

	MANUAL DE OPERAÇÃO DO TRATAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS	Junho/2013
	FMC TECHNOLOGIES DO BRASIL LTDA. - SS	

DADOS DA EMPRESA

Razão Social: **FMC TECHNOLOGIES DO BRASIL LTDA.**
Endereço: Rodovia Amaral Peixoto Km 187, Lote 1 Quadra A
Bairro: Cabiúnas
Cidade: Macaé
Estado: RJ
CEP: 27970-020
Tel.: (22) 2773-0745
FAX: (22) 2773-1136
E-mail: marcus.paes@fmcti.com

Ramo de Atividade: Indústria Metalúrgica
Representante da Empresa: Marcus Paes
Setor: Gerente de Saúde, Segurança e Meio Ambiente.

	MANUAL DE OPERAÇÃO DO TRATAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS	Junho/2013
	FMC TECHNOLOGIES DO BRASIL LTDA. - SS	

INDICE

1. INTRODUÇÃO	4
1.1. DESCRIÇÃO DO TRATAMENTO	4
1.1.1. ETAPAS DO PROCESSO FÍSICO-QUÍMICO	4
1.1.2. PROCESSO BIOLÓGICO – TRATAMENTO SECUNDÁRIO	5
1.1.3. DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE TRATAMENTO	6
1.1.4. FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE TRATAMENTO BIOLÓGICO	7
1.1.5. DESENHO ESQUEMÁTICO DA OPERAÇÃO DO PROCESSO DE TRATAMENTO	8
2. MANUAL DE OPERAÇÃO	9
2.1. OBSERVAÇÕES GERAIS	9
2.2. DESCRIÇÃO DOS SISTEMAS DO TRATAMENTO BIOLÓGICO	10
2.2.1. TANQUE DE EQUALIZAÇÃO/ELEVATÓRIA	10
2.2.2. PENEIRA HIDROSTÁTICA	10
2.2.3. TANQUE DE REAÇÃO	10
2.2.4. TANQUE DE DIGESTÃO DE LODO	12
2.2.5. DESIDRATAÇÃO DO LODO– FILTRO BAG	12
2.3. OPERAÇÕES DO TRATAMENTO FÍSICO QUÍMICO	13
2.3.1. TRANSFERÊNCIA DE DESPEJO DA FOSFATIZAÇÃO PARA O TANQUE DE DESPEJO BRUTO.	13
2.3.2. TRANSFERÊNCIA DE DESPEJO BRUTO PARA OS TANQUES DE REAÇÃO.	13
2.3.3. PREPARO DE SOLUÇÕES	14
<i>Preparo de Solução de Polímero concentração 0,1%;</i>	14
<i>Preparo de Solução de soda cáustica concentração 10%</i>	15
O COAGULANTE É ADQUIRIDO EM SOLUÇÃO PARA PRONTO USO.	15
2.3.4. TRATAMENTO DO DESPEJO.	15
2.3.5. RETIRADA DE DESPEJO TRATADO DO TANQUE DE TRATAMENTO	15
2.3.6. RETIRADA DO LODO PARA O ADENSADOR.	15
2.3.7. FILTRAÇÃO DO LODO NO FILTRO PRENSA.	16
RECIRCULAR FILTRAR	16
2.3.8. SECAGEM DO LODO NO FILTRO PRENSA.	17
SECAR	17
2.4. OPERAÇÕES DO TRATAMENTO BIOLÓGICO	18
2.4.1. TANQUE DE RECALQUE	18
2.4.2. PENEIRA	18
2.4.3. TANQUE DE REAÇÃO	18
2.4.4. TANQUE DE DIGESTÃO DE LODO	19
2.4.5. DESIDRATAÇÃO DO LODO	19
2.5. CONTROLE DO PROCESSO BIOLÓGICO	20

Revisão 0	Rel. N.º PJT073/10	Pág. 2
-----------	--------------------	--------

	MANUAL DE OPERAÇÃO DO TRATAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS	Junho/2013
	FMC TECHNOLOGIES DO BRASIL LTDA. - SS	

2.5.1.	DETERMINAÇÃO DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO (OD)	21
2.5.2.	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (DBO)	21
2.5.3.	DETERMINAÇÃO DE SÓLIDOS EM SUSPENSÃO (SS)	21
2.5.4.	SEDIMENTABILIDADE DO LODO	21
2.5.5.	ÍNDICE VOLUMÉTRICO DE LODO (IVL)	22
2.5.6.	ÍNDICE DE DENSIDADE DO LODO	22
2.5.7.	IDADE DO LODO	22
2.5.8.	NITROGÊNIO	23
2.5.9.	FÓSFORO	23
2.5.10.	DETERMINAÇÃO DE MICRO-ORGANISMOS	23
2.5.11.	ADICIONAMENTO DE PRODUTOS QUÍMICOS	23
2.6.	PERTURBAÇÕES NA OPERAÇÃO	23
2.6.1.	CONTROLE DE VAZÕES	26
3.	SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA	26
3.1.	TRATAMENTO FÍSICO-QUÍMICO	26
3.2.	TRATAMENTO BIOLÓGICO	26
4.	COMENTÁRIOS FINAIS	26
5.	EQUIPE TÉCNICA	27
6.	BIBLIOGRAFIA	28
7.	ANEXOS	29

	MANUAL DE OPERAÇÃO DO TRATAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS	Junho/2013
	FMC TECHNOLOGIES DO BRASIL LTDA. - SS	

1. INTRODUÇÃO

1.1. DESCRIÇÃO DO TRATAMENTO

O tratamento Físico-Químico existente foi projetado para tratar, por bateladas, os efluentes líquidos gerados nos setores:

Tratamento de Superfície;

Cabine de Lavagem de Peças;

Setor de Montagem e SISC;

Separador água e óleo

Os banhos químicos concentrados apenas são encaminhados a ETE físico-químico, periodicamente, quando perderem a atividade. Após Tratamento Físico-Químico o despejo será drenado gradativamente para a caixa de recalque do efluente da cozinha, deste para a elevatória do tratamento biológico.

1.1.1. Etapas do Processo Físico-Químico

A - Separação água/ óleo:

O separador de água/ óleo (CSO) está instalado antes da caixa de recalque e equalização e, por diferença de densidade, fazem com que os óleos e demais produtos sobrenadantes fiquem retidos.

Enquanto, o efluente já sem o óleo, ultrapassa a CSO, em direção a próxima fase de tratamento, o óleo que vai se acumulando nos compartimentos apropriados das caixas separadoras é removido a cada mês, ou quando apresentar excesso.

O óleo removido é armazenado em tambores de 200 litros com tampa, identificados e encaminhados para tratamento de reciclagem.

B - Equalização/recalque:

Em função da diversidade das fontes geradoras de resíduos, na linha de produção da empresa, as correntes de efluentes apresentam composição variada necessitando homogeneização.

A equalização tem a finalidade de homogeneizar o efluente, tornando uniforme o pH, a temperatura, os sólidos, DQO, vazão e outros parâmetros físico-químicos, regularizando assim as condições do tratamento. Este processo é realizado no tanque de equalização/recalque subterrâneo, que recebe também o efluente contendo HW do setor de Riser.

Revisão 0	Rel. N.º PJT073/10	Pág. 4
-----------	--------------------	--------

	MANUAL DE OPERAÇÃO DO TRATAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS	Junho/2013
	FMC TECHNOLOGIES DO BRASIL LTDA. - SS	

C - Ajuste de pH e adição de coagulante:

O pH do efluente equalizado será ajustado por dosagem de ácido e/ou base, para atender as condições ideais da coagulação ($8,0 < \text{pH} < 9,0$), de acordo com os testes de tratabilidade, nos tanques de reação/decantação. A mistura dos produtos é efetuada utilizando-se ar comprimido. Após esse ajuste de pH, é adicionado o coagulante.

