não exclusivas de operação: acionamento manual, automático através da limitação da perda de carga na grade e automático através de um dispositivo de tempo. O segundo

processo deverá prever uma medição do desnível entre os níveis de água a montante e a jusante da grade, através de ultra-som, e o acionamento do motor da peneira sempre que o desnível atingir 150 mm. O terceiro mecanismo será constituído por um “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 também possuir a flexibilidade de variação, entre 0 e 30 minutos. Deverá ser prevista, próxima ao equipamento, botoeira para operação local/remoto, com desligamento de emergência e dispositivo para acionamento manual.

Garantia de Funcionamento - O projeto executivo do conjunto canal-peneira, a ser desenvolvido pelo fabricante do equipamento, deverá garantir a remoção das partículas de diâmetro superior a 3 mm presentes nos esgotos afluentes, na condição de vazão máxima de projeto, com um canal fora de carga.

Esteira Transportadora. O material gradeado, retido nas peneiras, será depositado em uma correia transportadora, situada, em seu trecho inicial, em cota inferior ao ponto de descarga das peneiras, recebendo o material peneirado e, em seu trecho final, transportando o material recolhido até a caçamba para material peneirado. O volume de transporte a ser considerado deverá levar em conta a intermitência de descarga do material peneirado na correia transportadora, devendo a mesma estar intertravada eletricamente com o acionamento do sistema de limpeza. A correia transportadora deverá apresentar uma largura mínima de 500 mm, suficiente para permitir a descarga livre lateral das grades sem quaisquer derramamentos ou “jumping” do material retirado, podendo ser utilizado anteparos laterais no local do descarregamento das grades e todos os dispositivos eventualmente necessários para tal, além de apresentar uma concavidade adequada para prevenir o derramamento da água pelas suas laterais antes de atingir a caçamba. A correia deve estar preparada para permanecer ao tempo, exposta às intempéries e à radiação solar. A correia deverá ser horizontal no seu trecho inicial, sobre os canais das peneiras, e possuir a necessária inclinação no trecho de transporte até o ponto de lançamento na caçamba, inclinação que não deverá ultrapassar 15°. A lona de borracha da correia deverá ser adequadamente especificada, devendo ser reforçada e contínua, do tipo correia sem fim. A correia deverá operar sobre roletes de carga e retorno, dotados de rolamentos de dupla vedação. A velocidade de operação da correia não deverá exceder 25 m/min. Os tambores motrizes e de tracionamento deverão apresentar diâmetros adequados.

Todos os rolamentos do transportador deverão possuir lubrificação por um dos lados. Os eixos devem ser desmontáveis em relação aos tambores, e estes deverão ser revestidos com materiais anti-deslizantes. A esteira deverá ser provida de meios que garantam o tensionamento da correia e sua fácil substituição, quando necessário, além de sistema de auto-alinhamento e raspadores. A vida útil esperada para a correia sob condições normais de operação deverá ser indicada. A esteira transportadora deverá atender às seguintes condições: Comprimento 6,05 m, Largura útil 0,50 m. Velocidade mínima 20 m/min. A estrutura suporte do transportador deverá ser resistente e capaz de suportar a correia e polias sem esforços e flambagens indevidas. No trecho inicial do transportador, sobre os canais das grades, a infra-estrutura deverá ser constituída de perfis U ou equivalentes, de maneira a minimizar a profundidade total da unidade. Toda a estrutura deverá ser em aço inoxidável. O painel de controle deverá permitir os acionamentos automático (intertravado à peneira) ou manual. Deverá ser previsto, próximo ao equipamento, botoeira para operação local/remoto, com desligamento de emergência e dispositivo para acionamento manual. Para o funcionamento das correias deverá ser usado motor elétrico trifásico, com no mínimo 3 hp de potência, 60 Hz, equipado com redutor tipo coroa e sem fim acoplado. Todo sistema deverá ser fabricado para operar ao tempo. O equipamento deverá ser fornecido com painel de força e comando, sendo 380 V, 60 Hz para força e 220 V, 60 Hz para comando, contendo demarrador para o motor de acionamento, se for o caso e fusíveis de proteção, contator tripolar e relés de sobrecarga, de falta de fase e de máxima e mínima tensões.

Caixa de Areia - Sistema de Aeração. Conforme projeto, para a aeração da caixa de areia serão empregados dois compressores de lóbulos (1+1) que descarregam diretamente na linha de alimentação dos bicos de aeração, dentro da caixa de areia. O sistema deverá promover, com um compressor em funcionamento, a injeção de 7 NM³/min de ar em cada uma das caixas de areia, a uma pressão mínima de 0,3 Bar, podendo trabalhar com cada uma isoladamente ou de forma simultânea. Os compressores serão instalados em abrigo de alvenaria, onde se localizará o CCM principal de todos os equipamentos existentes no desarenador. O sistema deverá possuir 12 pontos de injeção de ar em cada canal da caixa de areia, que descarregarão a uma profundidade de 2 m, junto à parede central do desarenador. As tubulações principal e secundárias de distribuição de ar deverão ser de aço inoxidável. O equipamento deverá ser fornecido com painel de força e comando, sendo 380 V, 60 Hz para força e 220 V, 60 Hz para comando, contendo demarrador para o motor de

acionamento, se for o caso e de fusíveis de proteção, contator tripolar e relés de sobrecarga, de falta de fase e de máxima e mínima tensões, adequadamente dimensionados. O painel de controle deverá permitir os acionamentos automático e manual. Deverá ser previsto, próximo ao equipamento, botoeira para operação local/remoto, com desligamento de emergência e dispositivo para acionamento manual.

Caixa de Areia - Sistema de remoção de areia. Após ser submetido ao sistema de peneiramento a montante, os esgotos serão encaminhados aos desarenadores, onde a areia será separada do esgoto gradeado, por gravidade. O desarenador será do tipo aerado, longitudinal e o recolhimento da areia será realizado por um sistema de sucção, com campo de ação em toda a extensão do canal, que encaminhará a areia misturada com os esgotos para um canal que leva a um tanque dotado de separador tipo rosca sem fim, que vai descarregar na caçamba de recolhimento. Cada desarenador foi projetado para receber a vazão máxima afluente. O equipamento de sucção de areia deverá ser constituído de um tubo, de diâmetro mínimo de 100 mm, dotado de um sistema tipo “Air Lift”, especialmente projetado para succionar líquidos com grandes concentrações de areia. O tubo de sucção deverá descarregar em um canal lateral à caixa de areia, que leva ao lavador/transportador tipo rosca sem fim. O ar necessário ao sistema de remoção de areia deverá ser gerado por dois compressores (1+1), com vazão e pressão adequada ao funcionamento do sistema. Cada compressor deverá possibilitar o atendimento de ambos canais do desarenador. Todo o conjunto deverá ser montado em uma ponte rolante, que roda sobre trilhos, onde estarão apoiados os compressores de ar e conjunto propulsor da ponte. O deslocamento desta plataforma será realizado por intermédio de motor elétrico com proteção para funcionar ao tempo. Cada um dos dois canais poderá ser succionado de forma independente ou concomitante, de acordo com a necessidade operacional. O motor elétrico, dotado de redutor de velocidade, deverá imprimir à ponte rolante uma velocidade da ordem de 2 cm/seg. A ponte rolante deverá ser em aço galvanizado. A superfície de trabalho deverá ter proteção antiderrapante e ser suficientemente grande para possibilitar a colocação dos compressores e do conjunto motriz e permitir ainda as intervenções de manutenção e operação dos equipamentos. Deverá ser provida de guarda-corpos em ambos os lados, com fácil acesso para operação e manutenção. A plataforma deverá ainda dispor de raspador de espuma, para direcionar, através do movimento da ponte, a espuma flotada para a calha de coleta. O equipamento deverá ser fornecido com

painel de força e comando, sendo 380 V, 60 Hz para força e 220 V, 60 Hz para comando, contendo demarrador para o motor de acionamento, se for o caso e de fusíveis de proteção, contator tripolar e relés de sobrecarga, de falta de fase e de máxima e mínima tensões, adequadamente dimensionados. O painel de controle deverá permitir os acionamentos automático e manual. Deverá ser prevista, próxima ao equipamento, botoeira para operação local/remoto e dispositivo para acionamento manual.

Garantia de Funcionamento - O projeto executivo do conjunto caixa de areia-sistema removedor de areia, a ser desenvolvido pelo fabricante do equipamento, deverá garantir a remoção das partículas de diâmetro superior a 0,1 mm presentes nos esgotos afluentes, na condição de vazão máxima de projeto, com uma caixa de areia fora de carga.

Parafuso Transportador - Lavador de areia. Após a sucção da areia a mesma será conduzida por um canal a um equipamento para lavagem e transporte de areia, que irá lançá-la em uma caçamba de detritos. Este equipamento será constituído por uma rosca sem fim, com aproximadamente 4,80 m de comprimento e 0,30 m de diâmetro, que com sua movimentação retira a areia do fundo do tanque elevando-a até o ponto de descarga na caçamba. Neste tanque é previsto um vertedor lateral responsável pela coleta do excesso de água e matéria orgânica separada no processo, e posterior retorno do fluxo aos reatores anaeróbios, através de tubulação. O material de construção da rosca deverá ser em aço inoxidável. O mecanismo de acionamento deverá ser adequado ao esforço requerido, devendo ser dotado de moto redutor para regular a velocidade de rotação da rosca. Os mancais deverão ser de construção robusta, devendo possuir ponto de lubrificação contínua. O equipamento deverá ser balanceado para operação suave. A estrutura deve ser rígida, construída de maneira a não apresentar deformações prejudiciais em decorrência de esforços originados durante o funcionamento. Os mancais do parafuso deverão ser dimensionados para as condições do meio, prevendo-se o transporte de detritos de grande densidade, alta abrasão e meio agressivo. Todos rolamentos deverão ser de dupla blindagem com meios para lubrificação periódica. Todos fins de curso deverão ser do tipo magnético, sem partes mecânicas. Os raspadores deverão prever ponteira de metal duro para resistir a 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 painel de controle deverá permitir os acionamentos automático e manual.

Deverá ser prevista, próxima ao equipamento, botoeira para operação local/remoto e dispositivo para acionamento manual.

Conjunto de remoção de graxas e gorduras. O material flotado na caixa de areia será encaminhado para a calha de coleta através do raspador de espuma instalado na ponte rolante. A espuma, após ser descarregada na calha de coleta, segue por gravidade para um pequeno poço de sucção, onde serão instaladas duas bombas de deslocamento positivo que vão recalcar o material recolhido para as caçambas de detritos do classificador de areia. Estas bombas, com vazão de 0,5 l/s e pressão de 5 mca deverão funcionar automaticamente em função do nível na caixa de gordura, controlado por sistema de ultra-som. O material de construção do êmbolo das bombas de deslocamento positivo deverá ser em aço inoxidável. O mecanismo de acionamento deverá ser adequado ao esforço requerido, devendo ser dotado de moto redutor para regular a velocidade de rotação da bomba. Os mancais deverão ser de construção robusta, devendo possuir ponto para lubrificação. O equipamento deverá dispor de proteção contra o travamento do conjunto através de chave do tipo limitorque e pino-fusível. O painel de controle deverá permitir os acionamentos automático e manual. Deverá ser prevista, próxima ao equipamento, botoeira para operação local/remoto e dispositivo para acionamento manual.

