



ESTADO DE MATO GROSSO
PREFEITURA MUNICIPAL DE VILA RICA
CNPJ: 03.238.862/0001-45



ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO DE VILA RICA - MT

Agosto 2013



1 – INTRODUÇÃO

O presente contexto constitui um projeto básico da Estação de Tratamento de Esgotos de Vila Rica.

Vila Rica é uma cidade que abrange atualmente uma população da ordem de 13.962 habitantes, segundo fonte IBGE (2010) e sua situação sanitária pode ser considerada precária; apesar de dispor de um sistema de abastecimento de água, não dispõe de sistema de esgotamento sanitário.

De maneira geral, os esgotos produzidos na área urbana são dispostos através de fossas sépticas individualizadas, decorrendo dessa prática os problemas a ela inerentes, tais como a limpeza periódica e até mesmo a veiculação do efluente pelas sarjetas das vias públicas.

Assim, é fundamental a implantação do sistema de transporte de efluentes composto por coletores-tronco associados a uma estação elevatória que permita a alimentação do futuro pólo de tratamento.

Com a entrada em carga deste sistema preconizado, será possível dar início ao ciclo do esgotamento sanitário de Vila Rica e a conseqüente melhoria das condições sanitárias da área urbana do município.

O processo adotado para o tratamento dos esgotos de Vila Rica, face à sua simplicidade, baixo custo operacional e eficiência foi o de lagoa de estabilização, de lagoa facultativa e de lagoa de maturação. Tal processo não exige equipamentos, não há consumo de energia elétrica e o efluente final estará dentro dos parâmetros exigido pela legislação vigente.

As lagoas de estabilização são processos de tratamento de esgotos utilizados principalmente para a remoção de matéria orgânica. No entanto, com algumas adaptações no fluxograma e na geometria das lagoas, podem ser alcançadas elevadíssimas eficiências de remoção de organismos patogênicos ou, de forma mais específica, dos seus principais indicadores (coliformes e ovos de helmintos). É possível obter-se ainda uma significativa



remoção de nitrogênio e até mesmo de fósforo. A eficiência da ETE em termos de remoção da carga orgânica medidos pela DBO de entrada e saída estará em torno de 85%.

As unidades de tratamento foram dimensionadas de acordo com a NB-570 (Projeto de Estação de Tratamento de Esgotos) e levando-se também em conta os dados técnicos e parâmetros utilizados em projetos similares.

1.1. Viabilidade Econômica do Sistema

O município de Vila Rica hoje conta com 4083 residências abastecidas com água tratada com qualidade, onde o departamento de água trata 870 metros cúbicos de água, sendo distribuídas através de rede de distribuição até as residências dos moradores.

Portanto a prestação de serviço pública de saneamento básico (água) do município conta, atualmente, com cobertura de atendimento com água tratada de 100% da população urbana com 4083 ligações implantadas gerando uma receita mensal estimada em R\$65.328,00 e uma despesa estimada da ordem de R\$26.614,96.

Após a implantação do sistema de esgotamento sanitário com a construção de 4083 ligações domiciliares de esgoto, o equivalente a 100% das ligações de água, estima-se que a receita gerada no município passe a R\$97.992,60 com uma despesa operacional estimada em R\$46.997,07.



2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DESTINADA À ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO

Para a implantação da Estação de Tratamento dos Esgotos estudaram-se as áreas mais propensas à implantação, avaliando-se os critérios de localização referente à disponibilidade de área, corpo receptor, condições de acesso à área, disponibilidade de energia elétrica, características do solo e a propensão a inundações.

A área que foi destinada para a implantação da Estação de Tratamento de Esgoto está localizada próxima à área urbana do Município de Vila Rica, de acordo com as coordenadas dos marco georreferenciados: M1= 10° 0'22.12"S e 51° 5'56.75" O; M2= 10° 0'7.81"S e 51° 6'1.40" O; M3= 10° 0'11.79"S e 51° 6'21.11" O; M4= 10° 0'24.69"S e 51° 6'17.35" O, Fuso 22L.. A Figura 01 apresenta a localização da ETE.

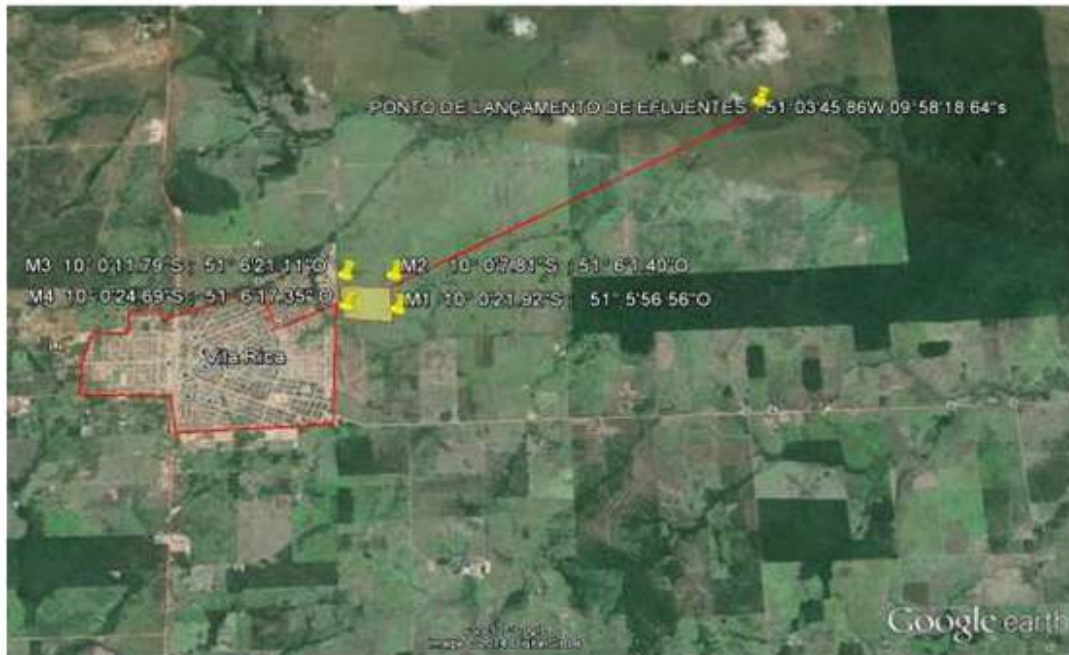


Figura 1. Localização da ETE de Vila Rica.



O terreno da ETE localiza-se próximo a um potencial corpo receptor, o **Corrêgo Ribeirão Beleza** o qual ira receber todo o esgoto tratado. As visitas de campo foram realizadas no período de estiagem, no qual as descargas são consideravelmente superiores aos seus valores médios anuais, sem problema com a vazão. (Figura 02).



Figura 2. Potencial corpo receptor.

A rede coletora encaminhará o efluente até o interceptor, por seus coletores tronco, sendo que especificamente a Bacia 01, 02 e 03 será recalçada para a SB 04 que por conseguinte será recalçada para a Estação de Tratamento de Esgoto (E.T.E.), onde passará por tratamento preliminar e tratamento secundário sendo o efluente final encaminhado para corpo receptor nas proximidades (Córrego Ribeirão Beleza), por meio do emissário.

A Figura 4 mostra o terreno selecionado para a implantação da Estação de Tratamento, estando-se prevista a utilização de 8,00 hectares, considerando-se toda área para área da ETE.



Figura 3. Terreno de localização da ETE.

O acesso viário a ETE apresenta-se em leito natural com traçado definido, sem pavimentação e sem estruturas de drenagem como sarjetas ou bocas de lobo. Paralelo ao eixo da via verifica-se a existência de redes aéreas de distribuição de energia, destinadas ao atendimento às comunidades urbanas próximas com sistema de iluminação pública em funcionamento (Figura 04).



Figura 4. Acesso ao terreno da ETE com presença de energia elétrica.

De acordo com a pesquisa o município de Vila Rica estão representados pelos seguintes tipos de solos: Solos Concrecionários, Latossolos, Neossolos Regolíticos e Litólicos, Neossolos Quartzarênicos, Argissolos, Plintossolos, Planossolos e Organossolos (Dados obtidos a partir de trabalhos de campo e de estudos de Oliveira et al. 1982, Bittencourt Rosa et al. 2002 e adaptação ao Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos da EMBRAPA, 1999)

De acordo com o estudo realizado o solo do local para implantação da Estação de Tratamento de Esgoto, classifica-se como **Neossolos Quartzarênicos**, Neossolos Regolíticos. Verificam-se na Figura 19 as características destas classificações de solo na área de implantação da ETE:



Figura 6. Características do solo na área de localização da ETE

Conforme a EMBRAPA (2006) **Neossolos Quartzarênicos** são solos minerais, não-hidromórficos, profundos, macios quando secos e altamente friáveis



quando úmidos. Apresentam teor de silte inferior a 20% e argila variando entre 15% e 80%, sendo a fração argila composta principalmente por caulinita, óxidos de ferro (goethita e hematita) e óxidos de alumínio (gibbsita). Os Neossolos Quartzarênicos são solos constituídos por material mineral, com horizonte B incipiente subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial. A classe comporta desde solos fortemente até imperfeitamente drenados, de rasos os profundos de cor bruna ou bruno-amarelada até vermelho escuro, e de alta a baixa saturação por bases e atividade química da fração argila.

A partir de informações de moradores locais sobre o histórico de inundações no Município de Vila Rica, verificou-se que a área destinada para a implantação da E.T.E. Não apresenta propensão a inundações e alagamentos.

A Tabela 10 apresenta um resumo das características da área destinada à localização da Estação de Tratamento de Esgoto do Município de Vila Rica.

Tabela 1. Resumo da caracterização da área destinada à localização da Estação de Tratamento de Esgoto – 2013.

LOCALIZAÇÃO DA ETE

CARACTERIZAÇÃO DA POTENCIAL LOCALIZAÇÃO DA ETE		
Localização	Porção norte do perímetro urbano do	
município	Disponibilidade de área	8,00 he.
Acesso	Via sem pavimentação	
Rede de energia elétrica	Não Existente próximo ao terreno da ETE	
Classificação do solo	Argila arenosa marrom vermelhada (Conforme laudo de sondagem,	
anexo)		

2.1. O Corpo Receptor

O corpo receptor dos efluentes desta ETE é o Córrego da Barragem.

Atualmente, o Córrego da Barragem não está enquadrado em nenhuma das classes estabelecidas pelo CONAMA. Na falta de enquadramento específico pelas autoridades estaduais, consideraremos este enquadramento na Classe 2, com os parâmetros de qualidade de água definidos na Resolução 357 de 2005 do CONAMA. Não existem dados disponíveis sobre a qualidade do corpo receptor, que confirmam o enquadramento.



A seguir são apresentados os valores dos principais parâmetros de qualidade de água para diferentes classes de rios, estabelecidas pela Resolução 357/2.005 do CONAMA.

Quadro 1 - Valores de parâmetros de qualidade de água em função da classe do rio, segundo a Resolução CONAMA 357/05.

Parâmetro	Classe 2
DBO (mgO ₂ /L)	≤5,0*
OD (mgO ₂ /L)	≥5,0
N-amoniaco (mgN/L – para pH≤7,5)	≤3,7
N-nitrito (mgN/L)	≤1,0
N-nitrato (mgN/L)	≤10,0***
Fósforo total (mgP/L) – escoamento lótico	≤0,10
Clorofila a (µg/L)	≤30
Densidade de cianobactérias (cel/mL)	≤50.000
Coliformes termotolerantes (1/100mL)	1.000
Odor e aspecto	Não objetável

* os limites de DBO das classes 2 e 3 poderão ser elevados, caso o estudo de autodepuração do corpo receptor demonstre que as concentrações mínimas de OD previstas não serão desobedecidas na vazão de referência, com exceção da zona de mistura.

** Os valores máximos admissíveis dos parâmetros relativos às formas químicas de N e P, nas condições de vazão de referência, poderão ser alterados em decorrência de condições naturais, ou quando estudos ambientais específicos, que considerem também a poluição difusa, comprovem que esses novos limites não acarretarão prejuízos para os usos previstos no enquadramento do corpo de água.

*** O limite de N-nitrato é em função do uso da água para abastecimento para consumo humano

- ✓ Águas de classe 2 podem ser destinadas:
- ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
 - à proteção das comunidades aquáticas;
 - à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA 274/2.000



- à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e
- à aquicultura e à atividade de pesca.