E - Adição de Flocculante

Após o processo de coagulação, é adicionado o flocculante, com a mistura mais lenta, para acelerar a sedimentação dos flocos, caso haja necessidade de tratamento de mais de uma batelada por dia. O efluente é deixado para decantar e após toda a sedimentação é drenado para o tanque de recalque na saída, sendo encaminhado para a elevatória da cozinha. O lodo sedimentado é transferido para o tanque de adensamento do lodo.

F – Desidratação do lodo

Após a transferência do lodo sedimentado nos reatores para o tanque adensador, é feita a dosagem de flocculante (polímero), para facilitar a desidratação. A mistura com o polímero é feita por recirculação do lodo, utilizando-se a bomba do filtro prensa.

A bomba de recirculação é desligada, ocorrendo a separação do lodo adensado e a água.

A água é drenada no ralo da estação retornando para o tanque de equalização/recalque.

O lodo sedimentado é encaminhado para o filtro-prensa e o efluente desta filtração retorna para o tanque de equalização/recalque.

O lodo desidratado é colocado em tambores identificados para a destinação final.

1.1.2. Processo Biológico – Tratamento Secundário

O sistema de lodos ativados é amplamente utilizado, a nível mundial, para o tratamento de despejos domésticos e industriais, em situações em que uma elevada qualidade do efluente e reduzidos requisitos de área são necessários.

O tratamento biológico consiste em submeter o despejo sanitário mais o efluente do tratamento primário (Físico-Químico) à aeração artificial na unidade de tratamento denominada tanque de aeração. O equipamento de aeração, através de seu movimento, promove a agitação da superfície líquida no tanque de aeração, dissolvendo na massa líquida o oxigênio atmosférico e mantendo em suspensão os sólidos e microorganismos contidos nesta massa.

A presença de alimento em abundância (matéria orgânica), concentrações adequadas de oxigênio dissolvido, nutrientes (normalmente encontrados no próprio esgoto sanitário) e outros fatores ambientais tais como a temperatura adequada, permitem aos microorganismos se reproduzirem rapidamente devido à turbulência causada pelos dispositivos de aeração. Tais grupos de microorganismos são denominados Flocos de Lodo Ativado. O lodo é, portanto,

Revisão 0	Rel. N.º PJT073/10	Pág. 5
-----------	--------------------	--------

	MANUAL DE OPERAÇÃO DO TRATAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS	Junho/2013
	FMC TECHNOLOGIES DO BRASIL LTDA. - SS	

constituído por grupos de microorganismos em suspensão que contém matéria orgânica, nutrientes e oxigênio dissolvido.

Um exame microscópio do lodo ativado revela que ele é formado por uma população heterogênea de microorganismos, responsáveis pela biodegradação do sistema, que muda continuamente de acordo com a variação na composição da água residuária e condições ambientais sendo um importante indício de funcionamento do processo e um bom indicador biológico. O lodo ativado é composto por uma população bacteriana (degradadoras primárias) agregada sob a forma de flocos biologicamente ativos que fixam um substrato complexo. A partir desses organismos degradadores, vive uma fauna de consumidores primários (protozoários), além de fungos e anelídeos.

Esses microorganismos, através de suas funções naturais de nutrição e reprodução, utilizando-se de substrato orgânico presente como fonte de energia, promovem a sua oxidação, ou estabilização. O conteúdo orgânico dos esgotos é quase totalmente reduzido no interior do tanque de reação. No final do tratamento biológico o líquido contido no tanque de reação consiste, portanto, em uma grande quantidade de colônias de microorganismos em suspensão com baixa concentração de matéria orgânica. Estes microorganismos em suspensão são separados do líquido pelo processo de sedimentação, sendo mantidos no tanque de aeração. O líquido decantado é drenado para o corpo receptor.

1.1.3. Descrição do Sistema de Tratamento

O despejo gerado no processo produtivo passa por um tratamento físico-químico, descrito no item anterior, o seu efluente é encaminhado para um tanque de recalque, misturando com o esgoto sanitário, sendo transferido gradualmente para o tanque de reação.

No tanque reator serão realizadas as etapas de aeração, fase anóxica, fase de aeração, decantação e descarga do efluente tratado.

Na fase de aeração, pela ação de microorganismos aeróbios, ocorrerá a degradação biológica da matéria orgânica do despejo.

A fase anóxica (onde haverá a redução do nitrito e nitrato a nitrogênio) será obtida pela desativação da aeração e acionamento do misturador por uma hora.

A fase de reaeração ocorrerá com a religação dos aeradores por 15 minutos, para ter oxigênio dissolvido suficiente para manter os microorganismos aeróbicos na fase de decantação do lodo biológico e deságüe do tanque (efluente tratado).

O lodo sedimentado permanecerá no tanque até atingir um limite máximo de 600 ml/L, quando parte deste lodo será transferida para o tanque digestor aeróbio onde ocorrerá uma redução no volume do lodo biológico e deste para um filtro Bag, para desidratação e posterior destinação do mesmo.

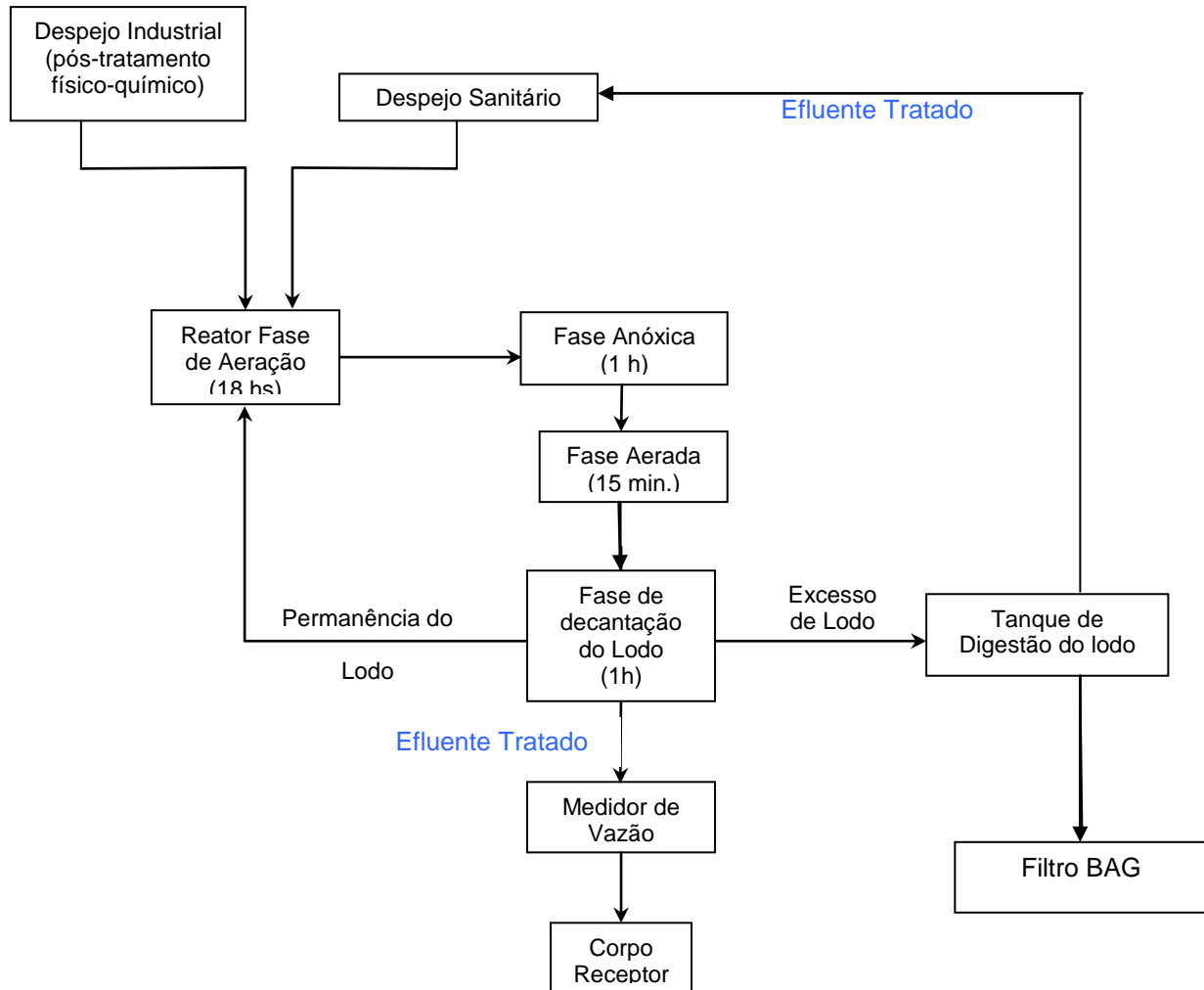
A água de drenagem dos filtros Bag retornará para o tanque de reação.