Caçambas de recolhimento de areia e detritos. Os resíduos provenientes da limpeza das grades de retenção de sólidos e dos desarenadores deverão ser acondicionados em caçambas apropriadas para o armazenamento e transporte deste material. As caçambas deverão ser executadas em chapa metálica de espessura mínima de 3 mm, enrijecidas com cantoneiras soldadas conforme necessário. Deverão possuir tampa de acionamento manual, com dispositivo de travamento da mesma em posição aberta ou fechada. Estas caçambas deverão possuir volume interno, com tampa fechada, de no mínimo 5 m³ e serem capazes de suportar uma carga de 8,0 toneladas. As caçambas deverão ser entregues pintadas com pintura protetora anti-corrosiva coaltar epoxi, executada conforme as especificações padrão de pintura. Deverão ser previstas duas demãos com espessura de 400 micra cada, sendo aplicada ainda uma demão de pintura adicional, na parte externa da caçamba, em esmalte, na cor azul CODAU. As caçambas deverão ser assentadas em base dotadas de rodas com rolamentos passíveis de lubrificação, de diâmetro suficiente para permitir livre movimentação em piso cimentado, mesmo com carga totalmente

preenchida. As caçambas deverão ser entregues com alças e reforços estruturais que permitam seu içamento através de caminhão poliguindaste. (tipo Brooks).

Calha Parshall em fibra de vidro. Deverá ser fornecida pré-moldada nas dimensões padronizadas para garganta de 2 pés. A chapa deverá possuir espessura mínima de 5 mm, com todos elementos para garantir a rigidez e resistência necessária ao seu transporte e instalação. Na face externa a peça deverá ser corrugada e com garras em toda sua extensão de forma a permitir a perfeita aderência e fixação no berço de concreto onde a mesma será instalada, com o uso de “grout” auto-nivelante. O fundo, na sua face externa, deverá possuir ligeira inclinação de forma a evitar a presença de bolhas de ar durante o grouteamento. O item contempla o fornecimento e instalação da calha, incluindo o ‘grout’ para sua fixação. O canal de concreto deverá ser conformado para garantir o perfeito encaixe e funcionamento da calha, incluindo a região de montante e jusante da mesma.

Medidor de vazão por ultra-som. Associado à calha Parshall, deverá ser fornecido e instalado um medidor de vazão, que mede o nível na calha por sistema de ultra-som, sem qualquer peça em contato com o esgoto. O medidor deve ter funcionamento digital, com registro da vazão instantânea, totalização do volume afluente, determinação da vazão média no período, sendo programável para as funções desejadas. Deverá ser capaz de enviar informações para microcomputador, através de sinal de 0 a 24 mAmp.

- **Reatores Anaeróbios**

Depois de ter passado pelo tratamento preliminar, o esgoto é direcionado para os reatores anaeróbios. Estes se constituirão de 6 tanques moldados no próprio terreno, revestidos de uma camada de concreto de 5 a 6 centímetros de espessura e consumo mínimo de 400 Kg cimento/m³ e argamassa armada, com peso específico mínimo de 1kg/m².

Os reatores deverão ser constituídos através de escavações conformadas de acordo com a geometria final do tanque. Eventual necessidade de enchimento por escavação em excesso, deverá ser regularizada com solo cimento. Os aterros que se fizerem necessários deverão ser rigorosamente compactados, com 100% do Proctor normal. As bordas do tanque deverão receber passeio de 1 m de largura, guarda corpo e meio fio. Este tipo de configuração minimiza custos advindos da utilização de

concreto, o que tornaria a implantação onerosa, ao mesmo tempo em que impede contaminação de lençol, por ser recoberto com tela PEAD.

Os tanques foram projetados para um tempo de retenção de 10 horas na vazão média, com um volume individual total de 2.765 m³. Este tempo de detenção hidráulico adotado garante a amortização de possíveis variações de vazão. Desta forma, fica garantida a operação adequada da estação mesmo sob condições críticas do afluente, evitando-se problemas de sobrecarga hidráulica. A alimentação dos tanques será feita através de uma caixa de distribuição e utilizando 21 tubos de 200 mm, que levarão os esgotos até o fundo do reator. As pontas destes tubos terão redução de 200 x 150 mm e 150 x 100 mm. A aplicação dos esgotos no fundo do tanque, de forma a proporcionar uma boa mistura dos esgotos afluentes com a manta de lodo existente, será efetuada através da furação dos tubos de distribuição. Serão adotados furos de 4 cm de diâmetro, afastados entre si de 0,70 m, em ambos os lados da tubulação e em toda sua extensão. Internamente, os tanques terão um defletor para coleta dos gases da digestão anaeróbia, que servirá também como limitador da área de decantação. Estes defletores serão executados com o emprego de telhas de alumínio trapezoidais, de espessura de 1 mm. A estrutura de sustentação das telhas será constituída da estrutura principal em concreto e terças em madeira de lei. As telhas deverão ser fixadas utilizando acessórios de alumínio, na mesma linha do fabricante das telhas, recebendo também na sua junção com a estrutura de concreto, acabamento de vedação utilizando fita apropriada, da linha do fabricante das telhas. As telhas defletoras de gás conduzirão o gás formado até uma câmara central superior, executada em concreto armado, que tem a função de coletar os gases e conduzi-los até a tubulação que leva aos queimadores de gás.

A saída do efluente em direção às lagoas aeradas será feita através de 6 tubos de PVC de diâmetro de 250 mm, afogados e perfurados em sua face superior com furos de diâmetro de 2,5 cm, espaçados entre si em 30 cm. Esses efluentes serão recolhidos em uma caixa de coleta, dotada de vertedores nivelados, para equalizar a vazão dos tubos de coleta, que os conduzirá, por tubulação, até as lagoas aeradas.

- **Detalhes dos equipamentos**

Sistema de água de quebra de espuma. Para permitir a retirada da espuma formada no processo e acumulada no coletor central de gás, foi previsto um sistema hidráulico de deslocamento e coleta deste material. Parte do efluente é bombeada de volta para o interior do coletor de gás, através de um sistema de quebra de espuma de

alta pressão, com os jatos distribuídos em toda a sua extensão do coletor de gás, de modo a auxiliar no deslocamento da espuma até uma calha vertedora. Esta espuma é então recolhida e encaminhada até a lagoa de lodo para desidratação. A vedação do gás é feita através de selo hídrico, permitindo a saída constante da espuma. A linha do sistema de quebra de espuma a alta pressão será alimentada por uma bomba submersível posicionada na linha de efluente dos reatores. Esta bomba, com vazão prevista de 10 l/s e altura manométrica de recalque de 20 mca, deverá ser do tipo submersível, dotado de base, guias e correntes em aço inoxidável, da mesma linha de fabricação do fabricante da bomba. O cabo de força e comando da bomba deverá ser dotado de engate rápido, sendo o cabo e o engate apropriados ao trabalho ao tempo e submersos e em ambiente agressivo. A bomba deverá ser especificada para bombear efluente de reatores anaeróbios. O painel de controle deverá permitir o acionamento manual da bomba. Deverá ser prevista, próxima ao equipamento, botoeira para operação local/remoto, incluindo dispositivo para parada de emergência. A linha de água de quebra de espuma será utilizada para um dos 6 reatores, colocados em operação através da abertura de válvula esfera a ser localizada na chegada da linha a cada reator. Na caixa da bomba deverá ser instalado guincho manual, com talha e corrente, com capacidade de elevar até 1 T, em extensão suficiente para a retirada da bomba no fundo do poço.

Visitas ao coletor de gás. O acesso à região de concentração dos gases nos reatores anaeróbios será feito através de duas visitas localizadas nas extremidades do coletor de gás. As visitas, de 1,00 x 1,00 m, deverão ser executadas em chapa de aço inoxidável, promovendo total vedação ao escape de gás quando fechadas.

Guarda corpos. Em toda a extensão dos reatores, deverão ser fixados guarda-corpos. Os guarda-corpos deverão ser executados em perfilado de fibra.

Sistema de coleta de biogás. A produção de gás foi estimada em cerca de 1.700 m³/d de biogás, com 70% de CH₄ o qual será encaminhado para dois sistemas com queimadores, de forma a evitar sua liberação para a atmosfera. Os conjuntos queimadores de gás deverão ser constituídos de válvula de purga automática da linha, válvula corta-chamas e o queimador. Os conjuntos deverão ser executados em ferro fundido, de forma a escoar, individualmente, a vazão total de gás prevista para a estação.

Sistema de coleta de lodo. Em cada reator esta prevista a colocação de uma tubulação de descarga de lodo, para permitir o descarte do lodo em excesso para a lagoa de lodo. A descarga será feita através da manobra de um registro de gaveta e se dará por gravidade. A produção de lodo foi estimada em 12.800 Kg SS por semana, a qual deverá ser descartada para a lagoa de lodo, com uma concentração média de 18 Kg/m³. O lodo descartado será encaminhado à elevatória de lodo, que recalca para a lagoa de lodo. Esta unidade deverá possuir um conjunto motor bomba submersível, com vazão prevista de 15 L/s e altura manométrica de recalque de 15 mca, dotado de base, guias e correntes em aço inoxidável, da mesma linha de fabricação do fabricante da bomba. O cabo de força e comando da bomba deverá ser dotado de engate rápido, sendo o cabo e o engate apropriados ao trabalho ao tempo e submersos e em ambiente agressivo. A bomba deverá ser especificada para bombear lodos de esgotos com densidade de até 4% de sólidos, possuindo abertura de passagem livre mínima de 5 cm. O painel de controle deverá permitir o acionamento manual da bomba. Deverá ser prevista, próxima ao equipamento, botoeira para operação local/remoto, incluindo dispositivo para parada de emergência. Na caixa da elevatória de lodo deverá ser instalado guincho manual, com capacidade de elevar até 1 T, com talha e corrente, com extensão suficiente para a retirada da bomba no fundo do poço. Todos acessórios dos reatores, como parafusos, braçadeiras, suportes, etc, deverão ser de aço inoxidável.

Sistema de filtração de ar. Em todas caixas de passagem existentes entre os reatores anaeróbios de fluxo ascendente e as lagoas aeradas de mistura completa está prevista a colocação de uma tubulação de exaustão de ar, de forma a impedir a liberação de maus odores para a atmosfera. Esta tubulação de PVC, em diâmetros de 75 e 150 mm, conforme projeto, será interligada a um exaustor centrífugo industrial, com vazão de 150 m³/hora, em aço inoxidável, que vai conduzir o ar recolhido a um sistema de filtração. O sistema de filtração será constituído de um tanque escavado no próprio terreno, medindo 5,00 x 6,00 m na sua parte superior e com profundidade de 1,5 m, que será preenchido por uma camada de 1 m de material filtrante. Este material deverá ser produzido mediante uma mistura de material orgânico composto pela seguinte mistura:

20 % de pó de xaxim

20 % de terra vegetal

30% de composto orgânico

30 % de folhas e gravetos

O meio filtrante será disposto, sem qualquer tipo de compactação e homogeneamente distribuído, acima de uma camada de brita, onde ficará o sistema de distribuição de ar proveniente do exaustor. Este sistema de distribuição será em tubos de PVC perfurados, conforme projeto. Para manter a umidade do meio filtrante deverá ser colocado um ponto de água junto ao filtro.

- **Lagoas Aeradas de Mistura Completa**

Os efluentes dos reatores anaeróbios serão encaminhados para o início do sistema de lagoas aeradas. A primeira fase consiste em duas lagoas aeradas de mistura completa, operando em paralelo, possuindo uma área total de espelho d'água de 8.000 m² e profundidade de 5,0 m.

As lagoas terão a forma retangular com dimensões no fundo da lagoa de 85 m x 65 m, e inclinação de talude de 1:1,5 sendo estruturadas em obra de terra, devendo ser constituída de escavações e aterros rigorosamente compactados, com sua geometria e taludes regularizados. Os taludes e o fundo das lagoas serão revestidos e protegidos por meio de manta de PEAD, de 2 mm de espessura, de maneira a possibilitar total estanqueidade da lagoa.