Segundo a resolução CONAMA 430/11, Para o lançamento direto de efluentes oriundos de sistemas de tratamento de esgotos sanitários deverão ser obedecidas as seguintes condições e padrões específicos:

I - Condições de lançamento de efluentes:

- a) pH entre 5 e 9;
- b) temperatura: inferior a 40°C, sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3°C no limite da zona de mistura;
- c) materiais sedimentáveis: até 1 mL/L em teste de 1 hora em cone Imhoff. Para o lançamento em lagos e lagoas, cuja velocidade de circulação seja praticamente nula, os materiais sedimentáveis deverão estar virtualmente ausentes;
- d) Demanda Bioquímica de Oxigênio-DBO 5 dias, 20°C: máximo de 120 mg/L, sendo que este limite somente poderá ser ultrapassado no caso de efluente de sistema de tratamento com eficiência de remoção mínima de 60% de DBO, ou mediante estudo de autodepuração do corpo hídrico que comprove atendimento às metas do enquadramento do corpo receptor.
- e) substâncias solúveis em hexano (óleos e graxas) até 100 mg/L; e
- f) ausência de materiais flutuantes.

A jusante da ETE, as águas desse rio são utilizadas para diversos usos de contato direto e para a dessedentação de animais.



3 - PARÂMETROS DE PROJETO

A partir dos estudos de previsão populacional para o município de Vila Rica, optou-se por dimensionar a estação para um horizonte de 20 anos, atendendo a população prevista para o ano de 2033. A seguir é apresentado o quadro com a estimativa da evolução populacional para o município de Vila Rica no período de 2010 a 2033.

4. PROJETO PROPOSTO PARA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITARIO NO MUNICIPIO DE VILA RICA- MT

4.1 Concepção

Introdução

A solução de esgotamento sanitário mais freqüentemente usada para o atendimento de um município se faz dos sistemas denominados convencionais.

As unidades que podem compor um sistema convencional de esgotamento sanitário são as seguintes:

- Canalizações : coletores, interceptores, emissários;
- Estações elevatórias
- Órgãos complementares e acessórios
- Estações de tratamento;
- Disposição final;
- Obras especiais

Ao se estudar as alternativas de esgotamento sanitário de uma localidade, é usual delimitar-se as bacias sanitárias a serem esgotadas.

Tratamento dos Esgotos

Objetivos do Tratamento



Os objetivos que se deseja alcançar com a implantação de uma estação de tratamento de esgotos sanitários referem-se à remoção dos principais poluentes presentes nas águas residuárias.

Legislação Ambiental

A qualidade dos esgotos tratados que se deve alcançar através do tratamento deve satisfazer à legislação ambiental vigente. Para a compreensão desta legislação, é necessário conhecer os seguintes conceitos:

Classificação dos corpos d'água

Padrão de lançamento

Padrão do corpo receptor

A resolução CONAMA n°20 de 18/06/86, apresenta os padrões para lançamento, bem como a classificação das águas doces em função dos usos preponderantes.

Níveis do tratamento

O grau de remoção dos poluentes no tratamento, de forma a adequar o lançamento a uma qualidade desejada ou ao padrão de qualidade vigente está associado aos conceitos de nível do tratamento e eficiência do tratamento.

Usualmente, consideram-se os seguintes níveis para o tratamento dos esgotos domésticos:

Preliminar;

Primário

Secundário

Terciário (apenas eventualmente)

4.2 DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE TRATAMENTO ADOTADO PARA O PROJETO

O processo para Tratamento do Esgoto adotado para a ETE de Vila Rica será constituído de:

- Tratamento Preliminar
- Grade de limpeza manual
- Desarenador manual tipo canal
- Medidor de vazão tipo Parshall
- Lagoa facultativa



- Lagoa de maturação

Três etapas distintas compõem as diversas fases do processo da Estação de Tratamento de Esgotos de Vila Rica-MT.

Tratamento Preliminar

- ❖ **Remoção de sólidos grosseiros**
- ❖ **Remoção de gorduras; e**
- ❖ **Remoção de areia**

- **Generalidade**

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

- **Gradeamento**

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

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

A remoção deve ser realizada através de um rastelo, de forma manual pelo técnico responsável pela limpeza. O material removido será depositado em uma plataforma perfurada, adaptado no próprio canal, permitindo que o líquido livre retorne ao desarenador e receba o devido tratamento.

O material sólido da plataforma será posteriormente ensacado e encaminhado ao aterro sanitário.



- Desarenador

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

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

O desarenador é formado por dois canais que operam independentemente, de tal modo que enquanto um trabalha o outro recebe manutenção e limpeza.

A interrupção do fluxo é realizada por “stop-logs” que são operados manualmente em cada canal.

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

A areia removida deverá ser misturada e enterrada com os solos da área da ETE, onde serão plantados arbustos e plantas ornamentais.

- Medidor Parshall

As calhas Parshall são medidores de vazão que através de estrangulamento e ressalto, estabelecem, para uma determinada seção vertical a montante, uma relação entre a vazão do fluxo e a lâmina d'água naquela região. Possui pouca perda de carga e é bastante preciso na determinação (leitura) das vazões.

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

- ✓ **Especificação**

O esgoto afluente à ETE passará inicialmente por uma grade de limpeza manual (1) que removerá o material de grande porte presente no líquido.

Este material removido será colocado em carrinho para posterior lançamento em vala sanitária.



Da grade, o esgoto se dirige ao desarenador tipo canal (2), onde a areia será sedimentada. Uma vez que existirão dois canais no desarenador, o isolamento de um deles, através de comportas manuais, permitirá a remoção de areia depositada que também será levada para a vala de aterro sanitário controlado.

O efluente do desarenador passará a seguir por um medidor de vazão tipo Parshall (3) indo para o Reator (4). O efluente líquido do desarenador será distribuído para a Lagoa Facultativa por meio de tubos de alimentação.

Tratamento secundário por lagoa facultativa

- **Generalidade**

As lagoas facultativas, ao contrário das lagoas anaeróbias, são construídas para possuir uma grande área superficial e uma pequena altura de lâmina d'água. A razão disto é que o processo de tratamento dos esgotos por uma lagoa de estabilização facultativa ocorre pela ação da radiação luminosa que penetra na massa líquida, criando condições para o desenvolvimento de um processo de fotossíntese, culminando com um ciclo simbiótico entre algas e bactérias.

4.3 TECNOLOGIAS DE TRATAMENTO DE ESGOTO

1- PROCESSO DOS LODOS ATIVADOS

- **Definição de Lodos Ativados**

Lodo Ativado é o floco produzido num esgoto bruto ou decantado pelo decréscimo de bactérias zooglêias ou outros organismos, na presença de oxigênio dissolvido, e acumulado em concentração suficiente graças ao retorno de outros flocos previamente formados.



- Conceito do processo

O processo dos lodos ativados é biológico. Nele o esgoto afluente e o lodo ativado são intimamente misturados, agitados e aerados (em unidades chamadas tanques de aeração), para logo após se separar os lodos ativados do esgoto (por sedimentação em decantadores). A maior parte do lodo ativado assim separado retorna para o processo, enquanto uma parcela menor é retirada para tratamento específico ou destino final, o chamado lodo em excesso.

O esgoto tratado verte pela canaleta vertedora do decantador no qual ocorreu a separação, caracterizando o efluente final.

O processo dos lodos ativados originou-se na Inglaterra em 1913. Por cerca de 30 anos permaneceu inalterado, só surgindo suas modificações com o avanço tecnológico que permitiu a pesquisa objetiva e eficiente.

- CARACTERÍSTICAS DO TRATAMENTO

A necessidade de oxigênio dos flocos são elevadas, sendo necessário suprir oxigênio ao processo, por absorção forçada da atmosfera ou por injeção de ar no meio líquido. A quantidade de flocos naturalmente presente é relativamente pequena, sendo necessários um tempo muito longo e um volume de tanque muito grande, para tornar efetivo o processo em condições naturais. Por esta razão se mantém nos tanques de aeração uma concentração elevada de flocos, através do retorno contínuo do lodo do decantador secundário aos tanques de aeração.

- VANTAGENS E DESVANTAGENS

O processo apresenta várias situações favoráveis à sua aplicação e algumas contrárias.

Entre as vantagens principais pode-se relacionar:

- ✓ Maior eficiência de tratamento
- ✓ Maior flexibilidade de operação; e
- ✓ Menor área ocupada em relação à filtração biológica.

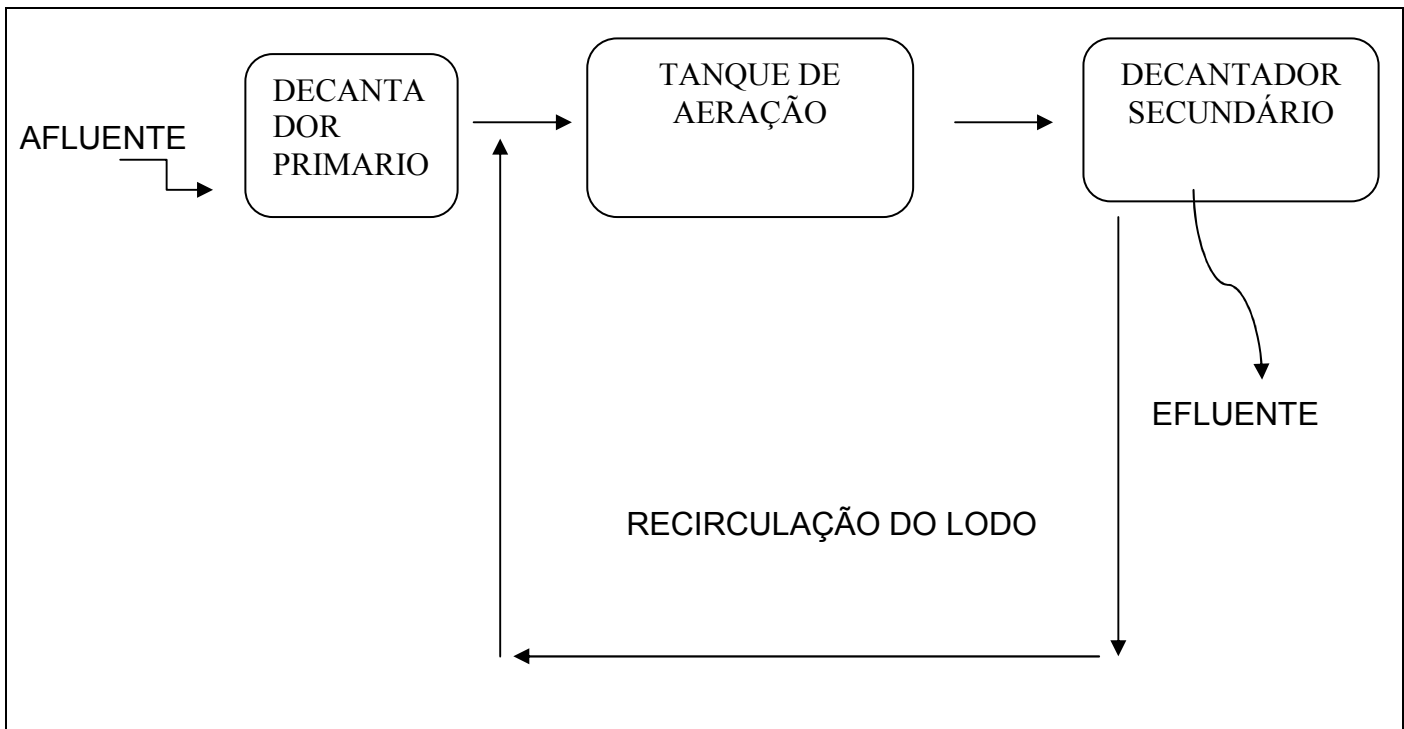
Entre as desvantagens cita-se:

- ✓ Operação mais delicada



- ✓ Necessidade de completo controle de laboratório; e
- ✓ Custo maior de operação em relação à filtração biológica.

- Esquema do processo de lodos ativados



2- PROCESSOS ANAERÓBIOS- REATOR UASB

Conceito do Processo

A evolução recente do tratamento anaeróbio conduziu a que os esgotos, e não apenas o lodo, possam ser tratados em unidades dimensionadas para tal fim, em condições tais que a biomassa formada no interior dessas unidades aí permaneçam por um elevado tempo de residência.

Embora haja há muitos anos o tratamento anaeróbio tenha se firmado como uma solução clássica para a estabilização do lodo de esgotos domésticos, apenas recentemente a aplicação da biotecnologia anaeróbia foi estendida ao tratamento de despejos líquido. A Biotecnologia anaeróbia é recente, e o conhecimento da cinética e das aplicações de modelagem matemática é ainda limitado.



Três fatores fundamentais podem ser considerados para a utilização de reatores anaeróbios de alta taxa tratando esgotos:

- Grande acumulação da biomassa no interior do reator , devido à sedimentação, agregação à sólidos, ou recirculação. Estes sistemas fazem com que o tempo de residência dos microrganismos seja muito maior que o tempo de detenção hidráulico, inclusive dos organismos de mais lento crescimento;
- Melhor contacto entre biomassa e despejo; e
- Melhor atividade da biomassa

É conhecido que a massa de organismos requer condições favoráveis em relação a fatores ambientais e de alimento, bem como em relação à própria geometria e características dor reator. Estes fatores, aliados ao conceito de tempo de retenção de sólidos biológicos, ou idade do lodo, e de tempo de detenção hidráulico, são parâmetros fundamentais. Na verdade, almeja-se um grande tempo de retenção de sólidos para diminuir a produção de lodo a descartar, e um baixo tempo de detenção hidráulico para tornar mais econômica a construção do reator.