A medição da vazão final do efluente lançado no corpo receptor será realizada por meio de calha Parshall podendo ser instalado o medidor ultrasônico com registrador.

Revisão 0	Rel. N.º PJT073/10	Pág. 6
-----------	--------------------	--------

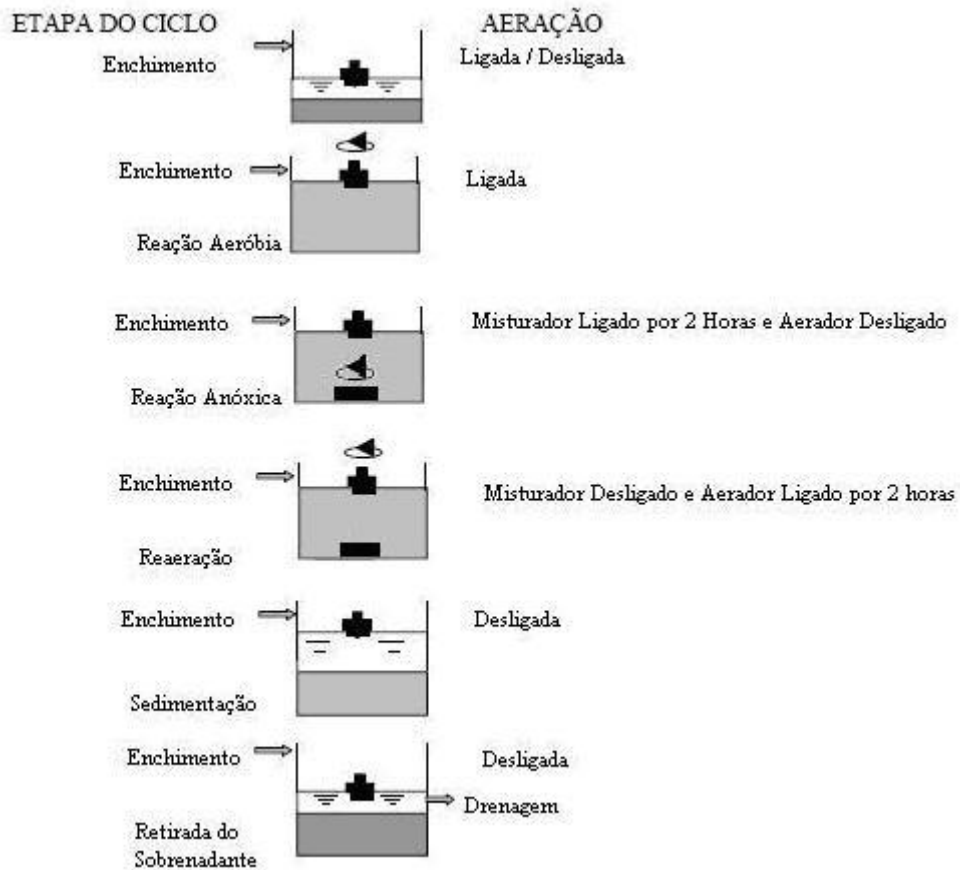
	MANUAL DE OPERAÇÃO DO TRATAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS	Junho/2013
	FMC TECHNOLOGIES DO BRASIL LTDA. - SS	

1.1.4. Fluxograma do Processo de Tratamento Biológico



	MANUAL DE OPERAÇÃO DO TRATAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS	Junho/2013
	FMC TECHNOLOGIES DO BRASIL LTDA. - SS	

1.1.5. Desenho Esquemático da Operação do Processo de Tratamento



Ciclos do Processo de Operação Intermitente

	MANUAL DE OPERAÇÃO DO TRATAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS	Junho/2013
	FMC TECHNOLOGIES DO BRASIL LTDA. - SS	

2. MANUAL DE OPERAÇÃO

2.1. OBSERVAÇÕES GERAIS

Antes do início da operação da Estação de Tratamento de Efluentes (ETE), alguns procedimentos devem ser tomados:

1. Apresentar aos funcionários envolvidos na operação e manutenção, as funções de cada unidade e seus equipamentos.
2. Organizar em arquivos de todos os manuais e folhas técnicas dos fabricantes dos equipamentos e fornecedores de produtos químicos.
3. Incluir os equipamentos da ETE no programa de manutenção preventiva da empresa.
4. Instruir os funcionários sobre normas de segurança e utilização dos Equipamentos de Proteção Individual.
5. Realizar inspeção da ETE a seco, verificação de abertura e fechamento de válvulas, verificação da limpeza dos tanques, tubulação, registro e testes dos painéis elétricos/eletrônicos.
6. Realizar teste do sistema com água limpa para verificação de vedação dos tanques, tubulações e válvulas. Nesta oportunidade, deverão ser testados e ajustados todos os equipamentos, incluindo os ajustes dos níveis das chaves de nível.

	MANUAL DE OPERAÇÃO DO TRATAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS	Junho/2013
	FMC TECHNOLOGIES DO BRASIL LTDA. - SS	

2.2. DESCRIÇÃO DOS SISTEMAS DO TRATAMENTO BIOLÓGICO

2.2.1. Tanque de Equalização/Elevatória

Função

Receber, equalizar e transferir o efluente sanitário para o tanque de reação.

Descrição do Processo

Os efluentes líquidos serão unificados neste tanque que será utilizado como poço de sucção das bombas centrífugas do tipo submersível, comandadas automaticamente por chaves de nível.

As chaves de nível, em número de três, comandam a sequência de entrada em funcionamento das bombas e têm a seguinte função:

Nível baixo – Desliga qualquer bomba que esteja em funcionamento

Nível médio – Liga a bomba

Nível alto – Aciona alarme de nível

2.2.2. Peneira Hidrostática

Função

Para retenção de sólidos grosseiros.

Descrição do Processo

Os efluentes bombeados do tanque de Equalização passam por esta peneira, dotada de tela de aço inox com perfil e malha de abertura de 2,5 mm, retraindo as partículas sólidas com dimensões superiores a esta da peneira.

Os sólidos retidos deslizam pela parte frontal da peneira, sendo recolhidos em uma tela metálica disposta num plano inferior. Esta tela é limpa periodicamente e o resíduo é destinado para local licenciado.

2.2.3. Tanque de Reação

Função

Fornecer ar para o desenvolvimento de micro-organismos que consomem a matéria orgânica do efluente e manter o tempo de detenção necessário para oxidação da matéria orgânica dissolvida.