A crista dos taludes em aterro deverá ser compactada de forma a atender as especificações, utilizando material de jazida, quando o material local não apresentar as características necessárias, e mediante autorização da fiscalização. Toda a superfície externa da lagoa será gramada, mantendo-se ainda nas laterais, rampa que permitam o acesso de veículos nas margens para manutenção e troca de equipamentos. Também nesta lagoa deverão existir canaletas de superfície, de forma a coletar as águas pluviais nos taludes.

A movimentação do líquido na lagoa será garantida através de 5 agitadores submersíveis com hélices tipo "banana blade". Os agitadores serão posicionados em uma lateral de cada lagoa, de acordo com a orientação do fabricante. Sua fixação se dará por meio de tripé metálico fornecido pelo fabricante, que se apoiará no fundo da lagoa e em uma estrutura de concreto que será construída junto à margem da lagoa, para cada misturador. Esta estrutura terá a função de servir de apoio aos misturadores e também de promover o acesso e permitir a retirada dos mesmos.

O oxigênio necessário para as reações bioquímicas de depuração será fornecido por meio de sopradores e difusores de membrana, distribuídos em todo o fundo da lagoa, com a tubulação fixada em blocos de concreto.

O efluente da lagoa será coletado através de uma caixa de coleta de concreto armado dotada de vertedor. O vertedor terá soleira com uma chapa de fiberglass regulável de forma a permitir o ajuste da cota de extravasão. Ao redor do vertedor será instalado guarda-corpo em perfil de fibra

- **Detalhes dos equipamentos**

Aeradores - O sistema de aeração para o tratamento dos esgotos na lagoa aerada de mistura completa deverá ser capaz de suprir uma demanda de ar mínima de 100 Nm³/mi. O sistema projetado utiliza a distribuição do ar através de difusores de membrana, utilizando 4 + 1 sopradores de lóbulos, com potência individual estimada em 35 Kw, vazão de 25 NM³/min e pressão de 0,8 Bar. O fabricante deverá detalhar seus equipamentos de forma a atender a garantia de funcionamento, de acordo com a carga prevista e condições de processo adotadas para a estação. O ar soprado será encaminhado aos difusores por uma rede de distribuição em aço inoxidável. Ao entrar na água a rede poderá ser de PVC, com diâmetros adequados ao volume de ar distribuído. Os difusores sugeridos são os que utilizam membrana de borracha, com diâmetro de 300 mm, fixados em apoio de aço inoxidável, ancorado em bloco de concreto. Cada lagoa terá 1.750 difusores, com capacidade mínima de descarga de 0,04 Nm³/min.

Garantia de Funcionamento - O projeto executivo do sistema de aeração, a ser desenvolvido pelo fabricante do equipamento, deverá garantir o fornecimento de um total de 252 kgO₂ /hora nos conjuntos de lagoas previstos, nas condições de campo e dos esgotos previstos no local da estação de tratamento, mantendo um nível mínimo de 1,5 mgO₂/l nas lagoas, na condição de vazão máxima de projeto, com uma lagoa aerada facultativa fora de carga.

Misturadores - Os misturadores, em número de 5 em cada lagoa, serão do tipo “Banana-Blade”, de baixa rotação, acionados por um motor de 4,6 kw especialmente projetados para transferir energia para a massa líquida suficiente para manter os sólidos em suspensão em toda a lagoa. As hélices propulsoras deverão ser fabricadas em material resistente à corrosão e ficarão submersas na lagoa. A retirada do sistema para manutenção será feita através de talha especialmente instalada em

uma haste de apoio, que permitirá a instalação e retirada dos equipamentos na lagoa. Todos os rolamentos do conjunto, motor e eixo serão blindados. A fixação do cabo de energização dos motores dos aeradores deverá ser instalada de forma a permitir o deslocamento do aerador para a margem, sendo apropriados ao trabalho ao tempo e submersos.

Garantia de Funcionamento - O projeto executivo do sistema de mistura, a ser desenvolvido pelo fabricante do equipamento, deverá garantir a manutenção de toda biomassa em suspensão em todo o volume das lagoas de mistura completa, nas condições de campo e de sólidos em suspensão previstos na estação de tratamento.

Acionamento e equipamentos elétricos - Os equipamentos elétricos deverão ser fornecidos com painel de força e comando, sendo 380 V, 60 Hz para força e 220 V, 60 Hz para comando, contendo demarrador para o motor de acionamento, se for o caso e de fusíveis de proteção, contator tripolar e relés de sobrecarga, de falta de fase e de máxima e mínima tensões, adequadamente dimensionados com envio de sinal (ligado, desligado e defeito) e previsão de acionamento e comando pelo CLP da central de monitoramento da aeração ou pelo CLP do CCM que alimenta este painel de força. O painel de controle deverá permitir os acionamentos automático e manual. Deverá ser prevista, próxima ao equipamento, botoeira para operação local/remoto e dispositivo para acionamento manual. O equipamento de aeração deverá ser controlado por PLC que, de forma contínua, monitora o nível de oxigênio dissolvido nas lagoas, comparando a leitura com o nível de referência estabelecido pela operação, e controlando os compressores de forma a manter o oxigênio no nível desejado, de forma a otimizar o gasto de energia com este sistema. O sistema deverá permitir o ajuste do oxigênio nas lagoas de 0,2 a 2,0 mg/l, com precisão de 0,1 mg/l, podendo se estabelecer no mínimo 4 níveis diferentes de oxigênio no ciclo diário de operação

- **Lagoas Aeradas Facultativas**

Os esgotos provenientes das lagoas de mistura completa terão acesso à série de lagoas facultativas através de uma caixa dissipadora de vazão existente na entrada de cada lagoa facultativa. Estão projetadas quatro lagoas aeradas facultativas, possuindo cada lagoa, uma área total de espelho d'água de 8.500 m² e profundidade de 5,0 m.

As lagoas terão a forma retangular com dimensões no fundo da lagoa de 85 m x 70 m, e inclinação de talude de 1:1,5 sendo estruturadas em obra de terra, devendo ser constituída de escavações e aterros rigorosamente compactados, com sua geometria e taludes regularizados. Os taludes e o fundo das lagoas serão revestidos e protegidos por meio de manta de PEAD, de 2 mm de espessura, de maneira a possibilitar total estanqueidade.

As cristas dos taludes em aterro deverão ser compactadas de forma a atender as especificações, utilizando material de jazida, quando o material local não apresentar as características necessárias, e mediante autorização da fiscalização. Toda a superfície externa da lagoa será gramada, mantendo-se ainda nas laterais, rampa que permitam o acesso de veículos nas margens para manutenção e troca de equipamentos. Também nesta lagoa deverão existir canaletas de superfície, de forma a coletar as águas pluviais nos taludes.

O oxigênio necessário para as reações bioquímicas de depuração será fornecido por meio de compressores que injetam ar em difusores de membrana, distribuídos em todo o fundo das lagoas, com a tubulação fixada em suportes de aço inoxidável ancorados em blocos de concreto.

O esgoto proveniente da lagoa de mistura completa terá acesso a cada lagoa facultativa através de sua respectiva caixa de entrada, construída em concreto armado, onde será possível o direcionamento do fluxo para a lagoa ou para seu 'bypass', através da operação de duas comportas de acionamento manual, em fibra de vidro.

No caso de se desejar retirar o lodo acumulado na lagoa, a mesma deve ser colocada fora de carga, desviando o esgoto afluente para a lagoa seguinte. Com a lagoa sem receber esgoto, pode-se manter a aeração por mais alguns dias até se obter a oxidação da matéria orgânica em suspensão. Findo este processo, a lagoa é esvaziada através da caixa de descarga de efluente, que lançará o líquido clarificado até o corpo receptor da ETE, utilizando a mesma linha de descarga do lodo. Esta operação de descarga do clarificado se dará até o nível da lagoa se aproximar da manta de lodo adensado que se forma no fundo da lagoa. A operação é comandada por uma série de registros existentes na caixa de descarga. Após o nível se aproximar do manto de lodo, o descarte do clarificado é interrompido, passando o lodo restante ser encaminhado à lagoa de lodo, por gravidade, enquanto houver cota disponível, ou

bombeado, quando o nível de lodo ficar inferior à cota máxima da lagoa de lodo. Para tanto, cada caixa de descarga está provida de um conjunto motor bomba submersível.

Para a determinação do volume de lodo descartado, foi considerado que o lodo proveniente da lagoa de mistura completa focará retido na primeira lagoa facultativa da série, sendo descartado em batelada, assim que o colchão de lodo atingir uma altura significativa, da ordem de 1 m, o que deve ocorrer no período de aproximadamente 200 dias. As demais lagoas atingirão este volume de lodo e intervalos maiores de cerca de 16 meses.

- **Detalhes dos equipamentos**

Aeradores. O sistema de aeração para o tratamento dos esgotos nas lagoas aeradas facultativas deverá ser capaz de suprir uma demanda de ar mínima de 25 Nm³/min, utilizando a mesma central de compressores que alimenta a lagoa aerada de mistura completa, conforme garantia de funcionamento requerida no presente descritivo. O sistema projetado utiliza a distribuição do ar através de difusores de membrana, utilizando um soprador de lóbulos, com potência individual estimada em 35 Kw, vazão de 25 NM³/min e pressão de 0,8 Bar, disposto na central de compressores. O fabricante deverá detalhar seus equipamentos de forma a garantir a quantidade de ar necessária ao processo, de acordo com a carga prevista e condições de processo adotadas para a estação. O ar soprado será encaminhado aos difusores por uma rede de distribuição em aço inoxidável. Ao entrar na água a rede poderá ser de PVC, com diâmetros adequados ao volume de ar distribuído. Os difusores sugeridos são os que utilizam membrana de borracha, com diâmetro de 300 mm, fixados em apoio de aço inoxidável, ancorado em bloco de concreto. A diferença de demanda de oxigênio de cada lagoa será garantida por meio de diferentes densidades de difusores instalados no fundo das lagoas, conforme mostrado a seguir:

Tabela 4.2 - Demanda de oxigênio para cada lagoa facultativa aerada da ETE Rio Uberaba

Lagoa	Oxigênio requerido (Nm ³ ar/dia)	Número de difusores sugerido
LF1	21.840	800
LF2	7.700	400
LF3	4.000	200
LF4	2.400	100

Acionamento e equipamentos elétricos. Os equipamentos elétricos deverão ser fornecidos com painel de força e comando, sendo 380 V, 60 Hz para força e 220 V, 60 Hz para comando, contendo demarrador para o motor de acionamento, se for o caso e de fusíveis de proteção, contator tripolar e relés de sobrecarga, de falta de fase e de máxima e mínima tensões, adequadamente dimensionados com envio de sinal (ligado, desligado e defeito) e previsão de acionamento e comando pelo CLP da central de monitoramento do sistema de aeração ou pelo CLP do CCM que alimenta este painel de força, conforme definido nas especificações de materiais e serviços elétricos, descritivo técnico e escopo de fornecimento. O painel de controle deverá permitir os acionamentos automático e manual. Deverá ser prevista, próxima ao equipamento, botoeira para operação local/remoto e dispositivo para acionamento manual.