TIPOS DE REATORES

Básicamente são duas as formas para retenção do lodo nas unidades de tratamento:

- Sistemas em que o lodo se acha aderido a um material inerte de suporte: o mais conhecido é o “Filtro Anaeróbio”, preenchido com material inerte, de maneira arrumada ou randômica, onde os organismos formam o biofilme. Os filtros anaeróbios são normalmente de fluxo ascendente, podendo ser também descendente; e
- Sistemas em que o lodo se acha suspenso, agregado na forma de floco ou granulo. Neste caso tem-se o chamado “Reator Manta de Lodo”. As bactérias formam flocos ou grânulos que podem ter muito boa sedimentabilidade e forma um colchão ou manta de lodo no interior do reator. Este por sua vez, requer dispositivos bem dimensionados, e projetados para se obter uma separação eficiente de gases, sólidos e líquidos. São também conhecidos



como “RAFA, Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente”, ou “DAFA, Digestor Anaeróbio de Fluxo Ascendente”.

- Sistemas em que o lodo se acha aderido à superfície de material particulado móvel, formando-se um biofilme junto as partículas finas fluidizadas; é op chamado “Reator Anaeróbio de Leito Fluidizado, ou Expandido, RALF”.

REATORES UASB, OU DAFA, OU RAFA

Estes tem constituído o tipo mais utilizado, caracterizando-se por conter as seguintes partes principais:

- Câmara de digestão: inferior, onde se localiza o leito do lodo (manta de lodo), e onde se processa a digestão anaeróbia. O esgoto ao penetrar no interior do UASB, entra por esta zona de lodo, atravessando-a no sentido ascendente. Neste trajeto, parte da matéria orgânica permanece na zona de lodo, iniciando o processo de digestão anaeróbia;
- Separador de fases: dispositivo que fisicamente caracteriza uma zona de sedimentação, e uma câmara de coleta de gases, separando as fases sólida (da camara de digestão), da líquida e gasosa; e na verdade um defletor de gases;
- Zona de transição: entre a camara de digestão e a zona de sedimentação superior;
- Zona de sedimentação: O esgoto penetrando pela abertura da parte inferior, alcança os vertedores de superfície, com uma velocidade ascencional adequada para a sedimentação dos sólidos e flocos , os quais retornam pela abertura da parte inferior, alcança os vertedores de superfície, com uma velocidade ascencional adequada para a sedimentação dos sólidos e flocos, os quais retornam pela abertura das paredes para a zona de transição e de digestão. A parte líquida é recolhida com características de efluente clarificado; e
- Zona de acumulação de gás: o gás produzido na fase de digestão é retido em uma zona superior de acumulação, onde é coletado e eventualmente aproveitado.



✓ Vantagens:

- Satisfatória eficiência na remoção de DBO
 - Baixos requisitos de área
 - Baixos custos de implantação e operação
 - Reduzido consumo de energia
 - Não necessita de meio suporte
 - Construção, operação e manutenção simples
- Baixíssima produção de lodo
 - Estabilização do lodo no próprio reator
 - Boa desidratabilidade do lodo
 - Necessidade apenas da secagem e disposição final do lodo
 - Rápido reinício após períodos de Paralisação

• Fatores adversos que impedem o bom funcionamento da unidade:

- Formação de curto-circuitos: caminhos preferenciais que diminuem o contacto;
- Formação de zonas mortas; e
- Colmatação ou entupimento de sistemas de distribuição mal projetados ou mantidos.

A fim de minorar tais fatores adversos a à boa eficiência do tratamento, algumas recomendações devem ser observadas no desenvolvimento de um projeto. Pode-se citar:

3- LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO

Conceito

As lagoas de estabilização são sistemas de tratamento biológico em que a estabilização da matéria orgânica é realizada pela oxidação bacteriológica (oxidação aeróbia ou fermentação anaeróbia) e/ou redução fotossintética das algas.

De acordo com a forma predominante pela qual se dá à estabilização da matéria orgânica a ser tratada, as lagoas costumam ser classificadas em:

- Anaeróbias: nas quais predominam processos de fermentação anaeróbia; imediatamente abaixo da superfície não existe oxigênio dissolvido;
- Facultativas: nas quais ocorrem, simultaneamente, processos de fermentação anaeróbia, oxidação aeróbia e redução fotossintética; uma zona anaeróbia de atividade bêntica é sobreposta por uma zona aeróbia de atividade biológica, próxima a superfície, as lagoas facultativas são chamadas de primárias, quando recebem esgoto bruto, e secundárias quando recebem o efluente de outra lagoa, em geral anaeróbia;
- Estritamente aeróbias : nas quais se chega a um equilíbrio da oxidação e da



fotossíntese para garantir condições aeróbias em todo o meio; é comum chamar-se de aeróbias as lagoas facultativas, embora não seja plenamente correto;

- De maturação: tem como objetivo principal remover organismos patogênicos, reduz bactérias, vírus, cistos de protozoários e ovos de helmintos; a parcela de redução de sólidos em suspensão e da DBO negligenciável;
- De polimento: tem como objetivo principal o refinamento de outro processo biológico, em particular de um reator anaeróbio de fluxo ascendente, objetivando uma remoção adicional de DBO, nutrientes e organismos patogênicos;
- Aeradas: nas quais se introduz oxigênio no meio líquido através de um sistema mecanizado de aeração; as lagoas aeradas podem ser estritamente aeradas ou aeradas facultativas. As lagoas aeradas devem ser seguidas de uma lagoa de sedimentação;e
- Com macrófitas: usadas como polimento final de um tratamento por lagoas, com objetivo de reduzir nutrientes, sólidos em suspensão e a DBO remanescente. Várias experiências práticas, indicam também a redução de metais. Este tipo de lagoa requer manutenção intensiva, e as áreas sombreadas incentivam a proliferação de moscas e mosquitos, razões pela quais não é recomendável.

Na verdade, as lagoas de estabilização são lagoas, quer naturais, ou artificiais, em que prevalecem condições técnicas adequadas aos fenômenos físicos, químicos e biológicos que caracterizam a autodepuração.

A matéria orgânica é estabilizada principalmente pela ação das bactérias, embora alguns fungos e protozoários também participem do processo.

As bactérias produzem ácidos orgânicos, sob condições anaeróbias, ou CO_2 e água sob condições aeróbias. Uma vez que a DBO do efluente tratado é menor nos casos em que o produto final do metabolismo é CO_2 água, dá-se preferência à realização do processo sob condições aeróbias; além desta razão, a produção de gases mal-cheirosos nos processos anaeróbios, faz-se com que a oxidação aeróbia tenha preferência em geral, pelo menos nas localidades em que aqueles inconvenientes poderiam ser prejudiciais a uma população eventualmente próxima.



- **Tratamento secundário por lagoa facultativa**

As lagoas facultativas, ao contrário das lagoas anaeróbias, são construídas para possuir uma grande área superficial e uma pequena altura de lâmina d'água. A razão disto é que o processo de tratamento dos esgotos por uma lagoa de estabilização facultativa ocorre pela ação da radiação luminosa que penetra na massa líquida, criando condições para o desenvolvimento de um processo de fotossíntese, culminando com um ciclo simbiótico entre algas e bactérias.

Quando os esgotos penetram em uma lagoa facultativa, os sólidos sedimentáveis depositam-se no fundo da lagoa e vão formando uma camada de fundo que funcionará como um digestor anaeróbio. É a região anaeróbia de uma lagoa facultativa.

Sobre a camada anaeróbia existe uma camada que possui oxigênio livre e tem uma coloração esverdeada, devido a um excessivo crescimento das algas. O oxigênio dissolvido presente varia de acordo com a profundidade e com as horas do dia.

O efluente de uma lagoa de estabilização facultativa apresenta uma cor verde bastante acentuada pela presença de algas, possui também outros organismos vivos, como os microcrustáceos e rotíferos, tem um elevado teor de oxigênio dissolvido e não possui sólidos em suspensão sedimentáveis. Durante o processo de funcionamento das lagoas facultativas, a matéria orgânica putrescível dos esgotos é transformada em matéria orgânica viva, que são as algas, bactérias, rotíferos, protozoários, etc.

Nas lagoas de estabilização facultativas as algas e as bactérias vivem em simbiose. A bactéria, ao se nutrir, respirar e multiplicar consome a matéria orgânica presente nos esgotos, consumindo também oxigênio. Como subproduto de seu metabolismo, lança na massa líquida gás carbônico, nitratos, sulfatos e outros sais minerais.

Por sua vez, as algas, utilizando-se desses subprodutos, sintetizam sua própria matéria celular e lançam no meio líquido outro subproduto, que é o oxigênio.

Esse oxigênio será consumido na respiração das bactérias aeróbias, na respiração das algas e dos microorganismos aeróbios presentes na lagoa, desprender-se-á para a atmosfera e terá parte permanecendo dissolvida no seio da massa líquida.

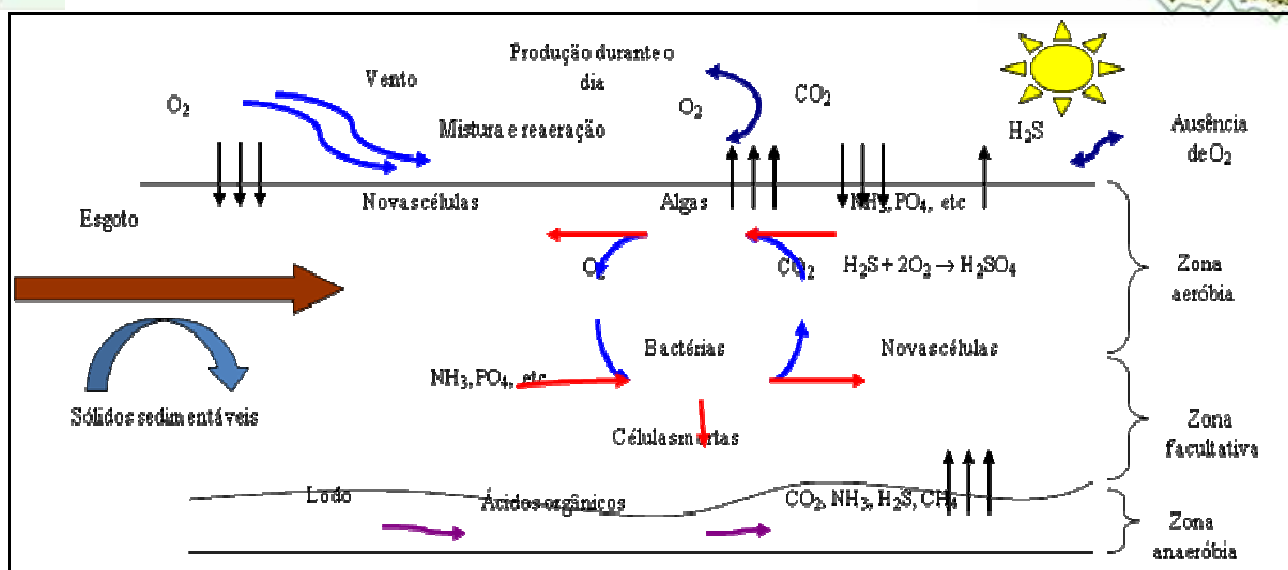


Figura 8 - Esquema simplificado do processo de uma lagoa facultativa

Desinfecção do efluente pela Lagoa de Maturação

As lagoas de maturação possibilitam um pós-tratamento do efluente de qualquer dos sistemas de lagoas de estabilização descritos anteriormente ou, em termos mais amplos, de qualquer sistema de tratamento de esgotos. O principal objetivo das lagoas de maturação é o da remoção de organismos patogênicos, e não da remoção adicional de DBO. As lagoas de maturação constituem-se numa alternativa bastante econômica à desinfecção do efluente por métodos mais convencionais, como a cloração.

O ambiente ideal para os microrganismos patogênicos é o trato intestinal humano ou animal. Fora destes, quer na rede de esgotos, no tratamento de esgotos, ou no corpo receptor, os organismos patogênicos tendem a morrer. Diversos fatores contribuem para tal, como temperatura, insolação, pH, competição, organismos predadores e compostos tóxicos.

Essencialmente, as mesmas características das lagoas de estabilização, as quais conduzem à remoção da matéria orgânica, são também as responsáveis pela remoção/inativação de organismos patogênicos – profundidade reduzida, grandes áreas de espelho d'água expostos à ação da luz solar e elevados tempos de detenção. Nas lagoas de maturação, projetadas com profundidades mais reduzidas, a penetração da luz solar na massa



líquida é facilitada e a atividade fotossintética acentuada, promovendo, de forma também acentuada, a produção de OD, o consumo de CO₂ e, conseqüentemente, a elevação do pH.