Descrição do Processo

Revisão 0	Rel. N.º PJT073/10	Pág. 10
-----------	--------------------	---------

	MANUAL DE OPERAÇÃO DO TRATAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS	Junho/2013
	FMC TECHNOLOGIES DO BRASIL LTDA. - SS	

O tanque de reação trabalha em regime contínuo. A introdução do ar é efetuada através de um aerador de superfície flutuante, dotado de sistema de descarga do clarificado, responsável pela mistura do ar com o efluente em tratamento.

O sistema de coleta e escoamento do efluente tratado acompanha o nível do líquido no tanque e faz parte integral do aerador flutuante.

O crescimento de colônia de micro-organismos dá origem ao chamado "lodo biológico", cuja aparência é a de flocos de cor marrom e com tendência a se depositar no fundo do tanque.

O ciclo de retirada de excesso de nitrogênio ocorrerá quando atingir o tempo de aeração estabelecido e se processará com o desligamento do aerador e o acionamento do misturador, para manter o lodo biológico em suspensão. Nesta fase os micro-organismos aeróbicos se utilizarão do oxigênio disponível nos compostos de Nitrito e Nitrato, liberando o Gás Nitrogênio.

Após este ciclo ocorrerá um novo ciclo de aeração por 15 minutos para fornecer oxigênio suficiente para a fase de sedimentação do lodo e deságue do decantado (efluente tratado). Nesta fase tanto o misturador quanto os aeradores estarão desligados.

A operação de reação será executada em ciclos que estão descritos a seguir:

Primeiro Ciclo - AERAÇÃO.

Nesta fase os aeradores estão ligados e o tanque de aeração pode estar ou não sendo alimentado. O ciclo de aeração estará terminado quando o nível de líquido no tanque atingir o seu volume máximo, ou quando atingir o tempo estabelecido de aeração (18 horas).

Segundo Ciclo - DENITRIFICAÇÃO

Nesta fase, o aerador será desligado automaticamente e o misturador será acionado com a duração deste ciclo de uma hora.

Terceiro Ciclo – REAERAÇÃO

Nesta fase o misturador é desligado e os aeradores religados automaticamente, permanecendo desta forma por mais 15 minutos.

Quarto Ciclo - DECANTAÇÃO

A decantação consiste em processo para sedimentação de lodo. A sedimentação do lodo originará duas fases distintas no tanque de reação. Uma fase superior, denominada como clarificado, praticamente isenta de partículas sólidas e que se constitui no efluente tratado e a outra inferior chamada de lodo biológico.

O tempo de decantação, ou seja, o tempo em que o aerador e o misturador estão parados é determinado por um temporizador (ajustável) instalado no painel de comando eletrônico.

Quinto Ciclo – DESCARGA DO EFLUENTE

Decorrido o tempo determinado para a decantação, tem o início o ciclo de descarga do efluente, quando os aeradores ainda permanecem desligados e a descarga do clarificado se

Revisão 0	Rel. N.º PJT073/10	Pág. 11
-----------	--------------------	---------

	MANUAL DE OPERAÇÃO DO TRATAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS	Junho/2013
	FMC TECHNOLOGIES DO BRASIL LTDA. - SS	

processa automaticamente por meio da abertura de um conjunto de válvulas pneumáticas instaladas externamente no tanque de reação.

O efluente clarificado (tratado) é recolhido na superfície do tanque de reação por meio de um dispositivo do próprio aerador que acompanha o nível do líquido.

O ciclo de descarga também tem um tempo ajustado por um temporizador instalado no painel de comando elétrico.

Ao fim do ciclo de descarga, os aeradores são automaticamente acionados para dar início ao novo ciclo de Aeração.

Nota: A descarga é realizada por uma mangueira conectada ao aerador e à válvula pneumática. (Observar item operacional).

2.2.4. Tanque de Digestão de Lodo

Função

Promover a estabilização do lodo biológico, com a consequente redução de volume e obtenção de um produto final inodoro e de fácil desaguamento. Quando o lodo se apresenta em excesso no tanque de reação, deve-se realizar uma purga, isto é, uma retirada de parte do lodo do tanque de reação para manter o equilíbrio necessário entre o lodo e o despejo.

Descrição do Processo

A digestão aeróbia consiste em fornecer oxigênio para os micro-organismos que se encontram no tanque de digestão sem o fornecimento de alimento. Quando a matéria orgânica (alimento) se esgota, os micro-organismos começam a consumir o próprio protoplasma a fim de obter energia para as reações de manutenção das células. Este processo denomina-se fase endógena das células, onde o tecido celular é oxidado aerobicamente.

A transferência da fração do lodo será efetuada por intermédio de uma bomba submersível acionada por decisão do operador.

2.2.5. Desidratação do Lodo– Filtro BAG

Função

Eliminar a umidade presente no lodo, para que possa ser manuseado e destinado adequadamente.

Descrição do Processo

A decisão da drenagem do excesso de lodo é função do operador da ETE, que aciona a bomba helicoidal cuja sucção está interligada a tubos de drenagem instalados no fundo do digestor para o sistema de desidratação. Este processo ocorre, preferencialmente, com o aerador do digestor parado e após a sedimentação do lodo. O lodo a ser desidratado é retirado do

Revisão 0	Rel. N.º PJT073/10	Pág. 12
-----------	--------------------	---------

	MANUAL DE OPERAÇÃO DO TRATAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS	Junho/2013
	FMC TECHNOLOGIES DO BRASIL LTDA. - SS	

digestor passando por um condicionamento com polieletrólito para melhorar a sua característica de filtrabilidade.

Este processo consiste dos seguintes componentes:

Tanque de Polieletrólitos: tanque onde é preparada a solução de polieletrólito, que será preparada e estocada neste reservatório dotado de misturador lento de eixo vertical.

Bomba Dosadora de Polieletrólito – A solução de polieletrólito será incorporada à corrente de lodo mediante a dosagem em linha do produto, executada por uma bomba dosadora tipo diafragma e um misturador estático.

Filtro tipo BAG – A filtração do lodo já condicionado com o polieletrólito ocorrerá nestes filtros tipo Bags gravimétricos dotados de elementos filtrantes em tecido simétrico, acoplados a dutos de entrada com válvulas individuais de bloqueio para cada um deles. Uma vez esgotada a capacidade dos elementos filtrantes, estes serão removidos e colocados sobre estrados para uma pós-secagem e disposto como resíduo sólido.

O filtrado resultante da desidratação do lodo será recolhido por tubulação e conduzido à elevatória de retorno.

2.3. OPERAÇÕES DO TRATAMENTO FÍSICO QUÍMICO

2.3.1. Transferência de despejo da fosfatização para o tanque de despejo bruto.

- Retirar o ar da bomba de transferência
- Ligar a bomba no painel elétrico (botoneira nº 4):



- Acompanhar o nível do líquido no tanque de despejo da fosfatização, desligando quando atingir o nível mínimo:

2.3.2. Transferência de despejo bruto para os tanques de Reação.

- Abrir a válvula do tanque de reação que deseja transferir o despejo:

	MANUAL DE OPERAÇÃO DO TRATAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS	Junho/2013
	FMC TECHNOLOGIES DO BRASIL LTDA. - SS	



- e) Abrir a válvula da bomba de recalque e acionar o botão “LIGA” no painel de comando (botoeira 2 ou 3). Acompanhar o enchimento dos tanques até o nível máximo



- f) Desligar a bomba acionando o botão “DESLIGA” no painel de comando

2.3.3. Preparo de Soluções

ATENÇÃO

Ao manipular as soluções, o operador deverá estar munido com os equipamentos de segurança:

- Óculos de Proteção;
- Luva de PVC;
- Avental de PVC.
- Máscara contra gases tóxicos

Preparo de Solução de Polímero concentração 0,1%;

- Colocar água limpa até completar o volume do tambor de 200 L;
- Abrir o ar comprimido para o tambor;
- Colocar aos poucos 200g de Ifloc 101, verificando se não há pelotas no fundo;

Revisão 0	Rel. N.º PJT073/10	Pág. 14
-----------	--------------------	---------

	MANUAL DE OPERAÇÃO DO TRATAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS	Junho/2013
	FMC TECHNOLOGIES DO BRASIL LTDA. - SS	

Preparo de Solução de soda cáustica concentração 10%

ATENÇÃO: A dissolução de soda cáustica libera calor, aquecendo a solução rapidamente. Dissolver a soda cáustica em escama lentamente.