Comportas de acionamento manual. Em cada caixa de entrada do esgoto nas lagoas facultativas deverão ser fornecidas duas comportas de acionamento manual. As comportas deverão ser assentadas em uma estrutura fabricada em perfis de aço 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 fique nenhum ressalto obstruindo o fluxo. A comporta em si será fabricada em fibra de vidro estruturada em 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 para a passagem do fluxo da tubulação de 900 mm e deverão ser dimensionadas para suportar uma pressão de 1,4 m.c.a. O acionamento deverá ser efetuado através de volante com diâmetro apropriado para a fácil operação por um operador. 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. Ao redor do vertedor será instalado guarda-corpo em perfil de fibra.

Sistema de descarga de lodos. Na caixa de descarga de lodos serão previstos 5 registros de descarga, dispostos em alturas diferentes abaixo do nível d'água das lagoas, de forma a permitir diferentes níveis de esvaziamento. Os registros deverão ser acompanhados de volantes para acionamento, providos dos devidos extensores dos eixos dos volantes, para permitir sua operação a partir do nível superior da caixa de descarga. Nesta unidade será implantado um conjunto motor

bomba para descarga do lodo de fundo das lagoas. Este conjunto, com vazão prevista de 15 l/s e altura manométrica de recalque de 15 mca, deverá ser do tipo submersível, dotado de base, guias e correntes em aço inoxidável, da mesma linha de fabricação do fabricante da bomba. O cabo de força e comando da bomba deverá ser dotado de engate rápido, sendo o cabo e o engate apropriados ao trabalho ao tempo e submersos e em ambiente agressivo. A bomba deverá ser especificada para bombear lodos de esgotos com densidade de até 4% de sólidos, possuindo abertura de passagem livre mínima de 5 cm. Na caixa de descarga deverá ser instalado guincho manual, com talha e corrente, com capacidade de elevar até 1 T, em extensão suficiente para a retirada da bomba no fundo do poço.

Linha de descarga de lodo. Na linha que recebe a descarga de lodo das lagoas facultativas será instalada uma caixa de distribuição de vazão de onde, através da atuação de comportas, se poderá encaminhar a descarga para o corpo receptor (quando se tratar do clarificado da lagoa) ou para a lagoa de lodo (quando se tratar do lodo de fundo da lagoa). Com as mesmas características gerais das comportas da caixa de entrada das lagoas, estas comportas deverão, quando abertas, permitir uma seção livre para a passagem do fluxo da tubulação de 300 mm e deverão ser dimensionadas para suportar uma pressão de 1,4 mca.

- **Lagoa de Lodo**

A lagoa de lodo se constitui de uma unidade semelhante às lagoas aeradas, na sua forma e constituição, devendo ter as mesmas características quanto ao revestimento, taludes, drenagem, estruturas, etc. Sua função é a de receber o lodo descartado dos reatores anaeróbios e das lagoas aeradas, armazenando o mesmo até sua desidratação e destinação final. A lagoa receberá os lodos de forma intermitente, através de descargas em batelada, encaminhando uma vazão regularizada até a desidratação, através de duas bombas submersíveis.

A lagoa de lodo foi projetada com uma área total de espelho d'água de 2.600 m² e profundidade de 3,0 m. A lagoa terá forma quadrada, de 41,5 m de lado, sendo estruturada em obra de terra, devendo ser constituída de escavações e aterros rigorosamente compactados, com sua geometria e taludes regularizados. Os taludes e o fundo da lagoa serão revestidos e protegidos por meio de manta de PEAD, de 2 mm de espessura, de maneira a possibilitar total estanqueidade.

A crista dos taludes em aterro deverá ser compactada de forma a atender as especificações, utilizando material de jazida, quando o material local não apresentar as características necessárias, e mediante autorização da fiscalização. Toda a superfície externa da lagoa será gramada, mantendo-se ainda nas laterais, rampa que permitam o acesso de veículos nas margens para manutenção e troca de equipamentos. Também nesta lagoa deverão existir canaletas de superfície, de forma a coletar as águas pluviais nos taludes. Internamente, as lagoas deverão ter as paredes e o fundo revestidos com placas pré-moldadas de concreto, conforme detalhe das lagoas aeradas de mistura completa. A manutenção do lodo em suspensão será garantida por meio de 4 misturadores, com potencia de 20 cv cada.

Para a retirada do lodo da lagoa, será implantada uma unidade de recalque, através do uso de 2 bombas de deslocamento positivo, sendo uma reserva, com capacidade de recalque de até 15 m³/h a uma altura manométrica de 9 mca. A estação de recalque será implantada sobre uma ponte de concreto, onde serão fixados os equipamentos acessórios das bombas e do barrilete de recalque, que será em aço sem costura. Na ponte será instalado um pequeno guindaste para retirada das bombas e dos misturadores, sendo ainda prevista a colocação de guarda corpo nas duas laterais da mesma.

O controle do nível da lagoa será por medidor de nível por ultra-som e o controle operacional da unidade de recalque poderá ser manual (local), ou remoto, através do sistema de controle da desidratação.

- **Detalhes dos Equipamentos**

Misturadores. A mistura do lodo na lagoa será efetuado por um conjunto de 4 misturadores horizontais e motores com potência de 20 cv cada. Os misturadores serão instalados em uma ponte de concreto, do talude até o interior da lagoa, de forma a permitir a retirada do equipamento para fins de manutenção, por meio de talha manual. Os misturadores e todos seus acessórios deverão ser fabricados em aço inoxidável, resistente à corrosão. As pás dos misturadores deverão ser de aço inoxidável. O eixo deverá ser em aço inoxidável. Todos os rolamentos do conjunto, motor e eixo serão blindados com proteção contra intempéries. O equipamento deverá ser fornecido com painel de força e comando, sendo 380 V, 60 Hz para força e 220 V, 60 Hz para comando, contendo demarrador para o motor de acionamento, se for o caso e de fusíveis de proteção, contator tripolar e relés de sobrecarga, de falta de fase e de máxima e mínima tensões, adequadamente dimensionados com envio de sinal

(ligado, desligado e defeito) e previsão de acionamento e comando pelo CLP da central de desidratação ou pelo CLP do CCM que alimenta este painel de força. O painel de controle deverá permitir os acionamentos automático e manual. Deverá ser previsto, próximo ao equipamento, botoeira para operação local/remoto e dispositivo para acionamento manual.

Garantia de Funcionamento - O projeto executivo do sistema de mistura da lagoa de lodo, a ser desenvolvido pelo fabricante do equipamento, deverá garantir a manutenção de toda a massa de lodo em suspensão em todo o volume da lagoa, nas condições de campo e de sólidos em suspensão previstos na estação de tratamento.

Conjuntos motor-bomba de deslocamento positivo. Na elevatória de lodo serão instalados dois conjuntos motor-bomba de deslocamento positivo. Cada bomba deverá ser capaz de fornecer uma vazão de 15 m³/h a uma altura manométrica de 9 m, funcionando sempre no regime de uma ativa e a segunda de reserva. Para fins de dimensionamento das bombas deve ser considerado que o líquido a ser bombeado trata-se de lodo resultante de reatores anaeróbios e lagoas aeradas, com concentração que pode atingir a 4,0 %. O impulsor deve proporcionar uma passagem livre para sólidos de até 50 mm. Os conjuntos deverão ser fornecidos e instalados completos incluindo, base de apoio, motor, acoplamentos, gaxetas e demais acessórios necessários, bem como peças sobressalentes. O comando das bombas deverá ser local e automático, sendo este último através do controle e comando pelo sistema de desidratação, conforme descrito nas especificações de materiais e serviços elétricos. O medidor de nível de lodo na lagoa de lodo deverá ser do tipo por ultrassom, conforme já especificado e considerado no Tratamento Preliminar deste descritivo.

Barrilete de recalque. Na elevatória de lodo serão instaladas duas linhas de barrilete em tubulação de aço sem costura, onde serão instalados os seguintes equipamentos: Válvula de retenção, Registro de gaveta com volante, junta gibault e demais tubos, peças e conexões necessárias à montagem do recalque, conforme o projeto.

Guincho. Sobre a ponte da lagoa de lodo será instalado um guincho sobre trilho, trolley e talha manual de capacidade suficiente para o içamento do conjunto motor-bomba e misturadores utilizados, proporcionando possibilitar colocar o mesmo sobre a caçamba de uma camionete. O guincho deverá possuir trilho que permita

movimentação do conjunto “trolley” e talha em toda a largura da passarela. O guindaste será pintado com tinta esmalte na cor azul CODAU.

O lodo obtido pode ser classificado como classe 2, podendo ser utilizado em agricultura, como condicionador de solos, sendo que esta alternativa será posteriormente estudada.

4.2.2.6 - Canalizações de desvio ou “by-pass”

Na entrada de cada lagoa facultativa aerada está prevista a instalação de caixas de entrada, construídas em concreto armado, onde será possível o direcionamento do fluxo para a lagoa ou para seu “by-pass”, através da operação de duas comportas de acionamento manual, em fibra de vidro.

No caso de se desejar retirar o lodo acumulado na lagoa, a mesma deve ser colocada fora de carga, desviando o esgoto afluente para a lagoa seguinte. Com a lagoa sem receber esgoto, pode-se manter a aeração por mais alguns dias até se obter a oxidação da matéria orgânica em suspensão. Findo este processo, a lagoa é esvaziada através da caixa de descarga de efluente, que lançará o líquido clarificado até o corpo receptor da ETE, utilizando a mesma linha de descarga do lodo. Esta operação de descarga do clarificado se dará até o nível da lagoa se aproximar da manta de lodo adensado que se forma no fundo da lagoa. A operação é comandada por uma série de registros existentes na caixa de descarga. Após o nível se aproximar do manto de lodo, o descarte do clarificado é interrompido, passando o lodo restante ser encaminhado à lagoa de lodo, por gravidade, enquanto houver cota disponível, ou bombeado, quando o nível de lodo ficar inferior à cota máxima da lagoa de lodo. Para tanto, cada caixa de descarga está provida de um conjunto moto-bomba submersível.

Além desta canalização, não está prevista no projeto básico, uma canalização de “by-pass” total da unidade.

4.2.2.7 - Instalação de medidores de vazão

Será instalada, após a caixa de areia do tratamento preliminar, uma calha Parshall, equipada com medidor ultra-som para determinação da vazão de entrada.

4.2.2.8 - Definição dos pontos de amostragem

Estão previstas a colocação de caixas de coleta na saída de cada unidade de tratamento, permitindo o monitoramento da qualidade do efluente e da eficiência de cada uma.

4.2.2.9 - Fluxograma, plantas, cortes e perfil hidráulico do sistema proposto

As plantas, cortes e perfis do processo proposto, incluídas a legenda para a simbologia adotada encontram-se no Anexo II.

No tratamento preliminar ocorre apenas a separação mecânica de sólidos grosseiros, areia e gorduras.

Os processos que ocorrem nos reatores UASB são essencialmente biológicos, de natureza anaeróbia, havendo também a separação física de parte dos materiais em suspensão, retidos na manta de lodo.

Nas lagoas aeradas de mistura completa ocorrem reações biológicas aeróbias, com formação de biomassa, que se sedimenta e se estabiliza nas lagoas facultativas aeradas.

4.2.2.10 - Especificação de reações químicas que ocorrem no sistema

Em todo o sistema, a única adição de componente químico é realizada na centrífuga de lodos do sistema de desidratação da ETE Rio Uberaba. É adicionado um polieletrólito catiônico. A taxa de aplicação definida pela projetista é de 12 kg/1000kg SST. Considerando-se que o total de lodo produzido seja igual a 1.890,93 kg ST/d, tem-se um consumo de polieletrólito de 22,69 kg/d. (ver memorial de cálculo no Anexo I, p. 10/15).

4.2.2.11 - Estimativa e justificativa da taxa de geração de lodo

A taxa de geração de lodo calculada pela projetista, juntamente com o memorial de cálculo, está apresentada no Anexo I, juntamente com os dados do projeto básico do item 4.2.2.5.