Bactérias e vírus são inativados, preponderantemente, pela exposição prolongada à irradiação solar (raios UV), sendo letal a conjugação dos seguintes fatores:

- Radiação solar (radiação ultravioleta)
- Elevado pH (pH > 8,5)
- Elevada concentração de OD

As lagoas de maturação devem, e podem atingir elevadíssimas eficiências na remoção de coliformes – como indicadores da remoção correspondente de bactérias e vírus (E > 99,9 ou 99,99%), para que possam ser cumpridos padrões ou recomendações usuais para utilização direta do efluente para irrigação, ou para a manutenção de diversos usos no corpo receptor.

Cistos de protozoários e ovos de helmintos são removidos da fase líquida por sedimentação. Considerando os tempos de detenção usualmente empregados, as lagoas de maturação, bem como as que a precederem, podem atingir a remoção total de protozoários e helmintos.

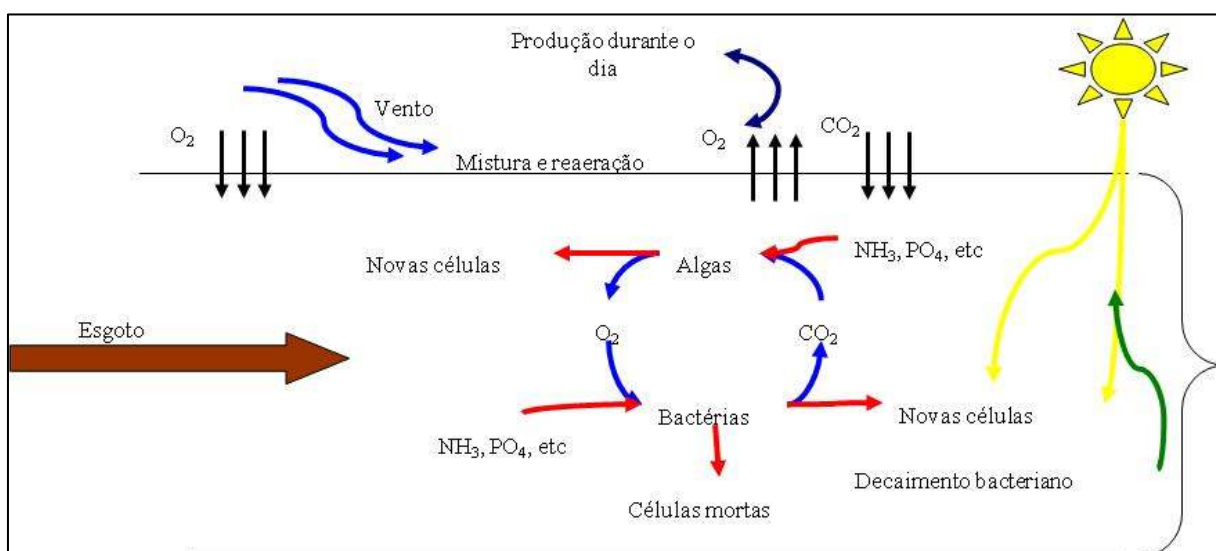


Figura 9 - Esquema simplificado do processo de uma lagoa de maturação



➤ **Justificativa**

As lagoas apresentam excelente eficiência de tratamento. A matéria orgânica dissolvida no efluente das lagoas é bastante estável, e a DBO geralmente encontra-se numa faixa de 30 a 50 mg/L, nas lagoas facultativas (havendo uma separação de algas, esta concentração pode reduzir-se para 20 a 30 mg/L). Em termos de eficiência de remoção de DBO, a faixa típica situa-se entre 75 e 85%.

Nem sempre porém o objetivo será a remoção da DBO ou da DQO – interessará muitas vezes a remoção de organismos coliformes, e tem-se alcançado até 99,9999% de eficiência em lagoas de maturação em série.

Modernamente se aceita que as lagoas devem cumprir dois objetivos principais: a proteção ambiental, e nesse caso tem-se em vista principalmente a remoção da DBO; e a proteção da saúde pública, e aí se visa a remoção de organismos patogênicos.

As lagoas de estabilização têm hoje outro campo muito importante de aplicação: preparar o efluente para uso em agricultura ou aquicultura.

Em relação a remoção de nutrientes, pode-se encontrar uma razoável remoção de nitrogênio amoniacal nas lagoas de maturação, rasas, através do processo de volatilização de amônia livre, com pH elevado. É possível no caso de lagoas de maturação rasas obter-se uma remoção de amônia da ordem de 70 a 80%.

A solução de lagoas como forma de tratamento de esgotos é muito adequada para as condições do Brasil e da América Latina, com climas favoráveis e grande extensão de áreas planas e a experiência alcançada já indica esta solução como plenamente aceitável. No entanto se o projeto não for criterioso, o tratamento adequado, e se deixar de existir equilíbrio entre as condições locais e as cargas poluidoras, os inconvenientes dos demais processos certamente aparecerão: exalação de mau cheiro, estética desfavorável, efluente com DBO elevada, coliformes fecais em excesso, mosquitos, etc.

Principais Vantagens do Tratamento:

- ✓ Baixo custo;
- ✓ Uso de pouco, ou nenhum equipamento tecnológico;
- ✓ Baixo consumo de energia, praticamente zero;



- ✓ Construção e operação simples;
- ✓ Manutenção fácil e confiável;
- ✓ Possibilidade de uso do efluente para irrigações em agricultura ou aguacultura.
- ✓ Fácil adaptação as variações climáticas;
- ✓ Possibilidade de tratamento de efluente industrial
- ✓ Elevada estabilização da Matéria orgânica
- ✓ Efluente com baixa concentração de microrganismos patogênicos.

✓ **Especificação**

O esgoto afluente à ETE passará inicialmente por uma grade de limpeza manual (1) que removerá o material de grande porte presente no líquido.

Este material removido será colocado em carrinho para posterior lançamento em vala sanitária.

Da grade, o esgoto se dirige ao desarenador tipo canal (2), onde a areia será sedimentada. Uma vez que existirão dois canais no desarenador, o isolamento de um deles, através de comportas manuais, permitirá a remoção de areia depositada que também será levada para a vala de aterro sanitário controlado.

O efluente do desarenador passará a seguir por um medidor de vazão tipo Parshall (3) indo para a lagoa Facultativa (4).

O efluente líquido do desarenador será distribuído na lagoa facultativa por meio de tubos de alimentação.

Na lagoa facultativa pela ação da luz solar e pelo processo de fotossíntese e respiração aeróbia ocorrerá a estabilização da matéria orgânica.

O efluente da lagoa facultativa será lançado na lagoa de maturação de modo a proporcionar a desinfecção do mesmo. O efluente da lagoa de maturação será lançado no corpo receptor, o qual irá se alto depurar ao longo do percurso do rio, córrego etc. onde os movimentos das águas irão oxigenar e conseqüentemente alto depurar.



Nas figuras a seguir são apresentados o fluxograma e o lay-out da ETE de Vila Rica.

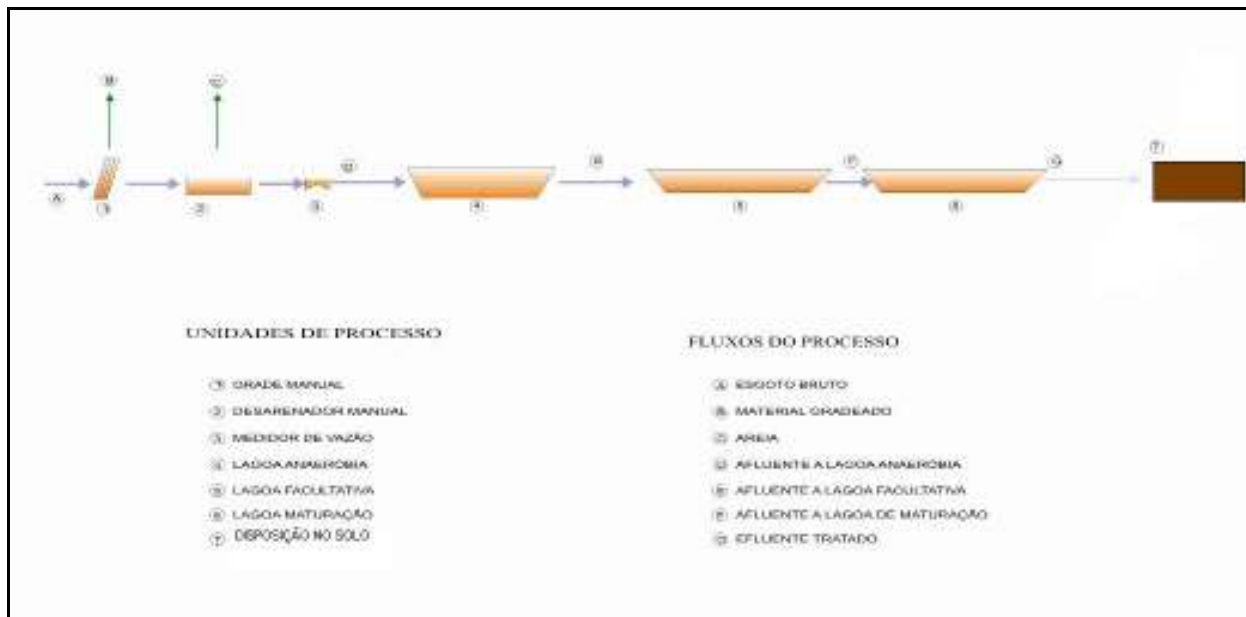


Figura 10 - Fluxograma da ETE de Vila Rica.



Figura 11 – Lay-out da ETE de Vila Rica.



- **Viabilidade do Sistema/Sustentabilidade da ETE projetada:**

Sustentabilidade é compreendida como a capacidade para manter serviços e benefícios, ao nível da comunidade e de entidades, sem gerar efeitos negativos sobre o ambiente, mesmo após assistência especial administrativa, financeira e técnica recebida. Ela é atingida quando do funcionamento correto dos sistemas e pela capacidade de desenvolvimento humano e institucional.

A decisão política de implementar ações de saneamento em pequenas localidades, fruto da interação entre ela e a comunidade, motivada pela busca de solução dos problemas de saneamento da população de cada localidade e atendimento de uma dívida sócio-ambiental, resultou na elaboração de Projeto Local de Saneamento que permite modificar o quadro sanitário-ambiental atual para se chegar a uma nova situação de melhor qualidade de vida, maiores níveis de saúde e bem-estar e apoio ao desenvolvimento social da comunidade.

A implantação de um sistema de esgotamento sanitário traz inúmeros benefícios à localidade, através de melhorias que tem interface com a saúde, na valorização dos imóveis, no paisagismo urbano, e principalmente, na qualidade de vida da população, visto que no momento atual, a maior parte das residências tem seus esgotos correndo a céu aberto na frente das casas.

Também serão percebidos benefícios ambientais, visto que as fossas na sua maioria acabam comprometendo os lençóis freáticos e o solo, causando grandes prejuízos no ecossistema local.

Sistema sustentável, projetada todas as instalações operacionais ou administrativas, de maneira que o consumo de energia de bombeamento, iluminação, refrigeração e aquecimento fossem o menor possível;

Um empreendimento de infra-estrutura de saneamento como uma ETE é, geralmente, dimensionado e projetado para atender ao alcance de mais de 10 anos de vida útil. Entretanto, é fundamental que a operação adequada e a manutenção periódica estejam sempre presentes com objetivo de garantir a função de melhoria na qualidade ambiental e dos recursos públicos aplicados.



A ETE deve contar com um técnico responsável pela operação e acompanhamento do programa de monitoramento do efluente final.

A operação da ETE requer cuidados básicos a fim de se evitar problema para as unidades de tratamento e para a equipe de trabalho. É fundamental, por exemplo, a permanência de um encarregado, devidamente treinado e capacitado, para o controle operacional da unidade, além da proibição da entrada de pessoas inabilitadas ou animais na área da estação.

Entre as vantagens que as lagoas de estabilização possuem, em relação a outros sistemas de tratamento, destacam-se: simplicidade na construção, simplicidade mão-de-obra não especializadas, quando bem projetada, operadas e mantidas, não necessita de equipamentos mecânicos; alta qualidade microbiológica do efluente final; grande eficiência na transformação da matéria orgânica em biomassa de algas, rica em nutrientes, devido aos altos tempos de detenção do conjunto de lagoas, apresentam grande capacidade de absorver choques hidráulicos e orgânicos, sem alterar significativamente sua eficiência.

Esse tipo de sistema existe somente a desvantagens que necessita de grandes áreas, suas operações e manutenção, caracterizadas por apresentarem extrema simplicidade, acabam sendo desprezadas, comprometendo o tratamento; dependência dos fatores climáticos e ambientais, alteração das características qualitativas do efluente final em função das variações do tempo.

Em Vila Rica, como outras cidades do Brasil, e do Estado de Mato Grosso com clima tropicais, apresenta excelentes condições climáticas para a aplicação das lagoas de estabilização para o tratamento dos esgotos. Seu uso é freqüente em nosso País.