- Colocar água limpa em um balde 20 L;
- Colocar aos poucos 2Kg de soda cáustica, agitando continuamente com um bastão até dissolução completa;

O coagulante é adquirido em solução para pronto uso.

2.3.4. Tratamento do Despejo.

- a) Abrir lentamente a válvula de ar do tanque reator para agitar o líquido
- b) Medir o pH do tanque com auxílio da fita de pH. Se o pH estiver menor que 8,0 adicionar barrilha ou soda cáustica até atingir o pH = 8,0.
- c) Adicionar 4L de Coagulante Policloreto de Alumínio (IZET 803, AWAFLOC 18 AC ou similar) no tanque de 4.000 L e 1L de Coagulante em cada tanque de 1.000L.
* Na falta de Policloreto de Alumínio, utilizar Sulfato de Alumínio dobrando a dosagem (respectivamente 8 Kg e 2 Kg).
- d) Diminuir a agitação fechando parcialmente a válvula de ar e adicionar 1L de Polímero para cada m³ de efluente;
- e) Fechar a válvula de ar e deixar em repouso por no mínimo 2 horas.

2.3.5. Retirada de despejo tratado do Tanque de Tratamento

Após um período de repouso do material no tanque o lodo se compacta no fundo do tanque e o despejo tratado fica sobrenadante.

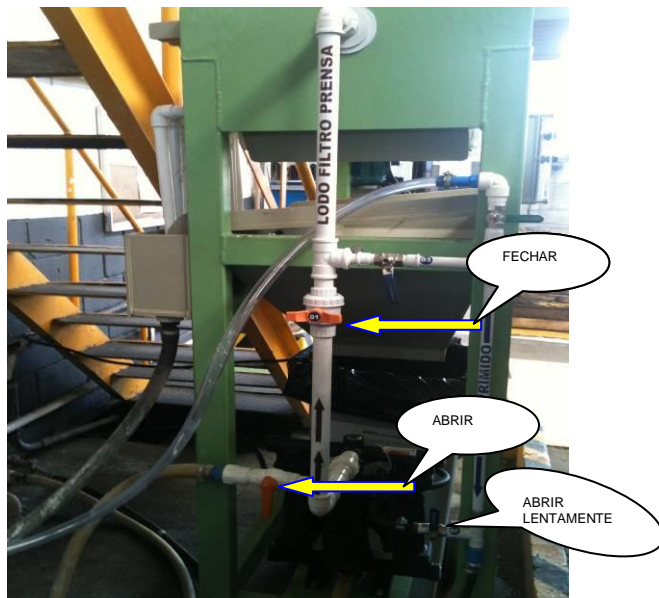
Para retirada desta água, o operador deverá abrir a válvula de drenagem de água, localizada na lateral do tanque, no nível acima do lodo.

2.3.6. Retirada do lodo para o Adensador.

- a) Abrir a válvula do fundo do reator;
- b) Fazer a manobra de válvulas da bomba do filtro prensa para transferência para o adensador;
- c) Abrir lentamente a válvula de ar da bomba

Revisão 0	Rel. N.º PJT073/10	Pág. 15
-----------	--------------------	---------

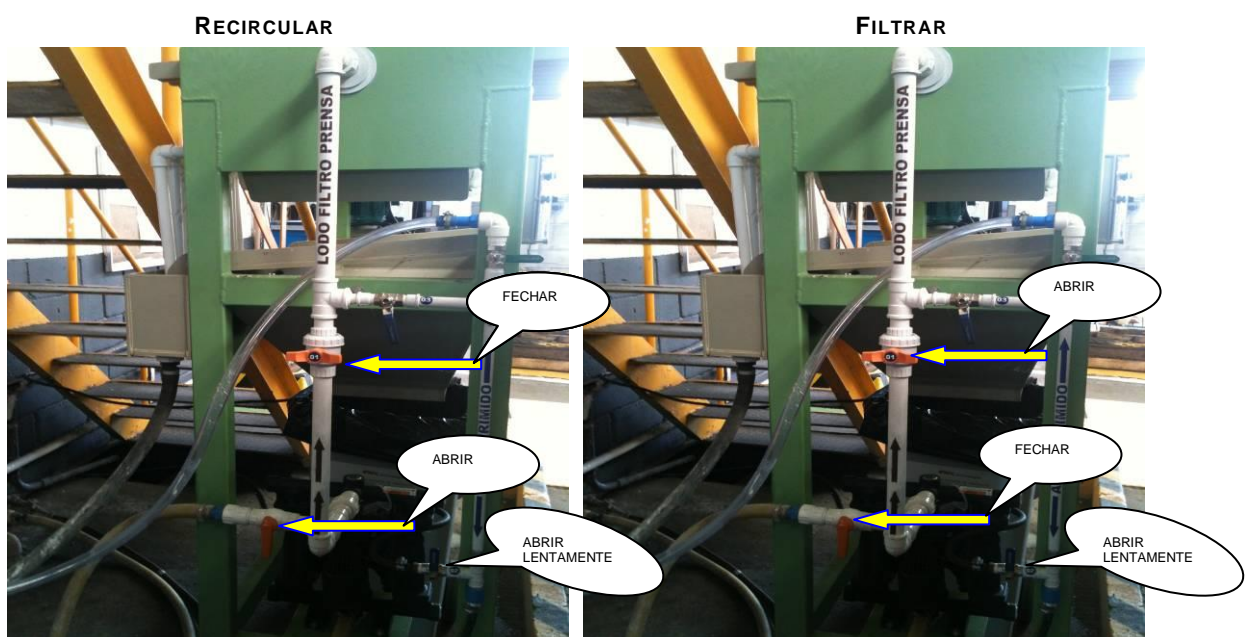
	MANUAL DE OPERAÇÃO DO TRATAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS	Junho/2013
	FMC TECHNOLOGIES DO BRASIL LTDA. - SS	



- d) Controlar visualmente o nível e o aspecto do líquido no adensador. Quando começar a cair água limpa, parar a transferência de lodo fechando a válvula de ar da bomba e a válvula de fundo do reator.

2.3.7. Filtração do lodo no Filtro Prensa.

- Abrir a válvula do fundo do reator;
- Fazer a manobra de válvulas da bomba do filtro prensa para recircular no adensador;
- Abrir lentamente a válvula de ar da bomba
- Adicionar 70 L de solução de Ifloc 101 preparada anteriormente e deixar recircular por aproximadamente 15 min.
- Fazer a manobra de válvulas da bomba do filtro prensa para filtrar;