O lodo gerado no tratamento da ETE Rio Uberaba terá como destino final o aterro sanitário, conforme documento de anuência da Prefeitura Municipal de Uberaba. O lodo foi considerado pela Projetista como resíduo sólido como Classe 2, podendo ser utilizado em agricultura, como condicionador de solos, se houver viabilidade técnica e ambiental, a ser estudada posteriormente.

Para a determinação do volume e portanto, frequência de descarte de lodo, foi considerado que o lodo proveniente da lagoa de mistura completa ficará retido na primeira lagoa facultativa da série, sendo descartado em batelada, assim que o colchão de lodo atingir uma altura significativa, da ordem de 1 m, o que deve ocorrer no período de aproximadamente 200 dias. As demais lagoas atingirão este volume de lodo em intervalos maiores de cerca de 16 meses.

4.2.2.12 - Destino final do efluente líquido tratado

O efluente que sai das lagoas aeradas facultativas é direcionado ao respectivo corpo receptor, sendo, no caso da ETE Rio Uberaba, o próprio Rio Uberaba.

4.2.2.13 - Descrição da rotina operacional do sistema de tratamento proposto.

A descrição da operação da ETE propostas será detalhada quando da realização do projeto executivo, sendo entregue na forma de um manual de operação e manutenção das unidades.

4.2.2.14 - Estimativa dos custos de implantação e operação do sistema de tratamento proposto, e cronograma de implantação.

- **Custos de Implantação**

ETE Rio Uberaba

O cronograma de implantação, bem como os custos associados à cada etapa estão descritos na Tabela 4.4. Não está prevista ampliação do sistema, uma vez que a ETE será entregue totalmente construída no prazo de 24 meses, conforme o cronograma da projetista.

Tabela 4.4 – Cronograma Físico-Financeiro da Implantação da ETE Rio Uberaba

Item	DISCRIMINAÇÃO DO SERVIÇO	Peso %	Obra/ Serviço	MÊS 01				MÊS 02				MÊS 03			
				Valor	%	Valor acumulado	% Acum.	Valor	%	Valor acumulado	% Acum.	Valor	%	Valor acumulado	% Acum.
1	Mobilização e desmobilização	3,26	R\$ 773.478,00	R\$ 386.739,00	50,00	R\$ 386.739,00	50,00		0,00	R\$ 386.739,00	50,00		0,00	R\$ 386.739,00	50,00
2	Serviços preliminares	0,99	R\$ 234.924,80	R\$ 234.924,80	100,00	R\$ 234.924,80	100,00		0,00	R\$ 234.924,80	100,00		0,00	R\$ 234.924,80	100,00
3	Tratamento preliminar	3,39	R\$ 803.606,93	R\$ 133.934,49	16,67	R\$ 133.934,49	16,67	R\$ 133.934,49	16,67	R\$ 267.868,98	33,33	R\$ 133.934,49	16,67	R\$ 401.803,47	50,00
4	Reator anaeróbio	10,70	R\$ 2.537.871,16		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		
5	Lagoas aeradas	49,05	R\$ 11.638.041,97		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
6	Lagoa de lodo	2,95	R\$ 699.842,45		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
7	Desidratação	6,56	R\$.557.371,60		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
8	Redes de interligação	3,84	R\$ 910.576,51		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
9	Estrutura das caixas	2,42	R\$ 573.850,76		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
10	Galpão de lodo	0,82	R\$ 193.851,48		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
11	Prédio da operação	3,44	R\$ 815.252,54		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
12	Urbanização	4,61	R\$ 1.094.031,48		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
13	Instalações elétricas e automação	7,58	R\$ 1.799.338,65		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
14	Serviços finais	0,40	R\$ 95.297,83		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
TOTAL		100,00	R\$ 23.727.336,16	R\$ 755.598,29	3,18	R\$ 755.598,29	3,18	R\$ 133.934,49	0,56	R\$ 889.532,78	3,75	R\$ 133.934,49	0,56	R\$ 1.023.467,27	4,31

Tabela 4.4 (continuação) – Cronograma Físico-Financeiro da Implantação da ETE Rio Uberaba

Item	DISCRIMINAÇÃO DO SERVIÇO	Peso %	Obra/ Serviço	MÊS 04				MÊS 05				MÊS 06			
				Valor	%	Valor acumulado	% Acum.	Valor	%	Valor acumulado	% Acum.	Valor	%	Valor acumulado	% Acum.
1	Mobilização e desmobilização	3,26	R\$ 773.478,00		0,00	R\$ 386.739,00	50,00		0,00	R\$ 386.739,00	50,00		0,00	R\$ 386.739,00	50,00
2	Serviços preliminares	0,99	R\$ 234.924,80		0,00	R\$ 234.924,80	100,00		0,00	R\$ 234.924,80	100,00		0,00	R\$ 234.924,80	100,00
3	Tratamento preliminar	3,39	R\$ 803.606,93	R\$ 133.934,49	16,67	R\$ 535.737,95	66,67	R\$ 133.934,49	16,67	R\$ 669.672,44	83,33	R\$ 133.934,49	16,67	R\$ 803.606,93	100,00
4	Reator anaeróbio	10,70	R\$ 2.537.871,16	R\$ 169.191,41	6,67	R\$ 169.191,41	6,67	R\$ 169.191,41	6,67	R\$ 338.382,82	13,33	R\$ 169.191,41	6,67	R\$ 507.574,23	20,00
5	Lagoas aeradas	49,05	R\$ 11.638.041,97		0,00		0,00		0,00		0,00	R\$ 895.234,00	7,69	R\$ 895.234,00	7,69
6	Lagoa de lodo	2,95	R\$ 699.842,45		0,00		0,00		0,00		0,00	R\$ 53.834,03	7,69	R\$ 53.834,03	7,69
7	Desidratação	6,56	R\$.557.371,60		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
8	Redes de interligação	3,84	R\$ 910.576,51		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
9	Estrutura das caixas	2,42	R\$ 573.850,76		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
10	Galpão de lodo	0,82	R\$ 193.851,48		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
11	Prédio da operação	3,44	R\$ 815.252,54		0,00		0,00		0,00		0,00	R\$ 62.711,73	7,69	R\$ 62.711,73	7,69
12	Urbanização	4,61	R\$ 1.094.031,48		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
13	Instalações elétricas e automação	7,58	R\$ 1.799.338,65		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
14	Serviços finais	0,40	R\$ 95.297,83		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00



Centro Operacional de Desenvolvimento
e Saneamento de Uberaba

TOTAL		100,00	R\$ 23.727.336,16	R\$ 303.125,90	1,28	R\$ 1.326.593,16	5,59	R\$ 303.125,90	1,28	R\$ 1.629.719,06	6,87	R\$ 1.314.905,67	5,54	R\$ 2.944.624,73	12,41

Tabela 4.4 (continuação) – Cronograma Físico-Financeiro da Implantação da ETE Rio Uberaba

Item	DISCRIMINAÇÃO DO SERVIÇO	Peso %	Obra/ Serviço	MÊS 07				MÊS 08				MÊS 09			
				Valor	%	Valor acumulado	% Acum.	Valor	%	Valor acumulado	% Acum.	Valor	%	Valor acumulado	% ACUM.
1	Mobilização e desmobilização	3,26	R\$ 773.478,00			R\$ 386.739,00	50,00			R\$ 386.739,00	50,00		0,00	R\$ 386.739,00	50,00
2	Serviços preliminares	0,99	R\$ 234.924,80			R\$ 234.924,80	100,00			R\$ 234.924,80	100,00		0,00	R\$ 234.924,80	100,00
3	Tratamento preliminar	3,39	R\$ 803.606,93			R\$ 803.606,93	100,00			R\$ 803.606,93	100,00		0,00	R\$ 803.606,93	100,00
4	Reator anaeróbico	10,70	R\$ 2.537.871,16	R\$ 169.191,41	6,67	R\$ 676.765,64	26,67	R\$ 169.191,41	6,67	R\$ 845.957,05	33,33	R\$ 169.191,41	6,67	R\$ 1.015.148,46	40,00
5	Lagoas aeradas	49,05	R\$ 11.638.041,97	R\$ 895.234,00	7,69	R\$ 1.790.468,00	15,38	R\$ 895.234,00	7,69	R\$ 2.685.701,99	23,08	R\$ 895.234,00	7,69	R\$ 3.580.935,99	30,77
6	Lagoa de lodo	2,95	R\$ 699.842,45	R\$ 53.834,03	7,69	R\$ 107.668,07	15,38	R\$ 53.834,03	7,69	R\$ 161.502,10	23,08	R\$ 53.834,03	7,69	R\$ 215.336,14	30,77
7	Desidratação	6,56	R\$.557.371,60												
8	Redes de interligação	3,84	R\$ 910.576,51												
9	Estrutura das caixas	2,42	R\$ 573.850,76												
10	Galpão de lodo	0,82	R\$ 193.851,48												
11	Prédio da operação	3,44	R\$ 815.252,54	R\$ 62.711,73	7,69	R\$ 125.423,47	15,38	R\$ 62.711,73	7,69	R\$ 188.135,20	23,08	R\$ 62.711,73	7,69	R\$ 250.846,94	30,77
12	Urbanização	4,61	R\$ 1.094.031,48												

CENTRO OPERACIONAL DE DESENVOLVIMENTO E SANEAMENTO DE UBERABA

AV.DA SAUDADE, 755-A – SANTA MARTA - CEP: 38.060-000 - FONE: (34)-3318-6000

CGC(MF): 25.433.004/0001-94 – www.codau.com.br



Centro Operacional de Desenvolvimento
e Saneamento de Uberaba

13	Instalações elétricas e automação	7,58	R\$ 1.799.338,65												
14	Serviços finais	0,40	R\$ 95.297,83												
TOTAL		100,00	R\$ 23.727.336,16	R\$ 1.180.971,18	4,98	R\$ 4.125.595,90	17,39	R\$ 1.180.971,18	4,98	R\$ 5.306.567,08	22,36	R\$ 1.180.971,18	4,98	R\$ 6.487.538,26	27,34

Tabela 4.4 (continuação) – Cronograma Físico-Financeiro da Implantação da ETE Rio Uberaba

Item	DISCRIMINAÇÃO DO SERVIÇO	Peso %	Obra/ Serviço	MÊS 10				MÊS 11				MÊS 12			
				Valor	%	Valor acumulado	% Acum.	Valor	%	Valor acumulado	% Acum.	Valor	%	Valor acumulado	% ACUM.
1	Mobilização e desmobilização	3,26	R\$ 773.478,00		0,00	R\$ 386.739,00	50,00		0,00	R\$ 386.739,00	50,00		0,00	R\$ 386.739,00	50,00
2	Serviços preliminares	0,99	R\$ 234.924,80		0,00	R\$ 234.924,80	100,00		0,00	R\$ 234.924,80	100,00		0,00	R\$ 234.924,80	100,00
3	Tratamento preliminar	3,39	R\$ 803.606,93		0,00	R\$ 803.606,93	100,00		0,00	R\$ 803.606,93	100,00		0,00	R\$ 803.606,93	100,00
4	Reator anaeróbio	10,70	R\$ 2.537.871,16	R\$ 169.191,41	6,67	R\$ 1.184.339,87	46,67	R\$ 169.191,41	6,67	R\$ 1.353.531,29	53,33	R\$ 169.191,41	6,67	R\$ 1.522.722,70	60,00
5	Lagoas aeradas	49,05	R\$ 11.638.041,97	R\$ 895.234,00	7,69	R\$ 4.476.169,99	38,46	R\$ 895.234,00	7,69	R\$ 5.371.403,99	46,15	R\$ 895.234,00	7,69	R\$ 6.266.637,98	53,85
6	Lagoa de lodo	2,95	R\$ 699.842,45	R\$ 53.834,03	7,69	R\$ 269.170,17	38,46	R\$ 53.834,03	7,69	R\$ 323.004,21	46,15	R\$ 53.834,03	7,69	R\$ 376.838,24	53,85
7	Desidratação	6,56	R\$.557.371,60		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
8	Redes de interligação	3,84	R\$ 910.576,51		0,00		0,00		0,00		0,00	R\$ 130.082,36	14,29	R\$ 130.082,36	14,29
9	Estrutura das caixas	2,42	R\$ 573.850,76		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
10	Galpão de lodo	0,82	R\$ 193.851,48		0,00		0,00		0,00		0,00	R\$ 27.693,07	14,29	R\$ 27.693,07	14,29
11	Prédio da operação	3,44	R\$ 815.252,54	R\$ 62.711,73	7,69	R\$ 313.558,67	38,46	R\$ 62.711,73	7,69	R\$ 376.270,40	46,15	R\$ 62.711,73	7,69	R\$ 438.982,14	53,85