A prefeitura se responsabilizará pela gestão do sistema de tratamento adotado, incluindo o perfeito estado de funcionamento do sistema como condições básicas de funcionamento dos setores de operação do sistema de tratamento, garantindo a qualidade do efluente final da ETE para lançamento no corpo receptor, bem como



- **Viabilidade econômica do sistema adotado:**

O custo do sistema de tratamento está vinculado principalmente ao custo de construção. A obra de se transformar uma área bruta em uma lagoa constitui o custo principal, e seu valor depende fortemente das condições topográficas e geotécnicas do local.

O sistema adotado, apresenta baixo custo de capital, baixos custos de operação e manutenção, além da eficácia, simplicidade e flexibilidade se comparadas com outros métodos de tratamento;

A manutenção do sistema de tratamento é estimada com base no número mínimo de pessoas necessárias para a limpeza da área do mesmo, pessoal empregado apenas nesta fase para operação do sistema.

Por se tratar de uma tecnologia que envolve em grande parte, custos de implantação, devido a operação basicamente não contar com custos com técnicos, produtos químicos e energia elétrica, o sistema adotado provém de rápido custo-benefício.



ESTADO DE MATO GROSSO
PREFEITURA MUNICIPAL DE VILA RICA,
CNPJ: 03.238.862/0001-45



MEMORIAL DE CÁLCULO DA ETE DE VILA RICA-MT



1. População Atendida e Alcance do Projeto

De acordo com os últimos censos demográficos realizados pela Fundação IBGE, a população urbana de Vila Rica cresceu de 9.461 habitantes em 1991, para 15.583 habitantes em 2000, com uma TGC de 5,7%, e para 18.934 habitantes em 2007, com uma TGC de 3%.

Nestas circunstâncias, iremos adotar um crescimento para o período de 2013 a 2033 de TGC de 2,00%, portanto bastante abaixo do que realmente deveria considerar que seria de 4,35%.



Tabela 11. Crescimento populacional estimado para população de projeto e a vazão de esgoto esperado.

Ano	População (hab)	Vazão média de esgoto (l/s)	Vazão máxima (l/s)	Vazão mínima (l/s)	Vazão de infiltração (l/s)
2010	13962	23,44	38,96	13,75	4,05
2011	14241	23,83	39,66	13,94	4,05
2012	14526	24,23	40,37	14,14	4,05
2013	14817	24,63	41,09	14,34	4,05
2014	15113	25,04	41,83	14,55	4,05
2015	15415	25,46	42,59	14,76	4,05
2016	15724	25,89	43,36	14,97	4,05
2017	16038	26,33	44,15	15,19	4,05
2018	16359	26,77	44,95	15,41	4,05
2019	16686	27,23	45,77	15,64	4,05
2020	17020	27,69	46,60	15,87	4,05
2021	17360	28,16	47,45	16,11	4,05
2022	17707	28,65	48,32	16,35	4,05
2023	18061	29,14	49,21	16,60	4,05
2024	18423	29,64	50,11	16,85	4,05
2025	18791	30,15	51,03	17,10	4,05
2026	19167	30,67	51,97	17,36	4,05
2027	19550	31,21	52,93	17,63	4,05
2028	19941	31,75	53,91	17,90	4,05
2029	20340	32,30	54,90	18,18	4,05
2030	20747	32,87	55,92	18,46	4,05
2031	21162	33,44	56,96	18,75	4,05
2032	21585	34,03	58,02	19,04	4,05
2033	22017	34,63	59,09	19,34	4,05

Considerando-se que o alcance de plano para o sistema de esgotos seja influenciado pelos diâmetros das tubulações de esgotos, tamanho das elevatórias e estação de tratamento de esgoto, o ano de alcance será determinado pelo período de construção das instalações de esgoto. Como as unidades que compõe o sistema (principalmente estruturas de concreto), possuem vida longa e o fato das dificuldades encontradas no transporte e assentamento das tubulações subterrâneas sob as vias, foi estabelecido um período de alcance de 20 anos. Como início de plano foi adotado o ano de 2012.

Para o dimensionamento hidráulico da rede coletora de esgotos adotaremos a



vazão de saturação, determinada pela população de saturação, com projeção equivalente prevista para 20 anos.

A contribuição dos esgotos à ETE de Vila Rica caracteriza-se exclusivamente por esgotos domésticos. As vazões mínima, média e máxima. Assim como a carga orgânica afluente à ETE estão indicadas no quadro a seguir.

VAZÕES TOTAIS DE ESGOTOS E CARGAS ORGÂNICAS

ANO	População	Qinf	Qmim	Qméd	Qmáx	Carga
	Urbana	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	Orgânica
2.010	13.962	4,05	13,75	23,44	38,96	754
2.015	15.416	4,05	14,76	25,46	42,59	832
2.020	17.020	4,05	15,87	27,69	46,60	919
2.025	18.791	4,05	17,10	30,15	51,03	1015
2.033	22.017	4,05	19,34	34,63	59,09	1189

O cálculo das vazões foi determinado através das seguintes equações:

- Vazão mínima + Vazão de infiltração $\Rightarrow Q_{\min} = \left(\frac{P \cdot q \cdot C}{86400} \right) / 2 + Q_{\text{inf}}$
- Vazão média + Vazão de infiltração $\Rightarrow Q_{\text{med}} = \left(\frac{P \cdot q \cdot C}{86400} \right) + Q_{\text{inf}}$
- Vazão máxima + Vazão de infiltração $\Rightarrow Q_{\max} = \left(\frac{P \cdot q \cdot C \cdot K_1 \cdot K_2}{86400} \right) + Q_{\text{inf}}$

Onde:

P = população atendida (hab)

q = cota per capita = 150 l/hab x dia

C = coeficiente de retorno água/esgoto = 0,80

K₁ = coeficiente do dia de maior consumo = 1,20

K₂ = Coeficiente da hora de maior consumo = 1,50

Carga orgânica (KgDBO/dia) = P atendida (hab) x 0,054 (KgDBO/hab x dia)

Qinf = vazão de infiltração obtida através da metragem de rede.



2. Processo de Tratamento

Objetivando a utilização de processos de tratamento, eficientes e de baixo custo, considerando também a disponibilidade das áreas existentes para construção da ETE, foi adotado como unidades de tratamento lagoa facultativas e de lagoa de maturação.

Este processo não exige a utilização de equipamentos, não há consumo de energia elétrica e apresenta a eficiência compatível para atendimento à legislação ambiental vigente.

As vazões máxima, média e mínima, assim como a carga orgânica afluente à ETE estão indicadas no quadro a seguir.

VAZÕES TOTAIS DE ESGOTOS E CARGAS ORGÂNICAS

ANO	População	Qinf	Qmim	Qméd	Qmáx	Carga
	Urbana	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	Orgânica
2.010	13.962	4,05	13,75	23,44	38,96	754
2.015	15.416	4,05	14,76	25,46	42,59	832
2.020	17.020	4,05	15,87	27,69	46,60	919
2.025	18.791	4,05	17,10	30,15	51,03	1015
2.033	22.017	4,05	19,34	34,63	59,09	1189

O processo de tratamento escolhido constará de tratamento preliminar (grade, caixa de areia, medidor de vazão), seguido de tratamento primário por lagoa por lagoa facultativa.

2.1. Tratamento preliminar

O tratamento preliminar da ETE será efetuado através de gradeamento, caixa de areia tipo canal e medidor de vazão Parshall.



2.1.1. Medidor de vazão

O tratamento preliminar foi dimensionado para atender as vazões apresentadas a seguir e será instalado um medidor Parshall de garganta igual a 3" (0,076 m).

Cálculo das alturas das lâminas d'água:

Vazão mínima: 19,34 l/s

Vazão média: 34,63 l/s

Vazão máxima: 59,09 l/s

As alturas líquidas à montante do Parshall são calculadas pela fórmula:

$$Q = K H^n$$

Para $W = 3''$; $K = 0,176$; $n = 1,547$

$$H_{\text{mín}} = \frac{Q_{\text{mín}}}{K}^{1/n} = \frac{0,01934}{0,176}^{1/1,547} = 0,24 \text{ m}$$

$$H_{\text{méd}} = \frac{Q_{\text{méd}}}{K}^{1/n} = \frac{0,03463}{0,176}^{1/1,547} = 0,35 \text{ m}$$

$$H_{\text{máx}} = \frac{Q_{\text{máx}}}{K}^{1/n} = \frac{0,05909}{0,176}^{1/1,547} = 0,49 \text{ m}$$



Será instalado logo após o desarenador o medidor de vazão tipo Parshall com garganta $W = 3''$ (0,076 m) com as seguintes dimensões:

Dimensões (cm)									
W	A	B	C	D	E	F	G	K	N
7,60	46,60	45,70	17,80	25,90	38,10	15,20	30,50	2,50	5,70
Altura (m)		Vazão (l/s)			Altura (m)			Vazão (l/s)	
0,035		1,00			0,283			25,00	
0,055		2,00			0,290			26,00	
0,072		3,00			0,297			27,00	
0,086		4,00			0,305			28,00	
0,100		5,00			0,312			29,00	
0,112		6,00			0,318			30,00	
0,124		7,00			0,325			31,00	
0,135		8,00			0,332			32,00	
0,146		9,00			0,339			33,00	
0,157		10,00			0,345			34,00	
0,166		11,00			0,352			35,00	
0,176		12,00			0,358			36,00	
0,185		13,00			0,365			37,00	
0,195		14,00			0,371			38,00	
0,204		15,00			0,377			39,00	
0,212		16,00			0,383			40,00	
0,220		17,00			0,390			41,00	
0,229		18,00			0,396			42,00	
0,237		19,00			0,402			43,00	
0,245		20,00			0,408			44,00	
0,253		21,00			0,414			45,00	
0,260		22,00			0,420			46,00	
0,268		23,00			0,426			47,00	
0,276		24,00			0,432			48,00	

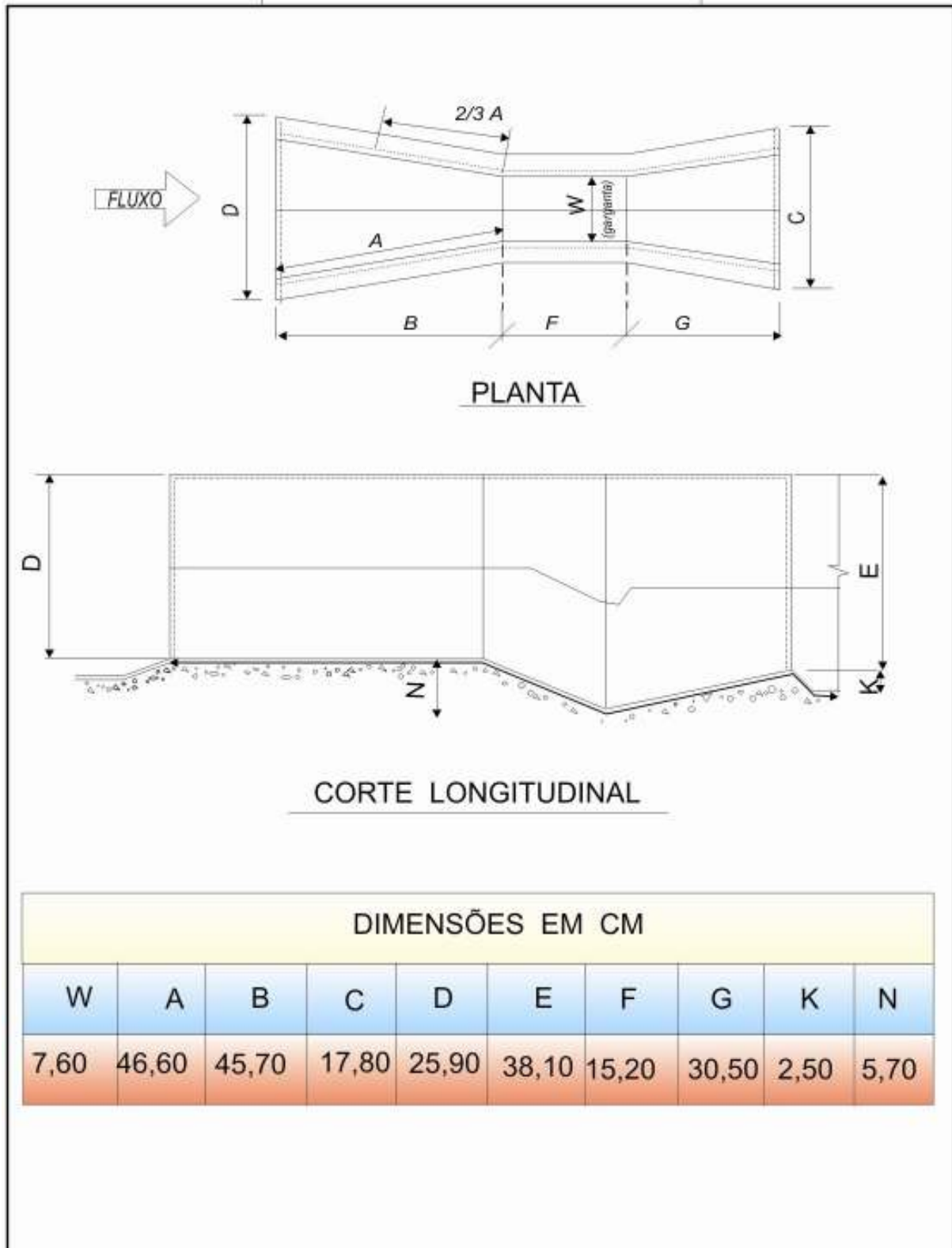


Figura 12 – Desenho esquemático do medido de vazão.