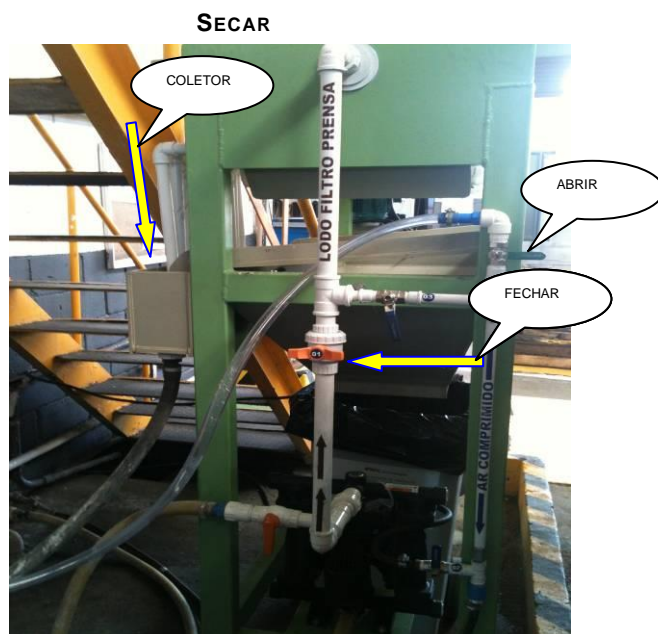


	MANUAL DE OPERAÇÃO DO TRATAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS	Junho/2013
	FMC TECHNOLOGIES DO BRASIL LTDA. - SS	

- f) Parar a filtração quando as placas do filtro estiverem cheias, que poderá ser verificado quando a bomba do filtro passar a funcionar lentamente. O operador deverá fechar a válvula de ar da bomba e a válvula de fundo do adensador;

2.3.8. Secagem do lodo no Filtro Prensa.

- Fechar a válvula de lodo para o filtro prensa
- Abrir a válvula de ar para o filtro prensa;
- Deixar o ar aberto até secagem completa do lodo, que poderá ser verificado quando não sair mais água no coletor;



	MANUAL DE OPERAÇÃO DO TRATAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS	Junho/2013
	FMC TECHNOLOGIES DO BRASIL LTDA. - SS	

2.4. OPERAÇÕES DO TRATAMENTO BIOLÓGICO

2.4.1. Tanque de recalque

O tanque de recalque de despejo é projetado para funcionar automaticamente, contudo, também é possível operá-lo no manual.

No caso de acionamento do alarme:

- a) Proceder ao içamento das bombas a fim de verificar possíveis entupimentos e, em caso positivo, proceder à limpeza dos rotores, removendo todos os materiais sólidos responsáveis pela obstrução.
- b) Verificar os fusíveis.
- c) Verificar se o sistema está funcionando com a chave na posição manual e, em caso de confirmação, acionar a chave colocando-a na posição "automático".
- d) Proceder à manutenção conforme o manual das bombas.

2.4.2. Peneira

A peneira deve ser limpa diariamente com auxílio de uma vassoura de piaçava, varrendo o material aderido na tela para o contentor de resíduo.

2.4.3. Tanque de Reação

Antes de listar as principais diretrizes recomendadas para operar uma estação de tratamento, especificamente de lodos ativados, é importante citar que "o melhor método para se operar uma determinada instalação deve ser obtido pela experiência", cada unidade apresenta peculiaridades do projetista e/ou dos equipamentos. De um modo geral é importante considerar as seguintes recomendações:

- g) Realizar a coleta de amostras conforme frequência determinada.
- h) A aeração deverá ser suficiente para manter um teor de oxigênio dissolvido em torno de 1 a 2 mg OD/L durante todo o tempo. Tal medição deverá ser feita com um oxímetro de campo em vários pontos do tanque.
- i) Manter a concentração de sólidos em suspensão pré-estabelecida no projeto (3.000 a 6.000 mg/L).
- j) Manter o índice volumétrico de lodo em torno de 100 e a idade de lodo acima de 25 dias.
- k) O teor de sólidos em suspensão poderá ser controlado pela quantidade de lodo ativado purgada para o digestor de lodo. O operador deverá verificar o volume de lodo diariamente utilizando proveta graduada de 1.000 mL. Quando o volume sedimentado após meia hora ultrapassar a 600 ml/L deverá ser efetuada a purga para o tanque digestor de lodo.

Revisão 0	Rel. N.º PJT073/10	Pág. 18
-----------	--------------------	---------

	MANUAL DE OPERAÇÃO DO TRATAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS	Junho/2013
	FMC TECHNOLOGIES DO BRASIL LTDA. - SS	

- l) Apesar de o processo ser do tipo mistura completa, e estar projetado para suportar alguma variação de carga, deve-se evitar sobrecargas orgânicas periódicas ou repentinas, geralmente devido a grandes contribuições de despejos industriais, com DBO excessiva e substâncias químicas tóxicas, não previstas no projeto.
- m) Acompanhar e ajustar se necessário, o tempo do processo anóxico para o desligamento do aerador e o acionamento do misturador. A princípio, conforme projeto, o tempo de desligamento do aerador e acionamento do misturador é de uma hora. No entanto, este tempo poderá ser reajustado de acordo com os resultados das análises de Nitrogênio no efluente tratado.
- n) Verificar a qualidade do lodo após o religamento dos aeradores, quanto à sedimentabilidade, utilizando o cilindro graduado de um litro e a partir deste resultado verificar a necessidade ou não de reajustes nos tempos de denitrificação e aeração.

2.4.4. Tanque de Digestão de Lodo

Após a primeira purga do lodo do tanque de reação para o digestor de lodo acionar o aerador, quando o volume de líquido atingir um pouco mais da metade do volume do tanque, desligar o aerador e deixar o lodo sedimentar por uma hora e iniciar a transferência para o processo de desidratação do lodo. A frequência de operação deste processo será ajustada com a regulação geral da ETE, podendo ser realizada diariamente ou com prazos mais alongados.

2.4.5. Desidratação do Lodo

Antes de iniciar o processo de purga do digestor de lodo, o operador deverá preparar o polímero no tanque de polímeros, verificar a colocação dos elementos filtrantes no equipamento BAGFIL, verificar a abertura das válvulas de cada elemento.

Após estas operações, o operador deverá iniciar o bombeamento do lodo do digestor de lodo para o seu acondicionamento e consequente filtração.

O efluente do filtro será drenado para a elevatória de retorno que possui um controle de nível que aciona a bomba no nível máximo e desliga no nível mínimo.

O operador deverá verificar o acionamento correto desta bomba para evitar transbordamento ou a bomba trabalhar a seco.

Após não ocorrer mais água saindo pelos elementos filtrantes, o operador deverá retirá-los e transferir o lodo desidratado para as bombonas para a destinação do mesmo. Recomendamos que o armazenamento das bombonas seja em local coberto até a destinação final do lodo.

Recolocar os elementos filtrantes vazios no equipamento para que recebam novos lodos.

Revisão 0	Rel. N.º PJT073/10	Pág. 19
-----------	--------------------	---------

	MANUAL DE OPERAÇÃO DO TRATAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS	Junho/2013
	FMC TECHNOLOGIES DO BRASIL LTDA. - SS	

2.5. CONTROLE DO PROCESSO BIOLÓGICO

A boa operação requer um controle constante do bom funcionamento dos equipamentos e a avaliação de resultados através de um acompanhamento analítico.

Para um monitoramento da ETDI, os seguintes parâmetros gerais devem ser analisados:

- pH
- Oxigênio Dissolvido (OD)
- Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)
- Sólidos em Suspensão Total (SST)
- Sólidos em Suspensão Volátil (SSV)
- Sedimentabilidade do Lodo (SL)
- Materiais Sedimentáveis (MS)
- Demanda Química de Oxigênio (DQO)
- Detergentes (MBAS)
- Óleos e Graxas (OG)
- Resíduos Não Filtráveis Total (RNFT)
- Nitrogênio
- Fósforo

Com base nos resultados analíticos, devem ser calculados os seguintes parâmetros:

- Índice de Lodo (IVL)
- Índice de Densidade de Lodo (IDL)
- Idade do Lodo (IL)

As análises de Sólidos em Suspensão (SS), Oxigênio Dissolvido (OD), pH e Sedimentabilidade do Lodo (SL), deverão ser realizados no laboratório da ETDI. As demais análises devem ser realizadas em laboratório credenciado.