CENTRO OPERACIONAL DE DESENVOLVIMENTO E SANEAMENTO DE UBERABA

AV.DA SAUDADE, 755-A – SANTA MARTA - CEP: 38.060-000 - FONE: (34)-3318-6000

CGC(MF): 25.433.004/0001-94 – www.codau.com.br



Centro Operacional de Desenvolvimento
e Saneamento de Uberaba

12	Urbanização	4,61	R\$ 1.094.031,48		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
13	Instalações elétricas e automação	7,58	R\$ 1.799.338,65		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
14	Serviços finais	0,40	R\$ 95.297,83		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
TOTAL		100,00	R\$ 23.727.336,16	R\$ 1.180.971,18	4,98	R\$ 7.668.509,44	32,32	R\$ 1.180.971,18	4,98	R\$ 8.849.480,61	37,30	R\$ 1.338.746,60	5,64	R\$ 10.188.227,22	42,94

Tabela 4.4 (continuação) – Cronograma Físico-Financeiro da Implantação da ETE Rio Uberaba

Item	DISCRIMINAÇÃO DO SERVIÇO	Peso %	Obra/ Serviço	MÊS 13				MÊS 14				MÊS 15			
				Valor	%	Valor acumulado	% Acum.	Valor	%	Valor acumulado	% Acum.	Valor	%	Valor acumulado	% ACUM.
1	MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO	3,26	R\$ 773.478,00		0,00	R\$ 386.739,00	50,00		0,00	R\$ 386.739,00	50,00		0,00	R\$ 386.739,00	50,00
2	SERVIÇOS PRELIMINARES	0,99	R\$ 234.924,80		0,00	R\$ 234.924,80	100,00		0,00	R\$ 234.924,80	100,00		0,00	R\$ 234.924,80	100,00
3	TRATAMENTO PRELIMINAR	3,39	R\$ 803.606,93		0,00	R\$ 803.606,93	100,00		0,00	R\$ 803.606,93	100,00		0,00	R\$ 803.606,93	100,00
4	REATOR ANAEROBIO	10,70	R\$ 2.537.871,16	R\$ 169.191,41	6,67	R\$ 1.691.914,11	66,67	R\$ 169.191,41	6,67	R\$ 1.861.105,52	73,33	R\$ 169.191,41	6,67	R\$ 2.030.296,93	80,00
5	LAGOAS AERADAS	49,05	R\$ 11.638.041,97	R\$ 895.234,00	7,69	R\$ 7.161.871,98	61,54	R\$ 895.234,00	7,69	R\$ 8.057.105,98	69,23	R\$ 895.234,00	7,69	R\$ 8.952.339,98	76,92
6	LAGOA DE LODO	2,95	R\$ 699.842,45	R\$ 53.834,03	7,69	R\$ 430.672,28	61,54	R\$ 53.834,03	7,69	R\$ 484.506,31	69,23	R\$ 53.834,03	7,69	R\$ 538.340,35	76,92
7	DESIDRATAÇÃO	6,56	R\$ 1.557.371,60		0,00		0,00	R\$ 311.474,32	20,00	R\$ 311.474,32	20,00	R\$ 311.474,32	20,00	R\$ 622.948,64	40,00
8	REDES DE INTERLIGAÇÃO	3,84	R\$ 910.576,51	R\$ 130.082,36	14,29	R\$ 260.164,72	28,57	R\$ 130.082,36	14,29	R\$ 390.247,08	42,86	R\$ 130.082,36	14,29	R\$ 520.329,43	57,14
9	ESTRUTURA DAS CAIXAS	2,42	R\$ 573.850,76		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
10	GALPÃO DE LODO	0,82	R\$ 193.851,48	R\$ 27.693,07	14,29	R\$ 55.386,14	28,57	R\$ 27.693,07	14,29	R\$ 83.079,21	42,86	R\$ 27.693,07	14,29	R\$ 110.772,27	57,14

CENTRO OPERACIONAL DE DESENVOLVIMENTO E SANEAMENTO DE UBERABA

AV.DA SAUDADE, 755-A – SANTA MARTA - CEP: 38.060-000 - FONE: (34)-3318-6000

CGC(MF): 25.433.004/0001-94 – www.codau.com.br



Centro Operacional de Desenvolvimento
e Saneamento de Uberaba

11	PREDIO DA OPERAÇÃO	3,44	R\$ 815.252,54	R\$ 62.711,73	7,69	R\$ 501.693,87	61,54	R\$ 62.711,73	7,69	R\$ 564.405,60	69,23	R\$ 62.711,73	7,69	R\$ 627.117,34	76,92
12	URBANIZAÇÃO	4,61	R\$ 1.094.031,48		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
13	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E AUTOMAÇÃO	7,58	R\$ 1.799.338,65		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
14	SERVIÇOS FINAIS	0,40	R\$ 95.297,83		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
TOTAL		100,00	R\$ 23.727.336,16	R\$ 1.338.746,60	5,64	R\$ 11.526.973,82	48,58	R\$ 1.650.220,92	6,95	R\$ 13.177.194,74	55,54	R\$ 1.650.220,92	6,95	R\$ 14.827.415,67	62,49

Tabela 4.4 (continuação) – Cronograma Físico-Financeiro da Implantação da ETE Rio Uberaba

Item	DISCRIMINAÇÃO DO SERVIÇO	Peso %	Obra/ Serviço	MÊS 16				MÊS 17				MÊS 18			
				Valor	%	Valor acumulado	% Acum.	Valor	%	Valor acumulado	% Acum.	Valor	%	Valor acumulado	% ACUM.
1	MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO	3,26	R\$ 773.478,00		0,00	R\$ 386.739,00	50,00		0,00	R\$ 386.739,00	50,00		0,00	R\$ 386.739,00	50,00
2	SERVIÇOS PRELIMINARES	0,99	R\$ 234.924,80		0,00	R\$ 234.924,80	100,00		0,00	R\$ 234.924,80	100,00		0,00	R\$ 234.924,80	100,00
3	TRATAMENTO PRELIMINAR	3,39	R\$ 803.606,93		0,00	R\$ 803.606,93	100,00		0,00	R\$ 803.606,93	100,00		0,00	R\$ 803.606,93	100,00
4	REATOR ANAEROBIO	10,70	R\$ 2.537.871,16	R\$ 169.191,41	6,67	R\$ 2.199.488,34	86,67	R\$ 169.191,41	6,67	R\$ 2.368.679,75	93,33	R\$ 169.191,41	6,67	R\$ 2.537.871,16	100,00
5	LAGOAS AERADAS	49,05	R\$ 11.638.041,97	R\$ 895.234,00	7,69	R\$ 9.847.573,97	84,62	R\$ 895.234,00	7,69	R\$ 10.742.807,97	92,31	R\$ 895.234,00	7,69	R\$ 11.638.041,97	100,00
6	LAGOA DE LODO	2,95	R\$ 699.842,45	R\$ 53.834,03	7,69	R\$ 592.174,38	84,62	R\$ 53.834,03	7,69	R\$ 646.008,42	92,31	R\$ 53.834,03	7,69	R\$ 699.842,45	100,00
7	DESIDRATAÇÃO	6,56	R\$ 1.557.371,60	R\$ 311.474,32	20,00	R\$ 934.422,96	60,00	R\$ 311.474,32	20,00	R\$ 1.245.897,28	80,00	R\$ 311.474,32	20,00	R\$ 1.557.371,60	100,00
8	REDES DE INTERLIGAÇÃO	3,84	R\$ 910.576,51	R\$ 130.082,36	14,29	R\$ 650.411,79	71,43	R\$ 130.082,36	14,29	R\$ 780.494,15	85,71	R\$ 130.082,36	14,29	R\$ 910.576,51	100,00

CENTRO OPERACIONAL DE DESENVOLVIMENTO E SANEAMENTO DE UBERABA

AV.DA SAUDADE, 755-A – SANTA MARTA - CEP: 38.060-000 - FONE: (34)-3318-6000

CGC(MF): 25.433.004/0001-94 – www.codau.com.br



Centro Operacional de Desenvolvimento
e Saneamento de Uberaba

9	ESTRUTURA DAS CAIXAS	2,42	R\$ 573.850,76	R\$ 95.641,79	16,67	R\$ 95.641,79	16,67	R\$ 95.641,79	16,67	R\$ 191.283,59	33,33	R\$ 95.641,79	16,67	R\$ 286.925,38	50,00
10	GALPÃO DE LODO	0,82	R\$ 193.851,48	R\$ 27.693,07	14,29	R\$ 138.465,34	71,43	R\$ 27.693,07	14,29	R\$ 166.158,41	85,71	R\$ 27.693,07	14,29	R\$ 193.851,48	100,00
11	PREDIO DA OPERAÇÃO	3,44	R\$ 815.252,54	R\$ 62.711,73	7,69	R\$ 689.829,07	84,62	R\$ 62.711,73	7,69	R\$ 752.540,81	92,31	R\$ 62.711,73	7,69	R\$ 815.252,54	100,00
12	URBANIZAÇÃO	4,61	R\$ 1.094.031,48		0,00		0,00		0,00		0,00	R\$ 156.290,21	14,29	R\$ 156.290,21	14,29
13	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E AUTOMAÇÃO	7,58	R\$ 1.799.338,65	R\$ 199.926,52	11,11	R\$ 199.926,52	11,11	R\$ 199.926,52	11,11	R\$ 399.853,03	22,22	R\$ 199.926,52	11,11	R\$ 599.779,55	33,33
14	SERVIÇOS FINAIS	0,40	R\$ 95.297,83		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
TOTAL		100,00	R\$ 23.727.336,16	R\$ 1.945.789,23	8,20	R\$ 16.773.204,90	70,69	R\$ 1.945.789,23	8,20	R\$ 18.718.994,14	78,89	R\$ 2.102.079,45	8,86	R\$ 20.821.073,58	87,75

Tabela 4.4 (continuação) – Cronograma Físico-Financeiro da Implantação da ETE Rio Uberaba