2.1.2. Desarenador

Será constituído de dois canais paralelos, sendo um efetivo, outro reserva, providos de comportas isoladoras. O nível d'água e a velocidade do fluxo serão controlados pela garganta do medidor Parshall. O medidor será instalado em posição rebaixada em relação ao desarenador de um valor "Z", conforme calculado a seguir:

$$Q_{\text{máx}} = H_{\text{máx}} - Z$$

$$Q_{\text{mín}} = H_{\text{mín}} - Z$$

$$\frac{0,05909}{0,01934} = \frac{0,22 - Z}{0,08 - Z} \Rightarrow Z = 0,01 \text{ m}$$

As alturas das lâminas líquidas no desarenador serão:

$$H_{\text{máx}} = 0,49 - 0,01 = 0,48 \text{ m}$$

$$H_{\text{mín}} = 0,24 - 0,01 = 0,23 \text{ m}$$

A largura do canal do desarenador será calculada para uma velocidade de 0,30 m/s:

$$S = \frac{Q_{\text{máx}}}{V} = \frac{0,05909 \text{ m}^3/\text{s}}{0,30 \text{ m/s}} = 0,197 \text{ m}^2$$

$$S = b \cdot h \therefore b = \frac{S}{h} = \frac{0,197 \text{ m}^2}{0,48 \text{ m}} = 1,26 \text{ m}$$

Comprimento do desarenador:

$$L = 25 \times H_{\text{máx}} = 25 \times 0,48 = 7,50 \text{ m}$$

$$\text{Adotar } L = 7,50 \text{ m}; b = 1,26 \text{ m} \Rightarrow A = 5,67 \text{ m}^2$$

Verificação da taxa de aplicação superficial:

$$Q_{\text{máx}} = 1861 \text{ m}^3/\text{dia}$$

$$A = 5,67 \text{ m}^2$$



$$TAS = \frac{1861}{5,67} = 328 \text{ m}^3/\text{m}^2 \times \text{dia}$$

Quantidade de areia removida:

$$\frac{301}{1000 \text{ m}^3} \times 328 \text{ m}^3/\text{dia} \times 365 \text{ dias/ano} = 36,0 \text{ m}^3/\text{ano} \text{ (98,6 litros/dia)}$$

Admitindo-se um intervalo de limpeza do desarenador a cada 15 dias, o volume da areia acumulada no fundo será:

$$\frac{36,0 \text{ m}^3/\text{ano}}{365} \times 15 = 1,48 \text{ m}^3$$

A profundidade do rebaixo do desarenador para acumular a areia será:

$$\frac{1,48 \text{ m}^3}{5,67 \text{ m}^2} = 0,26 \text{ m} ; \text{ adotar } 0,30 \text{ m}$$

2.1.3. Grade de limpeza manual

Será usada uma grade inclinada de 45° com as seguintes características:

Espaçamento entre as barras: 2 cm

Largura das barras: 0,950 cm

$$\text{Eficiência (E)} = \frac{2}{2 + 0,95} = 0,6779 = 67,79\%$$

Admitindo-se que para a vazão máxima a velocidade através da grade seja de 0,70 m/s a área útil será:

$$A = \frac{Q_{\text{máx}} \text{ m}^3/\text{s}}{V \text{ m/s}} = \frac{0,06783}{0,70} = 0,097 \text{ m}^2$$

$$\text{Área efetiva} = \frac{\text{Área útil}}{\text{Eficiência}} = \frac{0,097}{0,6779} = 0,143 \text{ m}^2$$

Largura do canal da grade:

$$S = b h$$



$$S = 0,143 \text{ m}^2$$

$$h = 0,18 \text{ m} \Rightarrow b = \frac{0,143}{0,18} = 0,79 \text{ m}$$

Verificação da velocidade:

Para $Q_{\text{máx}} = 0,06783 \text{ m}^3/\text{s}$ e $A = 0,143 \text{ m}^2$

$$V_{\text{máx}} = \frac{0,06783 \text{ m}^3/\text{s}}{0,143 \text{ m}^2} = 0,47 \text{ m/s}$$

Número de barras da grade:

$$n = \frac{b}{2 \text{ cm} + 0,95 \text{ cm}} + 1 = \frac{21}{2,95} + 1 = 8 \text{ barras}$$

$$8 \text{ barras} \times 0,95 \text{ cm} = 7,6 \text{ cm}$$

$$7 \text{ espaços} \times 2,0 \text{ cm} = 14,0 \text{ cm}$$
$$21,6 \text{ cm}$$

Largura do canal da grade = 21,6 cm – adotar 25 cm.

Quantidade de material gradeado:

Para abertura de 2 cm entre as barras, deverá ser removido 30 litros de material gradeado para cada 1000 m³ de esgoto afluyente à ETE.

$$\frac{30}{1000} \times 328 \text{ m}^3/\text{dia} \times 365 = 36,0 \text{ m}^3/\text{ano}$$

ou, 98,6 litros/dia de material gradeado.

2.1.4. Especificações técnicas para o tratamento preliminar – medidor de vazão da ETE

Deverão ser fornecidos, para a medição de vazão de esgotos domésticos afluentes à ETE, uma calha Parshall e um conjunto para medição local da vazão.



A calha Parshall terá uma garganta de 7,6 cm ($W = 3''$), será do tipo pré-moldada em fibra de vidro e resina plástica, para ser instalada em um canal retangular de concreto nas dimensões indicadas no projeto. A base da secção convergente deverá ficar nivelada com o fundo do canal afluente.

A calha terá dimensões precisas e incluirá, em uma só peça moldada, a garganta, a entrada e a saída. A superfície interna da calha será lisa e livre de irregularidades. A superfície externa terá flanges e saliências para ancoragem firme e permanente no canal de concreto. A calha será fornecida em uma peça pronta para ser colocada no canal após a concretagem. A fixação no canal será feita com argamassa de enchimento.

A calha será fornecida com amarrações transversais na parte superior, a fim de manter as paredes verticais durante a operação de lançamento da argamassa de enchimento. Essas amarrações deverão ser retiradas após a cura da argamassa de enchimento.

A calha deverá ser fabricada em uma só peça, utilizando-se resina plástica, reforçada com fibras de vidro, apresentando, no final, uma espessura mínima de 7 mm e um conteúdo de armação de fibras de vidro não menor do que 30%, em peso.

O conjunto para a leitura local da vazão será constituído por uma régua limimétrica a ser fornecida fixada no corpo da própria calha Parshall. A régua será de acrílico de cor amarela, com graduações em litros por segundo, em baixo relevo e pintadas na cor preta.

Grade manual da ETE

Quando indicada no projeto, deverá ser fornecida uma grade metálica, para o gradeamento de esgotos domésticos.

A grade deverá ser instalada num canal de concreto com as dimensões constantes nos desenhos de detalhamento, simplesmente apoiada, formando um ângulo de 45° com o fundo do canal.

A grade será formada por barras retangulares de aço de 1 x 5 cm ($3/8'' \times 2''$), espaçadas a cada 1,0 cm. As barras serão unidas por perfis metálicos, soldados na parte inferior e posterior, de modo a não serem obstáculos à livre passagem de um rastelo.



ESTADO DE MATO GROSSO
PREFEITURA MUNICIPAL DE VILA RICA
CNPJ: 03.238.862/0001-45



Juntamente com a grade serão fornecidos dois rastelos, com dentes perfeitamente ajustados às barras e aos espaçamentos da grade, de maneira a permitir a perfeita retirada de sólidos retidos nas barras, com movimentação livre, desde a parte inferior até o topo da grade. O cabo do rastelo será de madeira e terá comprimento suficiente para permitir a limpeza das barras, através de um operador situado no topo do canal onde será instalada a grade.



3. Dimensionamento das Lagoas de Estabilização

3.1. Parâmetros de Dimensionamento

Os dados utilizados para o dimensionamento das lagoas de estabilização são apresentados no quadro a seguir.

PARÂMETROS	UNIDADE	
1. População servida		
- Etapa Imediata (2012)	hab	13.962
- Final de Plano (2032)	hab	24.747
2. Características dos esgotos		
- vazão média afluyente (1)		
- Etapa Imediata (2012)	l/s	34,63
- Final de Plano (2033)	l/s	23,43
- vazão máxima afluyente (2)	l/s	59,09
- carga orgânica aplicada (3)		
- Etapa Imediata (2012)	kgDBO ₅ /dia	754
- Final de Plano (2032)	kgDBO ₅ /dia	1.120
- concentração de DBO ₅ afluyente		
- Etapa Imediata (2012)	mg/l	259
- Final de Plano (2032)	mg/l	280
- concentração de SS afluyente		
- Etapa Imediata (2012)	mg/l	288
- Final de Plano (2032)	mg/l	312
- concentração de coli fecal afluyente (4)	NMP/100ml	1,0E+07
- Temperatura do esgoto afluyente (estimada)	°C	25
3. Características do corpo receptor		
- vazão mínima (Q) _{7,10}	l/s	50.000,00
- concentração de coli fecal	NMP/100ml	900,00
4. Temperaturas ambientes		
- temperatura média do ar (mês mais frio)	° C	20,00

(1) Admitido o valor médio per capita de 150 l/hab.dia e taxa de infiltração na rede coletora de 0,15 L/Km.

(2) Considerada a vazão de recalque da estação elevatória final

(3) Adotado 54 g DBO₅/hab.dia

(4) Valor médio extraído da literatura especializada (Metcalf & Eddy, Constantino/Jordão, Yánez)



3.2. Dimensionamento da Lagoa Facultativa

✓ **Carga de DBO residual para as lagoas facultativas:**

$$\text{Carga DBO} = 0,5 \times 1.120 = 560 \text{ kg/dia}$$

Os principais parâmetros de projetos para lagoas facultativas são:

- *Taxa de aplicação superficial*
- *Tempo de detenção*

Taxa de aplicação superficial adotada: 280 Kg DBO/ha.d (por ser uma região de inverno quente e elevada insolação)

Área mínima requerida:

$$A = L/L_s$$

Onde:

A = área requerida para a lagoa (ha)

L = carga de DBO Total afluente (kgDBO/d)

L_s = taxa de aplicação superficial (kgDBO/ha.d)

$$A = 560 / 280 = 2,0 \text{ ha} = 20.000 \text{ m}^2$$

- Dimensões adotadas para a lagoa facultativa:
- Comprimento do espelho de água: 217,2 m
- Largura do espelho de água: 107,20 m
- Borda livre: 0,7 m
- Profundidade útil adotada: 2,50m
- Inclinação dos taludes: 1 (V) / 2 (H)
- Número de chicanas: 01



Principais dimensões da lagoa facultativa:

Dimensão	Comprimento (m)	Largura (m)
Terreno	200,00	100,00
Espelho de água	197,20	97,20
Meia profundidade	192,20	92,20
Fundo	187,20	87,20

Calculo do volume útil resultante:

Área do espelho d'água: $A_1 = 197,20\text{m} \times 97,20\text{m} = 19.167,84 \text{ m}^2$

Área do fundo da lagoa: $A_2 = 187,20\text{m} \times 87,20\text{m} = 16.323,84 \text{ m}^2$

$$V = (h/3) \times [A_1 + A_2 + (A_1 \cdot A_2)^{1/2}]$$

$$V = (2,5/3) \times [19.167,84 + 16.323,84 + (19.167,84 \cdot 16.323,84)^{1/2}]$$

$$V = 44.317,04 \text{ m}^3$$

Tempo de detenção resultante:

$$T = V/Q$$

$$Q_{\text{méd}} (2010) = 32,18 \text{ L/s} = 2.780,35 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$Q_{\text{méd}} (2033) = 41,61 \text{ L/s} = 3.595,10 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$\text{Inicial: } T = 44.317,04 \text{ m}^3 / 2.780,35 \text{ m}^3/\text{d} = 15,94 \text{ dias}$$

$$\text{Final: } T = 44.317,04 \text{ m}^3 / 3.595,10 \text{ m}^3/\text{d} = 12,33 \text{ dias}$$

Adoção de um valor para o coeficiente de remoção de DBO (K)

- Regime de mistura completa, a 20°C: $K = 0,30\text{d}^{-1}$
- Correção para a temperatura de 23°C

$$K_T = K_{20} \cdot \theta^{(T-20)} = 0,30 \cdot 1,05^{(23-20)} = 0,35\text{d}^{-1}$$



✓ **Estimativa da DBO Solúvel:**

Utilizando-se o modelo de mistura completa, tem-se:

$$S = \frac{S_0}{1 + K \cdot t} = \frac{140}{1 + 0,35 \times 12,33} = 26,36 \text{ mg/L (DBO solúvel)}$$

✓ **Estimativa da DBO particulada:**

Admitindo-se uma concentração de SS efluente igual a 100mg/L, e considerando-se que cada 1mgSS/L implica numa DBO em torno de 0,35mg/L, tem-se:

$$\text{DBO}_{\text{particulada}} = 0,35 \text{ mgDBO/mgSS} \times 100\text{mgDBO/L} = 35\text{mgDBO/L}$$

✓ **DBO total efluente:**

$$\text{DBO total efluente} = \text{DBO}_{\text{solúvel}} + \text{DBO}_{\text{particulada}}$$

$$\text{DBO total efluente} = 26,36 + 35 = 61,36 \text{ mg/L}$$

✓ **Acúmulo de Lodo:**

A taxa de acúmulo de lodo em lagoas facultativas é da ordem de 0,03 a 0,08m³/hab.ano.