Revisão 0	Rel. N.º PJT073/10	Pág. 20
-----------	--------------------	---------

	MANUAL DE OPERAÇÃO DO TRATAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS	Junho/2013
	FMC TECHNOLOGIES DO BRASIL LTDA. - SS	

2.5.1. Determinação de Oxigênio Dissolvido (OD)

Pelo menos duas vezes por dia, nos momentos de carga máxima, no tanque de reação, no ciclo aerado, no ciclo anóxico, no ciclo de reaeração, no ciclo de decantação. No tanque de digestão do lodo durante a aeração e na sedimentação do lodo. No ciclo de aeração (digestão) deve ser mantido com um teor de OD entre 0, 5 e 2,0 mg O₂/L na zona aeróbica e no máximo de 0,5 mg O₂/L na zona anóxica.

2.5.2. Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

Pelo menos uma vez por semana, em amostras compostas no efluente industrial e no efluente do decantador secundário. A redução de carga orgânica deverá ser de 70% (mínimo).

2.5.3. Determinação de Sólidos em Suspensão (SS)

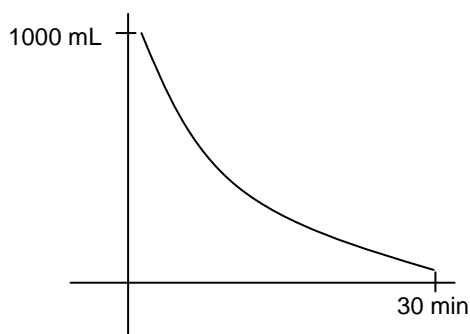
Pelo menos uma vez por mês, no efluente final, no retorno de lodo e no tanque de aeração para a determinação do índice de lodo. Devem ser determinados o Sólidos em Suspensão Total (SST) e Sólidos em Suspensão Voláteis (SSV).

O SSV no tanque de aeração deverá estar em torno de 3.000 a 6.000 mg/L no máximo.

2.5.4. Sedimentabilidade do Lodo

Pelo menos uma vez ao dia, no tanque de reação, com a finalidade de determinar o teor de lodo e a qualidade do mesmo. Este teste deve ser realizado em cilindro graduado de 1000 mL durante 30 minutos, anotando o volume a cada 5 minutos.

Traçar um gráfico de Volume de Lodo X Tempo em cada 5 minutos



A sedimentabilidade do lodo deve ser mantida entre 300 e 600 mL/L.

Revisão 0	Rel. N.º PJT073/10	Pág. 21
-----------	--------------------	---------

	MANUAL DE OPERAÇÃO DO TRATAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS	Junho/2013
	FMC TECHNOLOGIES DO BRASIL LTDA. - SS	

2.5.5. Índice Volumétrico de Lodo (IVL)

O mais empregado é o índice de volume de lodo ou índice de Mohlman. É o volume em mililitros ocupados por grama de lodo, após uma sedimentação de 30 minutos. Pode ser ainda definido como a razão entre o teor de lodo e sua concentração no tanque de aeração.

Os valores de IVL entre 50 e 150, indicam uma boa qualidade do lodo formado, já valores acima de 200 são indicativos de uma qualidade inferior.

Matematicamente é expresso pela relação:

$$\text{Índice de Lodo} = \frac{\text{Lodo sedimentado em 30 min (mL/L)} \times 1000}{\text{Sólidos em suspensão no tanque de aeração em mg/L}}$$

2.5.6. Índice de Densidade do Lodo

O índice de densidade do lodo é o inverso do índice de Mohlman. Ele difere do índice de lodo porque, quanto maior o IDL, melhores serão as qualidades de sedimentação do lodo.

O índice de densidade do lodo é a concentração em porcentagem de sólidos que o lodo assumirá depois de sedimentar por 30 minutos. Lodo com IDL maior que 1 é considerado de boa qualidade.

$$\text{IDL} = \frac{\text{mg/L de sólidos em suspensão no tanque de aeração}}{\text{Sólidos sedimentáveis em 30 min (mL/L)} \times 10}$$

2.5.7. Idade do Lodo

A idade do lodo representa o tempo médio que uma partícula em suspensão permanece sob a aeração. É definida como a relação entre a quantidade de sólidos em suspensão voláteis, no tanque de aeração, e a vazão de sólidos em suspensão volátil decantada por dia.

No processo convencional de lodo ativado a idade do lodo compreende entre 2 e 6 dias segundo algumas literaturas e outros entre 4 a 15 dias. No processo de aeração prolongada a idade de lodo utilizada é entre 20 a 30 dias. Tem-se observado que para idade menor do que 4 dias o lodo é pouco denso, não sendo bom para decantação (possuindo, portanto, um IVL elevado) e para idade maior do que 30 dias ocorre o aparecimento de flocos pequenos, que requerem uma menor taxa de vazão superficial no decantador final.

$$\text{Idade do Lodo} = \frac{\text{Volume do tanque de aeração (L)} \times \text{concentração}}{\text{Sólidos em suspensão no tanque de aeração (mg/L)}} \times \frac{\text{Vazão da purga de lodo (l/dia)} \times \text{sólidos em suspensão na purga de lodo}}{\text{Sólidos em suspensão no tanque de aeração (mg/L)}}$$

	MANUAL DE OPERAÇÃO DO TRATAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS	Junho/2013
	FMC TECHNOLOGIES DO BRASIL LTDA. - SS	

2.5.8. Nitrogênio

Uma vez por semana, no tanque de aeração. O teor de nitrogênio deverá ser de 5 mg/L para cada 100 mg/L de DBO.

2.5.9. Fósforo

Uma vez por semana, no tanque de aeração. O teor de fósforo deverá ser de 1 mg/L para cada 100 mg/L de DBO.

2.5.10. Determinação de Micro-organismos

É recomendável, também, a verificação, no microscópio, dos micro-organismos presentes no tanque de aeração, com o fim de correlacionar o aparecimento de micro-organismos indesejáveis com uma provável deficiência na formação dos flocos, e se tentar corrigir a tempo.

2.5.11. Adicionamento de Produtos Químicos

Caso o teor de Nitrogênio e Fósforo esteja abaixo do especificado, ou seja, 5 nitrogênio / 1 fósforo / 100 DBO, deverá ser adicionado ureia (como fonte de Nitrogênio) e Ácido Fosfórico ou Hexametáfosfato de Sódio (como fonte de fósforo) ou superfosfatos até que se atinja os valores especificados. (Este caso será improvável neste processo – Só adicionar após recomendação expressa do especialista).

2.6. PERTURBAÇÕES NA OPERAÇÃO

As principais perturbações na operação estão relacionadas a uma formação atípica da espuma no tanque de reação e a uma flutuação do lodo no ciclo de decantação, perdendo-se com o efluente final na hora da descarga.

Os sintomas principais são:

Sintoma A: Espuma no tanque de aeração de cor escura, quase negra.

Causas:

- a) Condição anaeróbia do esgoto
- b) Quantidade insuficiente de ar
- c) Presença de despejos tóxicos

Prevenção e Recuperação:

- a) Aumentar a quantidade de ar
- b) Aumentar a capacidade dos aeradores no caso de aeração mecânica

Revisão 0	Rel. N.º PJT073/10	Pág. 23
-----------	--------------------	---------

	MANUAL DE OPERAÇÃO DO TRATAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS	Junho/2013
	FMC TECHNOLOGIES DO BRASIL LTDA. - SS	

- c) Identificar o despejo responsável pela toxicidade e desviá-lo da unidade

Sintoma B: Espuma marrom escura, grossa e oleosa.

Causas:

- a) Idade do lodo elevada
- b) Lodo super oxidado.