Item	DISCRIMINAÇÃO DO SERVIÇO	Peso %	Obra/ Serviço	MÊS 19				MÊS 20				MÊS 21			
				Valor	%	Valor acumulado	% Acum.	Valor	%	Valor acumulado	% Acum.	Valor	%	Valor acumulado	% ACUM.
1	MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO	3,26	R\$ 773.478,00		0,00	R\$ 386.739,00	50,00		0,00	R\$ 386.739,00	50,00		0,00	R\$ 386.739,00	50,00
2	SERVIÇOS PRELIMINARES	0,99	R\$ 234.924,80		0,00	R\$ 234.924,80	100,00		0,00	R\$ 234.924,80	100,00		0,00	R\$ 234.924,80	100,00
3	TRATAMENTO PRELIMINAR	3,39	R\$ 803.606,93		0,00	R\$ 803.606,93	100,00		0,00	R\$ 803.606,93	100,00		0,00	R\$ 803.606,93	100,00
4	REATOR ANAEROBIO	10,70	R\$ 2.537.871,16		0,00	R\$ 2.537.871,16	100,00		0,00	R\$ 2.537.871,16	100,00		0,00	R\$ 2.537.871,16	100,00
5	LAGOAS AERADAS	49,05	R\$ 11.638.041,97		0,00	R\$ 11.638.041,97	100,00		0,00	R\$ 11.638.041,97	100,00		0,00	R\$ 11.638.041,97	100,00
6	LAGOA DE LODO	2,95	R\$ 699.842,45		0,00	R\$ 699.842,45	100,00		0,00	R\$ 699.842,45	100,00		0,00	R\$ 699.842,45	100,00

CENTRO OPERACIONAL DE DESENVOLVIMENTO E SANEAMENTO DE UBERABA

AV.DA SAUDADE, 755-A – SANTA MARTA - CEP: 38.060-000 - FONE: (34)-3318-6000

CGC(MF): 25.433.004/0001-94 – www.codau.com.br



Centro Operacional de Desenvolvimento
e Saneamento de Uberaba

7	DESIDRATAÇÃO	6,56	R\$ 1.557.371,60		0,00	R\$ 1.557.371,60	100,00		0,00	R\$ 1.557.371,60	100,00		0,00	R\$ 1.557.371,60	100,00
8	REDES DE INTERLIGAÇÃO	3,84	R\$ 910.576,51		0,00	R\$ 910.576,51	100,00		0,00	R\$ 910.576,51	100,00		0,00	R\$ 910.576,51	100,00
9	ESTRUTURA DAS CAIXAS	2,42	R\$ 573.850,76	R\$ 95.641,79	16,67	R\$ 382.567,17	66,67	R\$ 95.641,79	16,67	R\$ 478.208,97	83,33	R\$ 95.641,79	16,67	R\$ 573.850,76	100,00
10	GALPÃO DE LODO	0,82	R\$ 193.851,48		0,00	R\$ 193.851,48	100,00		0,00	R\$ 193.851,48	100,00		0,00	R\$ 193.851,48	100,00
11	PREDIO DA OPERAÇÃO	3,44	R\$ 815.252,54		0,00	R\$ 815.252,54	100,00		0,00	R\$ 815.252,54	100,00		0,00	R\$ 815.252,54	100,00
12	URBANIZAÇÃO	4,61	R\$ 1.094.031,48	R\$ 156.290,21	14,29	R\$ 312.580,42	28,57	R\$ 156.290,21	14,29	R\$ 468.870,63	42,86	R\$ 156.290,21	14,29	R\$ 625.160,85	57,14
13	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E AUTOMAÇÃO	7,58	R\$ 1.799.338,65	R\$ 199.926,52	11,11	R\$ 799.706,07	44,44	R\$ 199.926,52	11,11	R\$ 999.632,58	55,56	R\$ 199.926,52	11,11	R\$ 1.199.559,10	66,67
14	SERVIÇOS FINAIS	0,40	R\$ 95.297,83		0,00	R\$	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
TOTAL		100,00	R\$ 23.727.336,16	R\$ 451.858,52	1,90	R\$ 21.272.932,10	89,66	R\$ 451.858,52	1,90	R\$ 21.724.790,62	91,56	R\$ 451.858,52	1,90	R\$ 22.176.649,15	93,46

Tabela 4.4 (continuação) – Cronograma Físico-Financeiro da Implantação da ETE Rio Uberaba

Item	DISCRIMINAÇÃO DO SERVIÇO	Peso %	Obra/ Serviço	MÊS 22				MÊS 23				MÊS 24			
				Valor	%	Valor acumulado	% Acum.	Valor	%	Valor acumulado	% Acum.	Valor	%	Valor acumulado	% ACUM.
1	MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO	3,26	R\$ 773.478,00		0,00	R\$ 386.739,00	50,00		0,00	R\$ 386.739,00	50,00	R\$ 386.739,00	50,00	R\$ 773.478,00	100,00
2	SERVIÇOS PRELIMINARES	0,99	R\$ 234.924,80		0,00	R\$ 234.924,80	100,00		0,00	R\$ 234.924,80	100,00		0,00	R\$ 234.924,80	100,00
3	TRATAMENTO PRELIMINAR	3,39	R\$ 803.606,93		0,00	R\$ 803.606,93	100,00		0,00	R\$ 803.606,93	100,00		0,00	R\$ 803.606,93	100,00
4	REATOR ANAEROBIO	10,70	R\$ 2.537.871,16		0,00	R\$ 2.537.871,16	100,00		0,00	R\$ 2.537.871,16	100,00		0,00	R\$ 2.537.871,16	100,00
5	LAGOAS AERADAS	49,05	R\$ 11.638.041,97		0,00	R\$ 11.638.041,97	100,00		0,00	R\$ 11.638.041,97	100,00		0,00	R\$ 11.638.041,97	100,00

CENTRO OPERACIONAL DE DESENVOLVIMENTO E SANEAMENTO DE UBERABA

AV.DA SAUDADE, 755-A – SANTA MARTA - CEP: 38.060-000 - FONE: (34)-3318-6000

CGC(MF): 25.433.004/0001-94 – www.codau.com.br



Centro Operacional de Desenvolvimento
e Saneamento de Uberaba

6	LAGOA DE LODO	2,95	R\$ 699.842,45		0,00	R\$ 699.842,45	100,00		0,00	R\$ 699.842,45	100,00		0,00	R\$ 699.842,45	100,00
7	DESIDRATAÇÃO	6,56	R\$ 1.557.371,60		0,00	R\$ 1.557.371,60	100,00		0,00	R\$ 1.557.371,60	100,00		0,00	R\$ 1.557.371,60	100,00
8	REDES DE INTERLIGAÇÃO	3,84	R\$ 910.576,51		0,00	R\$ 910.576,51	100,00		0,00	R\$ 910.576,51	100,00		0,00	R\$ 910.576,51	100,00
9	ESTRUTURA DAS CAIXAS	2,42	R\$ 573.850,76		0,00	R\$ 573.850,76	100,00		0,00	R\$ 573.850,76	100,00		0,00	R\$ 573.850,76	100,00
10	GALPÃO DE LODO	0,82	R\$ 193.851,48		0,00	R\$ 193.851,48	100,00		0,00	R\$ 193.851,48	100,00		0,00	R\$ 193.851,48	100,00
11	PREDIO DA OPERAÇÃO	3,44	R\$ 815.252,54		0,00	R\$ 815.252,54	100,00		0,00	R\$ 815.252,54	100,00		0,00	R\$ 815.252,54	100,00
12	URBANIZAÇÃO	4,61	R\$ 1.094.031,48	R\$ 156.290,21	14,29	R\$ 781.451,06	71,43	R\$ 156.290,21	14,29	R\$ 937.741,27	85,71	R\$ 156.290,21	14,29	R\$ 1.094.031,48	100,00
13	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E AUTOMAÇÃO	7,58	R\$ 1.799.338,65	R\$ 199.926,52	11,11	R\$ 1.399.485,62	77,78	R\$ 199.926,52	11,11	R\$ 1.599.412,13	88,89	R\$ 199.926,52	11,11	R\$ 1.799.338,65	100,00
14	SERVIÇOS FINAIS	0,40	R\$ 95.297,83		0,00		0,00		0,00		0,00	R\$ 95.297,83	100,00	R\$ 95.297,83	100,00
TOTAL		100,00	R\$ 23.727.336,16	R\$ 356.216,73	1,50	R\$ 22.532.865,87	94,97	R\$ 356.216,73	1,50	R\$ 22.889.082,60	96,47	R\$ 838.253,56	3,53	R\$ 23.727.336,16	100,00

CENTRO OPERACIONAL DE DESENVOLVIMENTO E SANEAMENTO DE UBERABA

AV.DA SAUDADE, 755-A – SANTA MARTA - CEP: 38.060-000 - FONE: (34)-3318-6000

CGC(MF): 25.433.004/0001-94 – www.codau.com.br

- Custos de Operação**

ETE Rio Uberaba

Pessoal de Manutenção e Operação	Quantidade	Salário + Leis Sociais (R\$)	Total (R\$)
Engenheiro chefe	0,30	3.960,00	1.188,00
Encarregado de Operação	0,50	1.430,00	715,00
Operador	2,0	880,00	1.760,00
Mecânico industrial	0,40	1320,00	528,00
Eletricista	0,40	1320,00	528,00
Auxiliar operacional	3,0	550,00	1.650,00
Vigia	2,0	550,00	1.100,00
Total			7.469,00
Despesa com Energia Elétrica			
Consumo mensal	364.659,41	kw.h/mês	
Consumo mensal na ponta	91.164,85	kw.h/mês	
Consumo mensal normal	273.494,56	kw.h/mês	
Demanda na ponta	394,42	kw.h/mês	
Demanda fora da ponta	13147	kw.h/mês	
Tarifa pelo consumo na ponta	0,15	R\$/kwh	
Tarifa pelo consumo fora da ponta	0,08	R\$/kwh	
Tarifa pela demanda na ponta	22,45	R\$/kw.h.mês	
Tarifa pela demanda fora da ponta	7,48	R\$/kw.h.mês	
Total	44.024,37	R\$/mês	
Pessoal	(R\$)		
Energia elétrica	7.469,00		
Insumos	44.024,37		
Total mensal	10.298,67		
Taxa de correção anual	8,00	%	
Horizonte de projeto	25	Ano	

Valor presente operação	8.006.056,59		
-------------------------	--------------	--	--

4.2.2.15 - Rotina e manutenção preventiva e/ou corretiva do sistema de tratamento proposto

Alguns itens relativos à manutenção preventiva já foram apresentados neste documento, na descrição dos elementos do processo. Detalhes quanto a procedimentos de manutenção preventiva e/ou corretivas de equipamentos deverão ser fornecidos pelos fabricantes, e/ou pelo manual de operação e manutenção do sistema de tratamento que será fornecido no Projeto Executivo.

Deverá ser previsto em toda a área do empreendimento sinalização de emergência, e de áreas de risco para alta tensão e queda, além de especificações de uso de EPI. A unidade deverá atender ainda às normas de manuseio de equipamentos elétricos e produtos químicos.

4.2.2.16 – Atendimento aos padrões de lançamento previstos no artigo 15 da Deliberação Normativa COPAM 010/86

A projetista garante o atendimento aos padrões de lançamento previstos no artigo 15º da Deliberação Normativa COPAM 010/86, bem como a eficiência de projeto, e a não emissão de odores incômodos decorrentes da operação do sistema de tratamento proposto, levando-se em conta o tipo de ocupação das áreas próximas ao estabelecimento.

4.2.2.17 - Proposta de monitoramento dos efluentes líquidos

Serão realizadas análises rotineiras do efluente bruto e tratado, considerando-se os seguintes parâmetros: DBO_{5,20}, DQO, pH, sólidos sedimentáveis, sólidos em suspensão, óleos e graxas e coliformes. A frequência de análises deverá ser mensal, caso os padrões de lançamento estejam sendo atendidos, ou mais frequentes quando algum problema for detectado. Os parâmetros constantes no CONAMA 357/05, artigo 34, que estabelece os padrões de lançamento de fontes poluidoras, deverão ser verificados pelo menos uma vez após o sistema estar operando em regime estável.