A taxa de acumulação anual adotada será de 0,05 m³/hab.

$$\text{Taxa de acumulo anual} = 0,05\text{m}^3/\text{hab.ano} \times 20.747 \text{ hab} = 1.037,35 \text{ m}^3/\text{ano}$$

Espessura em 1 ano de operação:

$$\text{Espessura} = \frac{1.037,35 \text{ m}^3/\text{ano} \cdot 1\text{ano}}{44.317,04\text{m}^3} = 0,023 \text{ m/ano} = 2,3 \text{ cm/ano}$$

Espessura em 20 ano de operação:

$$\text{Espessura} = 2,3 \text{ cm/ano} \times 20 \text{ anos} = 46 \text{ cm em 20 anos}$$



A acumulação de lodo pode ser considerada desprezível, em virtude da profundidade da lagoa que é de 2,5m.

✓ **Concentração de coliformes no efluente da lagoa facultativa**

Para determinar a concentração de coliforme no efluente da lagoa facultativa será adotado o cálculo segundo o modelo de fluxo disperso:

Número de dispersão (considerando as divisórias internas):

$$L/B = L/B \cdot (n+1)^2$$

Onde:

L = comprimento da lagoa no nível de água (m)

B = largura da lagoa no nível de água (m)

n = numero de divisórias internas

$$L/B = 197,2\text{m} / 97,2\text{m} \cdot (1+1)^2 = 8,10$$

$$d = 1/(L/B) = 1/8,11 = 0,123$$

O valor do coeficiente de decaimento bacteriano:

$$K_b \text{ (disperso)} = 0,542 \cdot H^{-1,259} = 0,542 \times 2,5^{-1,259} = 0,17 \text{ d}^{-1} \text{ (20}^\circ\text{C)}$$

Para T=23° C, o valor de K_b é:

$$K_{bT} = K_{b20} \cdot \theta^{(T-20)} = 0,17 \times 1,07^{(23-20)} = 0,21 \text{ d}^{-1}$$

onde:

θ = coeficiente de temperatura



A concentração de coliformes efluentes da lagoa facultativa é:

$$a = \sqrt{1 + 4K.t.d} = \sqrt{1 + 4 \times 0,21 \times 12,33 \times 0,123} = 1,51$$

$$N = N_o \cdot \frac{4ae^{1/2d}}{(1+a)^2 e^{a/2d} - (1-a)^2 e^{-a/2d}} =$$

$$N = 1,0 \times 10^7 \cdot \frac{4 \times 1,51 \cdot e^{1/(2 \times 0,123)}}{(1+1,51)^2 \cdot e^{1,51/(2 \times 0,123)} - (1-1,51)^2 \cdot e^{-1,51/(2 \times 0,123)}} = 1,26 \times 10^5 \text{ CF/100ml}$$

Onde:

N_o = contagem de coliformes no afluente (org/100 ml)

N = contagem de coliformes no efluente (org/100 ml)

K_b = coeficiente de decaimento bacteriano (d^{-1})

$t = \theta_h$ = tempo de detenção hidráulica (d)

d = número de dispersão (adimensional)

✓ **A eficiência de remoção na lagoa facultativa é:**

$$E = \frac{N_o - N}{N_o} \times 100 = \frac{1,0 \times 10^7 - 1,26 \times 10^5}{1,0 \times 10^7} = 0,9874 = 98,74 \%$$

3.3 - Dimensionamento da Lagoa de Maturação

O parâmetro limitante de projeto para a lagoa de maturação foi o tempo de detenção que deverá ser no mínimo 3 dias.

$$t_d = 3 \text{ dias} \Rightarrow V_{L.MAT.} = 3,0 \times 41,61 \times 86,4 = 10.785,31 \text{ m}^3 \text{ (volume mínimo da lagoa)}$$

Profundidade útil adotada: 1,20 m

Inclinação dos taludes: 1(V) / 2(H) (adotado em função das características do terreno)

Borda livre adotada: 0,90 m

Número de chicanas: 01

Principais dimensões adotadas para a lagoa de maturação:

Dimensão	Comprimento (m)	Largura (m)
----------	-----------------	-------------



Terreno	130,00	80,00
Espelho de água	126,40	76,40
Meia profundidade	124,40	74,40
Fundo	121,60	71,60

✓ **Calculo do volume útil resultante:**

Área do espelho d'água: $A1 = 126,40\text{m} \times 76,40\text{m} = 9.656,96\text{m}^2$

Área do fundo da lagoa: $A2 = 121,60\text{m} \times 71,6\text{m} = 8.706,56 \text{ m}^2$

$$V = (h/3) \times [A1+A2+(A1 \cdot A2)^{1/2}]$$

$$V = (1,2/3) \times [9.656,96 + 8.706,56) + (9.656,96 \cdot 8.706,56)^{1/2}]$$

$$V = 11.013,19 \text{ m}^3$$

$$Q_{\text{méd}} (2012) = 32,18 \text{ L/s} = 2.780,35 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$Q_{\text{méd}} (2032) = 43,37 \text{ L/s} = 3.747,17 \text{ m}^3/\text{d}$$

Tempo de detenção resultante:

$$T = V/Q$$

$$\text{Inicial: } T = 11.013,19 \text{ m}^3 / 2.780,35 \text{ m}^3/\text{d} = 3,96 \text{ dias}$$

$$\text{Final: } T = 11.013,19 \text{ m}^3 / 3.747,17 \text{ m}^3/\text{d} = 2,94 \text{ dias}$$



✓ **Concentração de coliformes no efluente da lagoa Maturação**

Para determinar a concentração de coliforme no efluente da lagoa de maturação será adotado o cálculo segundo o modelo de fluxo disperso:

Número de dispersão (considerando as divisórias internas):

$$L/B = L/B \cdot (n+1)^2$$

Onde:

L = comprimento da lagoa no nível de água (m)

B = largura da lagoa no nível de água (m)

n = numero de divisórias internas

$$L/B = 126,4\text{m} / 76,4\text{m} \cdot (1+1)^2 = 6,62$$

$$d = 1/(L/B) = 1/6,62 = 0,151$$

O valor do coeficiente de decaimento bacteriano:

$$K_b \text{ (disperso)} = 1,0 \text{ d}^{-1} \text{ (20}^\circ\text{C)}$$

Para T=23° C, o valor de K_b é:

$$K_{bT} = K_{b20} \cdot \theta^{(T-20)} = 1,0 \times 1,07^{(23-20)} = 1,22 \text{ d}^{-1}$$

onde:

θ = coeficiente de temperatura

A concentração de coliformes efluentes da lagoa de maturação é:

$$a = \sqrt{1 + 4K_b \cdot t \cdot d} = \sqrt{1 + 4 \times 1,22 \times 3,03 \times 0,151} = 1,25$$

$$N = N_o \cdot \frac{4ae^{1/2d}}{(1+a)^2 e^{a/2d} - (1-a)^2 e^{-a/2d}} =$$

$$N = 3,65 \times 10^5 \cdot \frac{4 \times 1,25 \cdot e^{1/(2 \times 0,151)}}{(1+1,25)^2 \cdot e^{1,25/(2 \times 0,151)} - (1-1,25)^2 \cdot e^{-1,25/(2 \times 0,151)}} = 1,57 \times 10^4 \text{ CF/100ml}$$



Onde:

N_o = contagem de coliformes no afluente (org/100 ml)

N = contagem de coliformes no efluente (org/100 ml)

K_b = coeficiente de decaimento bacteriano (d^{-1})

$t = \theta_h$ = tempo de detenção hidráulica (d)

d = número de dispersão (adimensional)

A eficiência de remoção na lagoa de maturação é:

$$E = \frac{N_o - N}{N_o} \times 100 = \frac{3,65 \times 10^5 - 1,57 \times 10^4}{3,65 \times 10^5} = 0,9999 = 99,99\%$$

4 - Qualidade do efluente final

Parâmetro	Afluente das Lagoas	Efluente das Lagoas	Eficiência das lagoas
DBO (mgO ₂ /L)	280	51,40	82%
SS (mg/L)	312	77,94	75%
CF (NMP/100mL)	1,0E+07	1,60E+03	95,60%
Temperatura (°C)	25	25 - 30	-

5 - Remoção do lodo gerado na ETE

O lodo gerado na ETE será produzido principalmente na lagoa facultativa. O período estimado para a remoção será quando prazo quando o volume de lodo ocupará 50% do volume da lagoa facultativa. Conforme apresentado no dimensionamento da unidade.

A retirada do lodo acumulado será feita no prazo determinado e o mesmo será depositado na em uma área dentro da própria ETE, visto que tem área disponível e o transporte deste material para um aterro sanitário depende de autorização e disponibilidade além do alto custo de transporte do mesmo. Serão destinadas duas áreas, cada uma de 33m x 33m x 2m. As valas também serão impermeabilizadas com geomembrana de PEAD de 2mm e só serão executadas no prazo estimado para a remoção do lodo da lagoa.



6 - Disposição final do material gradeado e areia

Estima-se em 30 litros de material gradeado a ser removido pela grade manual para cada 1000 m³ afluyente à ETE. Considerando a vazão inicial média igual a 10 l/s o volume diário de material gradeado a ser removido será :

$$\frac{30 \text{ litros}}{1000 \text{ m}^3} \times 864 \text{ m}^3/\text{dia} \times 365 \text{ dias/ano} = 9,50 \text{ m}^3/\text{ano} \text{ (26 litros/dia)}$$

Do mesmo modo, para uma remoção de 30 litros de areia, para cada 1000 m³ afluyente ao desarenador, serão removidos diariamente:

$$\frac{30 \text{ litros}}{1000 \text{ m}^3} \times 864 \text{ m}^3/\text{dia} \times 365 \text{ dias/ano} = 9,50 \text{ m}^3/\text{ano} \text{ (26 litros/dia)}$$

Estes subprodutos deverão ser dispostos em valas com aterro controlado, em área próxima ao tratamento preliminar. Para os primeiros 5 anos de operação, serão gerados:

$$(9,5 \text{ m}^3/\text{ano} + 9,5 \text{ m}^3/\text{ano}) \times 5 = 95 \text{ m}^3/5 \text{ anos}$$

Tanto a areia como o material gradeado serão dispostos na área da ETE pelo fato do volume ser pequeno e o transporte do mesmo para um aterro sanitário aumentar o custo operacional da estação.

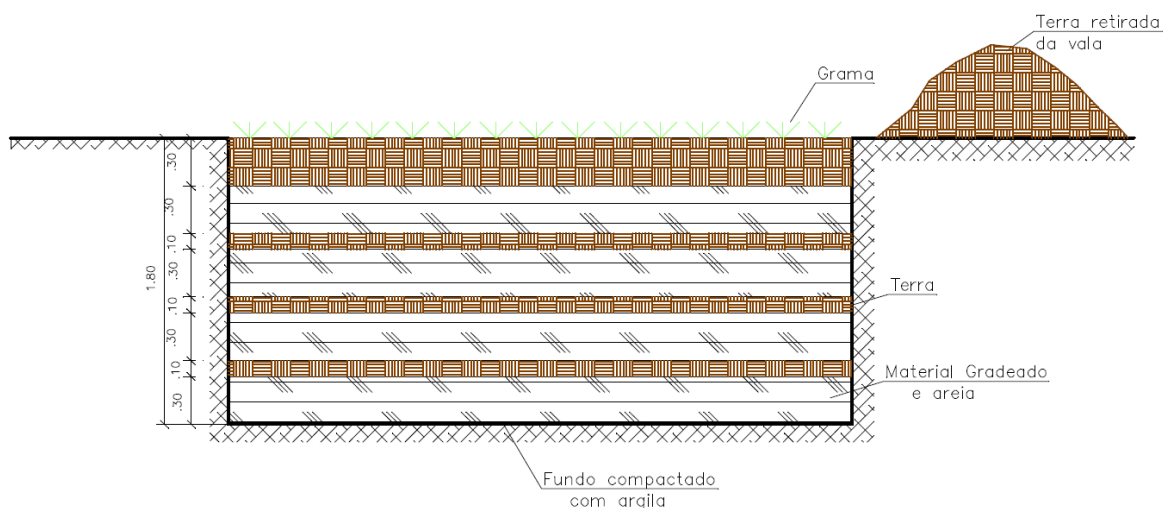
As valas serão escavadas próximas ao tratamento preliminar com 1,8m de profundidade e terão o fundo impermeabilizado com argila compactada. As valas serão preenchidas com processo tipo “sanduíche” com uma camada de material gradeado e areia tendo uma altura de 30 cm, recoberta com 10 cm de terra. Neste processo, uma vez atingido o nível do terreno, a superfície da vala será gramada, encerrando-se o aterro. As valas serão escavadas com retro escavadeira e a terra removida ficará ao lado da vala para ser reutilizada no recobrimento do material. Para dois anos de operação será necessária uma vala de 7m x 7m x 1,8m, no total serão necessárias 10 valas para o período de 20 anos.