Prevenção:

- a) Reduzir a idade do lodo
- b) Aumentar a descarga de lodo em excesso para o digestor de lodo

Sintoma C: Espuma branca intensa e agrupada

Causas:

- a) Idade do lodo muito baixa
- b) Presença de despejos não biodegradáveis

Prevenção:

- a) Aumentar a idade do lodo reduzindo a sua transferência para o digestor de lodo
- b) Borrifar água ou anti-espumante sobre a espuma
- c) Identificar e desviar a fonte de despejo não biodegradável

Sintoma D: Intumescimento do lodo - Sólidos escuros na superfície do decantador em forma de bolos

Causas:

- a) Vazão menor que a especificada em projeto
- b) Lodo séptico
- c) Descarga excessiva de sólidos
- d) Produção de microorganismos filamentosos

Prevenção:

- a) Correção da vazão real reduzindo o fluxo de retorno na bomba de recalque
- b) Tratamento químico
- c) Correção da transferência do lodo para o digestor de lodo

Revisão 0	Rel. N.º PJT073/10	Pág. 24
-----------	--------------------	---------

	MANUAL DE OPERAÇÃO DO TRATAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS	Junho/2013
	FMC TECHNOLOGIES DO BRASIL LTDA. - SS	

- d) Ajuste do grau de nitrificação/denitrificação por meio do tempo de desligamento dos aeradores.

Sintoma E: Cor clara no tanque de reação

Causas:

- a) Pode indicar perda de sólidos no tanque de reação no ciclo de drenagem do efluente

Prevenção:

- a) Verificar se não está havendo carga hidráulica maior do que a de projeto

Sintoma F: Presença de grande volume de lodo claro e difícil sedimentação

Causas:

- a) Pode ser devido à superaeração no tanque de reação.

Prevenção:

- a) Análise do teor de oxigênio no tanque de reação, que deve estar entre 2,0 mgO₂/l e 5,0 mgO₂/l. Caso esteja maior, desligar parte dos aeradores até que o teor de O₂ esteja nesta especificação.

Sintoma G: Sólidos no efluente ciclo de decantação

Causas:

- a) Concentração de sólidos suspensos muito alta
- b) Vazão muito menor do que a de projeto
- c) Vazão maior do que a de projeto
- d) Ocorrência de micro-organismos filamentosos.

Prevenção:

- a) Fazer a análise do volume de lodo no Cone de Imhoff, em caso positivo, descartar parte do lodo.
- b) Verificar as causas da diminuição da vazão e regularizá-la, pois pode estar havendo anaerobiose no tanque de recalque.
- c) Diminuir a vazão das bombas de alimentação do tanque de aeração para as especificações no projeto
- d) Ajustar o grau de nitrificação (reduzindo o tempo de desligamento dos aeradores) ou aumentar o pH temporariamente.

Revisão 0	Rel. N.º PJT073/10	Pág. 25
-----------	--------------------	---------

	MANUAL DE OPERAÇÃO DO TRATAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS	Junho/2013
	FMC TECHNOLOGIES DO BRASIL LTDA. - SS	

2.6.1. Controle de Vazões

O operador deverá anotar, preferencialmente a cada hora, vazão na saída final da ETDI com medidas na calha Parshall.

3. SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA

3.1. TRATAMENTO FÍSICO-QUÍMICO

Em caso de colapso em qualquer equipamento que impeça o funcionamento da ETDI, desviar o fluxo do efluente industrial para o tanque de acúmulo de HW (Tanque de Emergência).

Acompanhar o nível do tanque e caso chegue próximo do nível máximo, chamar a empresa do suga tudo para destinar este efluente para tratamento externo.

Não se esquecer de emitir o manifesto de resíduos "on line" no "site" do INEA.

3.2. TRATAMENTO BIOLÓGICO

Em caso de colapso em qualquer equipamento que impeça o funcionamento da ETE, desligar a bomba de recalque, que joga para o tanque de aeração.

Com esse procedimento, o efluente passará pelo processo Fossa/Filtro Anaeróbico/Sumidouro.

Não parar com a transferência do efluente da cozinha para o tanque de recalque, mas deve-se ficar atento para a caixa de gordura, mantendo-a sempre limpa. Pois, a gordura pode colmatar o filtro anaeróbico e o sumidouro.

Paralisar o envio do efluente tratado da ETDI (Físico-Químico) e seguir o procedimento do item 3.1 – Tratamento Físico-químico.

4. COMENTÁRIOS FINAIS

A apresentação deste projeto baseia-se nos critérios da Diretriz DZ-703 – Roteiro para apresentação de Projetos para Tratamento de Efluentes Líquidos.

Para que a unidade de tratamento tenha bom desempenho é necessário que as dimensões, equipamentos, produtos e operação sejam atendidos conforme as especificações do projeto.

O projeto foi dimensionado de acordo com as características atuais da composição do despejo.


A água tratada pelo processo biológico será lançada no corpo receptor.

O manual de operação complementar será estabelecido após a implantação do processo projetado e as especificidades dos equipamentos instalados.

Revisão 0	Rel. N.º PJT073/10	Pág. 26
-----------	--------------------	---------

	MANUAL DE OPERAÇÃO DO TRATAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS	Junho/2013
	FMC TECHNOLOGIES DO BRASIL LTDA. - SS	

5. EQUIPE TÉCNICA

NOME	REGISTRO PROFISSIONAL	FORMAÇÃO	ASSINATURA
Daniel Souza Gama	CRQ 03312960 3ª Reg.	Engenheiro Químico	
Nancy Duarte	CRQ RJ 55610-D	Engenheira Química	
Maria Susana Souza Gama	CRQ 03210264 3ª Reg.	Química Tecnológica com Especialização em Engª Sanitária e Ambiental	

	MANUAL DE OPERAÇÃO DO TRATAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS	Junho/2013
	FMC TECHNOLOGIES DO BRASIL LTDA. - SS	

6. BIBLIOGRAFIA

- Tratamento y Depuracion de Las Aguas Residuales
Metcalf – Eddy
Editora Labor, S.A.
- Purificacion de Aguas y Tratamiento y Remocion de Aguas Residuales
Fair, Gerfer e Okun
Editorial Limusa
- Engenharia do Saneamento Ambiental
Francilio Paes Leme
Livros Técnicos e Científicos Editora S.A.
- O Comportamento do Sistema de Lodo Ativado
Marais, Gerrit e van Haandel, Adrianus
Campina Grande – Paraíba – 1999
- Tratamento de Esgotos Domésticos – Volume I
Pessôa, Constantino Arruda
- Activated Sludge – 2nd Edition
Water and Waste Water Environment Federation
2002 –
- DZ-205. R5 – Diretriz de Controle de Carga Orgânica em Efluentes Líquidos de Origem Industrial
- NT-202. R10 - Critérios e Padrões para Lançamento de Efluentes Líquidos.
- DZ-703 – Roteiro para apresentação de projetos de tratamento de efluentes líquidos.
- Cinética da Degradação Biológica em Lodos Ativados: CFSTR X SBR
Carlos Gomes da Nave Mendes (1)
Claudia Mayumi Yamassaki (2)
Renata Ugliani Henrique Pereira (3)
- Modelação Matemática Para Projeto e Operação de Reatores Intermitentes de Lodo Ativado.
Gomes da Nave Mendes Carlos
UNICAMP, Faculdade de Engenharia Civil (FEC), Caixa postal 6021, CEP: 13083-970, Campinas-SP,
Brasil

Revisão 0	Rel. N.º PJT073/10	Pág. 28
-----------	--------------------	---------

	MANUAL DE OPERAÇÃO DO TRATAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS	Junho/2013
	FMC TECHNOLOGIES DO BRASIL LTDA. - SS	

7. ANEXOS

Anexo 1 - Catálogos de Equipamentos

Anexo 2 - Tabela de Conversão de Vazão

Anexo 3 - Planta de Situação

Anexo 4 - Plantas de Tubulação e Detalhes