O manual de operação deverá contemplar e detalhar os parâmetros e periodicidade, bem como os pontos de coleta internos e de emissão que deverão ser avaliados para controle operacional.

4.3 - Águas Pluviais

As vias de circulação no entorno dos reatores e lagoas serão em cascalho ou brita e as demais vias serão executadas em pavimentação asfáltica, com meio fio dos dois lados da pista de rolagem. O projeto de drenagem será detalhado de forma a não permitir acúmulo de água no leito da via. 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 Uberaba. As águas pluviais coletadas serão lançadas através de dissipadores de energia, situadas em local adequado, junto à margem do rio. Sobre as cristas dos taludes, será executada uma via de circulação com uma camada de 5 cm de brita 2, compactada sobre a base nivelada do talude. Estas vias deverão possuir canaleta de concreto em um lado da via, com ligeira inclinação para o lado da canaleta. A canaleta deverá ser assentada sempre no lado do talude externo. As canaletas destinarão a água recolhida para a rede de águas pluviais.

A possibilidade de contaminação destas águas pluviais dentro da ETE é mínima, uma vez que as caçambas de armazenamento de lodo (ETE Rio Uberaba) são seladas e tampadas, e os tanques de armazenamento de polieletrólito também.

As plantas da rede de coleta de águas pluviais encontram-se no Anexo II (Planta 07 da ETE Rio Uberaba).

4.4 - Redes Internas de Coleta de Esgoto

As redes internas de esgoto sanitário serão detalhadas no projeto executivo.

Explicita-se neste ponto que haverá segregação dos efluentes sanitários relativamente à rede de águas pluviais, não ocorrendo lançamentos clandestinos nesta última. Da mesma forma, assegura-se que as águas de drenagem pluvial não estarão indevidamente direcionadas para unidades de tratamento de efluentes.

4.5 - Pontos de Lançamento do Efluente no Corpo Hídrico Receptor

As plantas que apresentam os pontos de lançamento de efluentes líquidos no corpo hídrico receptor encontram-se no Anexo II, sendo que os pontos de lançamento de águas pluviais podem ser observados nas plantas 07 da ETE Rio Uberaba, e os

pontos de lançamento de esgoto tratado estão apresentados nas plantas 05 da ETE Rio Uberaba. Tais pontos deverão ser mantidos em evidência e com acesso facilitado, para fins de fiscalização.

A vazão média de saída de águas pluviais é bastante variável e dependente do regime de chuvas da região.

A vazão média de lançamento do esgoto tratado pode ser considerada a mesma da vazão média de entrada, ou seja, 1.673,11 m³/h para a ETE Rio Uberaba.

4.6 - Efluentes Atmosféricos

4.6.1 - Projeto Básico

O projeto básico dos sistemas de coleta e tratamento dos gases gerados na ETE foi elaborado pela mesma projetista do Projeto Básico da ETE.

4.6.1.1 – Caracterização quantitativa e qualitativa

As características dos efluentes gasosos gerados na ETE relativas à sua composição e quantidade são muito variadas. No entanto sabe-se que 50 a 70% deste biogás é formado por metano. Outro componente do biogás é o gás sulfídrico, importante por suas características odoríferas e de toxicidade. Por causa de grande variação, adotam-se valores de produção de biogás encontrados na Literatura ou obtidos no dia a dia do funcionamento de outras ETEs. Com estas informações a projetista desenvolveu o projeto.

Uma caracterização detalhada só poderá ser fornecida após ser dada a partida das unidades.

4.6.1.2 – Detalhamento do projeto

A geração de gases ocorre principalmente nos reatores anaeróbios. Internamente, estes reatores terão um defletor para coleta de gases, executados com o emprego de telhas de alumínio trapezoidais, de espessura de 1 mm. As telhas deverão ser fixadas utilizando acessórios de alumínio, na mesma linha do fabricante das telhas, recebendo também na sua junção com a estrutura de concreto, acabamento de vedação utilizando fita apropriada, da linha do fabricante das telhas. As telhas defletoras de gás conduzirão o gás formado até uma câmara central

superior, executada em concreto armado, que tem a função de coletar os gases e conduzi-los até a tubulação que leva aos queimadores de gás.

A produção de gás foi estimada em cerca de 1.700 m³/d de biogás para a ETE Rio Uberaba, com 70% de CH₄ o qual será encaminhado para dois sistemas com queimadores, de forma a evitar sua liberação para a atmosfera. Os conjuntos queimadores de gás serão constituídos de válvula de purga automática da linha, válvula corta – chamas e o queimador. Os conjuntos deverão ser executados em ferro fundido, de forma a escoar, individualmente, a vazão total de gás prevista para a estação.

Em todas caixas de passagem existentes entre os reatores anaeróbios de fluxo ascendente e as lagoas aeradas de mistura completa está prevista a colocação de uma tubulação de exaustão de ar, de forma a impedir a liberação de maus odores para a atmosfera. Esta tubulação de PVC, em diâmetros de 75 e 150 mm, conforme projeto, será interligada a um exaustor centrífugo industrial, com vazão de 150 m³/hora, em aço inoxidável, que vai conduzir o ar recolhido a um sistema de filtração. O sistema de filtração será constituído de um tanque escavado no próprio terreno, medindo 5,00 x 6,00 m na sua parte superior e com profundidade de 1,5 m, que será preenchido por uma camada de 1 m de material filtrante. Este material deverá ser produzido mediante uma mistura de material orgânico composto pela seguinte mistura: 20 % de pó de xaxim 20 % de terra vegetal 30% de composto orgânico 30 % de folhas e gravetos O meio filtrante será disposto, sem qualquer tipo de compactação e homogeneamente distribuído, acima de uma camada de brita, onde ficará o sistema de distribuição de ar proveniente do exaustor. Este sistema de distribuição será em tubos de PVC perfurados, conforme projeto. Para manter a umidade do meio filtrante deverá ser colocado um ponto de água junto ao filtro.

Todo o detalhamento do projeto do sistema de coleta e tratamento dos gases, estão apresentadas no Anexo II (plantas 16, 21 e 24 da ETE Rio Uberaba).

4.6.1.3 - Estimativas de custos de operação e implantação

Os custos de implantação e operação destas unidades estão apresentados juntamente com as demais unidades da ETE, não tendo sido realizada uma estimativa exclusiva para este item.

4.6.1.4 - Cronograma de implantação

As etapas de implantação dos sistemas de tratamento de efluentes atmosféricos estão apresentadas juntamente com as demais unidades da ETE, não tendo sido realizada uma estimativa exclusiva deste item.

4.6.1.5 - Descrição da rotina operacional do sistema proposto

A descrição detalhada da operação do sistema proposto será realizada no projeto executivo.

4.7 - Resíduos Sólidos

A única geração de resíduos sólidos da ETE é de lodo nas unidades de desidratação e secagem, classificado como Classe 2; e detritos do tratamento preliminar, como óleos e graxas, materiais sólidos grosseiros e areia. Assim como o lodo, a areia, gordura e os sólidos grosseiros serão destinados ao aterro sanitário municipal. A Prefeitura Municipal de Uberaba emitiu documento dando sua anuência ao recebimento destes resíduos.

4.8 - Procedimentos para situações de emergência na área da ETE

Impacto potencial: extravasamento de efluentes nos cursos d'água decorrentes da operação da elevatória do Sistema Uberaba que está condicionado ao funcionamento dos conjuntos moto-bombas. Eventuais problemas e ou falta de energia elétrica podem acarretar extravasamentos, possibilitando o lançamento de efluentes no rio e a conseqüente poluição do mesmo.

Medidas: manutenção preventiva periódica do sistema elevatório; bombas de reserva instalada; instalação de reservatório pulmão com capacidade de armazenamento emergencial durante 2 horas; e comunicação do fato à população situada a jusante.

Impacto: Geração de maus odores nas unidades de tratamento preliminar / Derramamento de lodo no solo e/ou corpo hídrico.

Medida: Os impactos decorrentes da fase de operação da ETE são minimizados ou mesmo eliminados quanto mais eficiente for a operação das estações.

Quanto à geração de maus odores elas estão ligadas a um desequilíbrio operacional, tendo como medida imediata o acionamento de profissionais responsáveis verificando e corrigindo parâmetros operacionais indicadores dos problemas (ex: abaixamento de pH e alcalinidade, sobrecarga no sistema, aumento de ácidos voláteis na unidade anaeróbia, falta de oxigênio na unidade aeróbia); Para prevenir o derramamento de lodo no solo e/ou corpo hídrico deve-se ter cuidados especiais com as áreas de manejo, tratamento e transporte de lodo através de obras e/ou dispositivos de contenção do lodo. Caso haja derramamento acidental no solo, o mesmo deverá ser contido em menor área possível e removido imediatamente para o sistema de tratamento do lodo.

Impacto: Incêndio e/ou explosão no sistema de queima de biogás.

Medida: isolamento da área; sinalização de segurança adequada na área; desligamento de energia elétrica; utilizar equipamentos de segurança contra incêndio; acionar a unidade de corpo de bombeiros.

4.9 - Sistema de prevenção e combate a incêndios

A declaração do Corpo de Bombeiros relativa à adequação do sistema de prevenção e combate a incêndios será obtida *a posteriori*, uma vez que este nível de detalhamento constará no projeto executivo.

4.10 - Desativação do estabelecimento

O sistema foi projetado para um horizonte de 25 anos. Após este período poderão ser realizadas ampliações ou a construção de novas ETEs para suprir a demanda da comunidade. O empreendimento não deverá ser desativado após este período.

5 - BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DA CIDADE DE UBERABA - MG, 1999 – CONEN - Consultoria e Engenharia Ltda.

DIAGNÓSTICO DOS SERVIÇOS DE ÁGUA E ESGOTOS - 2000 – SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO - SNIS – PROGRAMA DE MODERNIZAÇÃO DO SETOR SANEAMENTO - PMSS, Brasília / DF, 2001 – IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.

ESTUDO DE CONCEPÇÃO DO SISTEMA DE COLETA E TRATAMENTO DE ESGOTO DE UBERABA, 1999 – SANECISTE – Saneamento e Meio Ambiente S.A.

INFORMAÇÕES CENSITÁRIAS DA POPULAÇÃO DO MUNICÍPIO DE UBERABA VIA INTERNET, 2002 - IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

RELATÓRIO AVALIAÇÃO TÉCNICA, ECONÔMICO-FINANCEIRA E JURÍDICA DO SISTEMA DE ESGOTO SANITÁRIO DE UBERABA – MG, 2001 – ENGEVIX.

ANEXO I – MEMORIAL DE CÁLCULO

ANEXO II – DESENHOS

ÍNDICE

1 – Introdução	2
2 – Apresentação	2
3 - Ruídos	3
4 - Efluentes Líquidos	3
4.1 - Efluentes Líquidos Industriais	3
4.2 - Esgoto Sanitário	4
4.2.1 - Concepção do Sistema de Tratamento	4
4.2.2 - Projeto Básico	5
4.3 - Águas Pluviais	45
4.4 - Redes Internas de Coleta de Esgoto	45
4.5 - Pontos de Lançamento do Efluente no Corpo Hídrico Receptor	45
4.6 - Efluentes Atmosféricos	46
4.6.1 - Projeto Básico	46
4.7 - Resíduos Sólidos	48
4.8 - Procedimentos para situações de emergência na área da ETE	48
4.9 - Sistema de prevenção e combate a incêndios	49
4.10 - Desativação do estabelecimento	49
5 - Bibliografia Consultada	50