Dimensões da vala:



Enchimento da vala:



7 Aspectos construtivos das lagoas

O sucesso operacional das lagoas de tratamento depende também do detalhamento do projeto e dos aspectos construtivos. Em nível mais amplo, os aspectos associados ao movimento de terra são de fundamental importância e terão influência decisiva na economia da estação. (VON SPERLING, 1986).

O atendimento simultâneo aos diversos critérios é usualmente bastante difícil, devendo ser dada a prioridade, em cada caso, aos fatores de maior importância que devem ser observados segundo a realidade local. Com relação ao posicionamento da lagoa no terreno, um grande esforço deve ser feito, na etapa do projeto, no sentido de se



minimizar o movimento de terra, tendo por base a topografia e a geologia do local. Um outro fator de influencia na localização diz respeito aos ventos predominantes. De forma a permitir uma suave mistura pelo vento, (VON SPERLING, 1986).

Os principais aspectos que devem ser analisados ao se selecionar a área para a futura lagoa estão apresentados no quadro onde são apresentados alguns aspectos construtivos seguidos de comentário.

Aspectos construtivos de lagoas Aspecto Comentário	
Disponibilidade de área	A disponibilidade de área pode conduzir a seleção do tipo de lagoa a ser adotado
Localização da área	A maior proximidade reduz os custos de transporte do esgoto
Cotas de inundação	Verificar se o terreno é inundável, e a que nível chegam as inundações, para a definição da altura dos taludes.
Topografia da área	A topografia tem grande influencia no movimento de terra, no custo da obra, topografias pouco íngremes são preferidas.
Características de solo	O tipo de solo tem grande influencia no planejamento da compensação entre o corte do aterro e o empréstimo, e também a impermeabilização do solo.
Condições de acesso	O acesso das equipes de obra e das futuras equipes de operação e manutenção não deve ser difícil
Vento	A localização da lagoa deve permitir o livre acesso do vento, o qual é importante para garantir a mistura suave da lagoa.

✓ Taludes

Os diques da lagoa são formados pelos taludes internos (em contato com o líquido da lagoa) e pelos taludes externos. (JORDAO e PESSOA, 1995).

Segundo Von Sperling (1986), as dimensões das lagoas no fundo, ao nível d'água e na crista do talude dependem da inclinação no talude externo. Admitindo-se que o talude interno tenha uma declividade de 1:d (vertical/horizontal), as referidas dimensões serão:



- comprimento no fundo= comprimento a meia altura – 2d.(H/2)
- comprimento no N.A.= comprimento a meia altura + 2d.(H/2)
- comprimento na crista do talude= comprimento no N.A. + 2d. (borda livre)
- largura no fundo= largura a meia altura – 2d. (H/2)
- largura no N.A= largura a meia altura + 2d. (H/2)
- largura na crista do talude= largura no N.A. + 2d. (borda livre).

✓ Aspectos Construtivos dos Taludes

Inclinação do talude interno: inclinação usual 1:2 a 1:3, mas depende do tipo de solo em que esta sendo preparado os diques, terrenos argilosos é preciso uma inclinação superior a 1:2, e terrenos arenosos uma inclinação entre 1:3 a 1:6, pois é mais frágil sendo assim necessário uma base maior para dar uma melhor estabilidade. No presente projeto foi adotada a inclinação de 1:2.

Inclinação do talude externo: inclinação usual: 1:1,5 a 1:2, dependendo do tipo de solo, em terrenos argilosos inclinação superior a 1:2,5, terrenos arenosos entre 1:5 a 1:8. No presente projeto foi adotada a inclinação de 1:1,5.

Coroamento do talude (pista na crista do talude): largura superior a 1,5m; foi adotada a largura de 6,00m para permitir a movimentação das maquinas durante a construção, o trafego das equipes de manutenção e operação e a possibilidade de acréscimo da altura do dique, se necessário.

Borda livre: foi adotado nas lagoa facultativa 0,7m e na lagoa de maturação 0,90m.

Impermeabilização: Todas as lagoas serão impermeabilizadas com revestimento interno com geomembrana em PEAD de 2mm.



Cantos dos taludes: as esquinas das lagoas devem ser ligeiramente arredondadas, visando facilitar a construção e a manutenção, e evitando pequenas zonas mortas.

Material dos taludes: os diques devem ser construídos de terra, de preferência do próprio terreno ocupado, o material deve ser denso, fino, coeso e bem granulado. A sua constituição deve ser de (a) terra limpa, isenta de pedras e matéria orgânica e de argila com um pouco de areia.

Drenagem pluvial: em lagoas que possuam alguma lateral constituída por um talude natural (ex: morro), deve-se efetuar a drenagem pluvial através de canaletas paralelas a esta lateral, evitando a passagem da água pluvial por cima do talude.

8 Emissário final

O emissário final veiculará a vazão total do efluente gerado na estação de tratamento de esgotos para o corpo receptor, o Córrego do Frigorífico. A extensão total do Emissário Final será de 1032 m e seu diâmetro igual a 200 mm.

Os critérios de dimensionamento do emissário são os mesmos adotados para o dimensionamento da rede coletora.

Em anexo é apresentada a planilha de dimensionamento do emissário final da ETE de Vila Rica.



9. MONITORAMENTO DO EFLUENTE DA ETE

Deverá ser estabelecido um cronograma de coleta de amostras para avaliar a qualidade do efluente gerado na ETE. Deverão ser coletadas amostras do afluente e efluente das lagoas.

Serão monitorados mensalmente os seguintes parâmetros:

Parâmetros	Unidade	Afluente	Efluente
Hora da coleta	H	X	X
Temperatura	°C	X	X
pH	-	X	X
Turbidez	NTU	-	-
Condutividade	uS/cm	-	-
Cor verdadeira	mg Pt/L	-	-
DBO	mg/L	X	X
DQO	mg/L	X	X
Clorofila a	µg/L	-	-
Cianobactérias	cel/mL	-	-
Oxigênio Dissolvido	mg/L	-	X
Óleos e Graxas Totais	mg/L	X	X
Sólidos Totais	mg/L	X	X
Sólidos Fixos	mg/L	X	X
Sólidos Voláteis	mg/L	X	X
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	X	X
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	X	X
Sólidos Suspensos Fixos	mg/L	X	X
Sólidos Suspensos Voláteis	mg/L	X	X
STD (Sólidos Totais Dissolvidos)	mg/L	-	-
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	X	X
Nitrito	mg/L	X	X
Nitrato	mg/L	X	X
Fósforo Total	mg/L	X	X
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	X	X

Além do monitoramento mensal, diariamente o operador deverá fazer as medições dos seguintes parâmetros:

- Temperatura (°C)
- pH



- Oxigênio dissolvido (mg/L)
- Sólidos Sedimentáveis (mL/L)
- Vazão afluyente (L/s) – Leitura na calha Parshall

Para avaliar a qualidade da água subterrânea da área da ETE deverão ser instalados 04 piezômetros dentro da área, 02 a montante das lagoas e 02 a jusante da área de disposição no solo, para verificar possíveis contaminações. A instalação dos piezômetros seguirá o modelo apresentado na Figura 13.

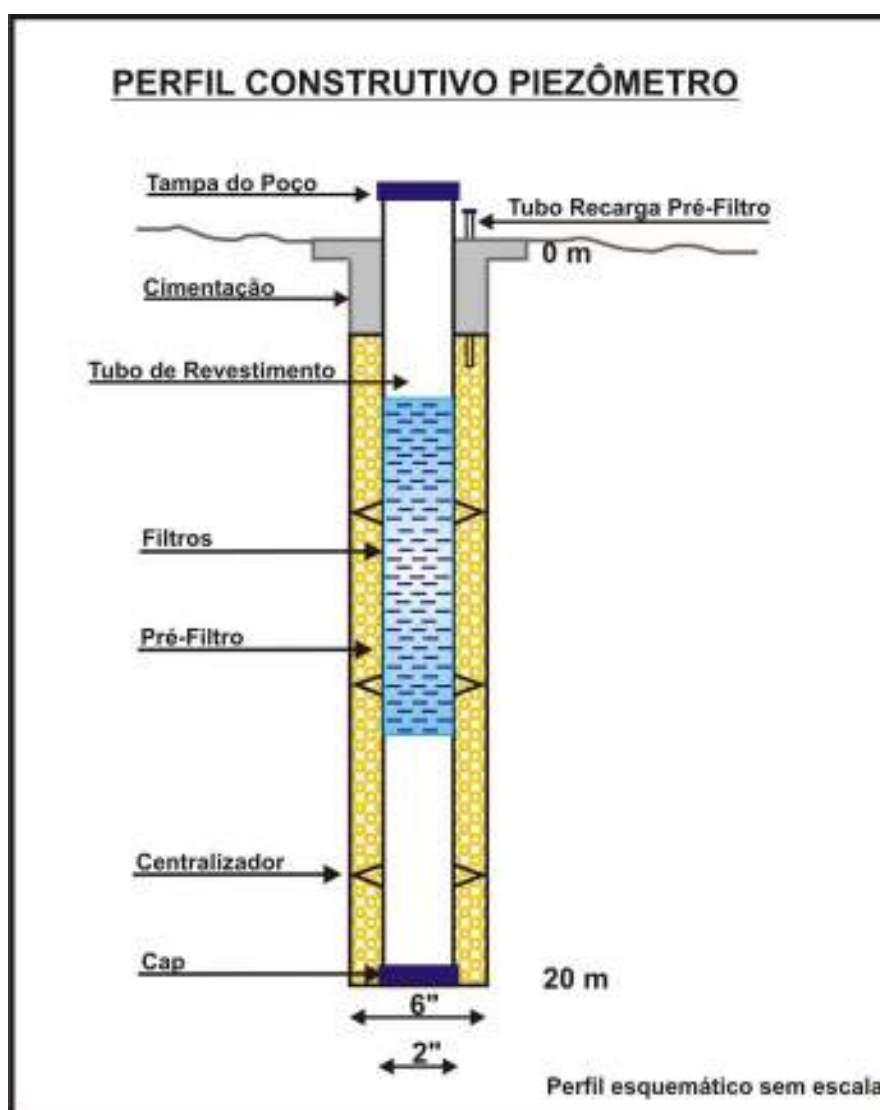


Figura 13 – Perfil construtivo do piezômetro a ser instalado na área da ETE.



Deverá ser feita mensalmente a determinação dos seguintes parâmetros nos piezômetros:

- Hora da coleta
- Nível da água (m)
- Profundidade do piezômetro (m)
- Nitrato (mg/L)
- Coliformes termotolerantes (NMP/100 ml)

10. SUGESTÕES E RECOMENDAÇÕES

Devem ser realizados os testes necessários para garantir a durabilidade das soldas e instalações das chicanas bem como das geomembranas impermeabilizantes da lagoa dimensionada.

Para isto determina-se imprescindível o seguimento do fabricante/fornecedor a realização destes testes seguindo a norma: ABNT NBR 9952:2007 Manta asfáltica para impermeabilização, onde esta Norma especifica os requisitos mínimos necessários para a aceitação de mantas asfálticas utilizadas para impermeabilização, bem como estabelece os métodos de ensaio necessários para a verificação destes requisitos, gerando assim garantia do mesmo ao projeto.



ESTADO DE MATO GROSSO
PREFEITURA MUNICIPAL DE VILA RICA
CNPJ: 03.238.862/0001-45



ANEXOS



ESTADO DE MATO GROSSO
PREFEITURA MUNICIPAL DE VILA RICA
CNPJ: 03.238.862/0001-45



LAUDO DE SONDAGEM DA ETE



ESTADO DE MATO GROSSO
PREFEITURA MUNICIPAL DE VILA RICA
CNPJ: 03.238.862/0001-45



DESENHOS