

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Estudo da qualidade dos efluentes da ETE – Curado no Estado de
Pernambuco

Mário Jorge Macêdo Cantarelli

Orientador: Prof^a. Danielle Costa Morais

RECIFE, Junho/2009



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

ESTUDO DA QUALIDADE DOS EFLUENTES DA ETE – CURADO NO ESTADO DE PERNAMBUCO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE GRADUAÇÃO

POR

MÁRIO JORGE MACÊDO CANTARELLI

Orientador: Profa. Danielle Costa Morais

RECIFE, JUNHO / 2009

C229e Cantarelli, Mário Jorge Macêdo

Estudo da qualidade dos efluentes da ETE – Curado no Estado de Pernambuco / Mário Jorge Macêdo Cantarelli. – Recife: O Autor, 2009.

viii, 39 f.; il., figs., tabs.

TCC (Graduação) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Curso de Engenharia de Produção, 2009.

Inclui Referências Bibliográficas.

1. Engenharia de Produção. 2. Sistemas de esgotos anaeróbios - Tratamento. 3. Qualidade da água – Análise. 4. Águas residuárias. I. Título.

658.5 CDD (22.ed.)

UFPE/BCTG/2009-120

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer àqueles que contribuíram para a minha formação pessoal e profissional, inclusive para a conclusão deste trabalho:

A Deus, por ter colocado em meu caminho as oportunidades de educação que tive e todas as pessoas importantes que tive contato durante minha vida;

A toda minha família, em especial a meus pais, Regina e Pedro, e meus avós, Otília e Manoel, que me contribuíram para minha educação, sempre que necessário abrindo mão de suas vontades buscando oferecer-me o melhor, aconselhando e apoiando em minhas decisões;

Às minhas irmãs Caroline e Marina, pelo incentivo de passar por todas as adversidades em minha vida.

Aos meus avós Guiomar e José, já falecidos, com os quais gostaria de compartilhar tamanha felicidade por mais uma etapa de vida cumprida.

À professora Danielle Moraes pelas orientações e paciência durante a elaboração deste trabalho;

Aos colaboradores da empresa Lógica Engenharia LTDA por ter dado total condições para elaboração deste trabalho e que contribuíram substancialmente para este sucesso, especialmente Otacílio, Mayelbi e Leonardo;

Aos amigos de toda a vida, que torceram por mim, não permitiram que eu desviasse dos meus objetivos e entenderam a minha ausência em muitos momentos durante minha graduação e, principalmente, na elaboração deste trabalho;

Aos amigos verdadeiros que fiz na faculdade, os quais espero me acompanhem por toda vida, que estiveram comigo nas diversas noites mal dormidas e que contribuíram de forma tão importante para meu crescimento como pessoa e profissional e que compartilham também essa minha grande felicidade de concluir minha graduação.

RESUMO

O tratamento de resíduos tem se tornado cada vez mais importante no mundo industrializado e globalizado. Este tema vem sendo estudado e é preciso um conhecimento acerca dos processos existentes para os tratamentos, a legislação e a regulamentação desse setor. Os sistemas de tratamento de esgotos anaeróbios têm tomado grande importância nesse tema devido a suas características e na região Nordeste do Brasil principalmente devido ao favorecimento do clima e por sua viabilidade econômica. Dentre os processos mais utilizados para os sistemas anaeróbios estão: lagoas anaeróbias, decanto-digestores, filtros anaeróbios, reatores anaeróbios de manta de lodo e reatores anaeróbios de leito expandido/fluidificado. A empresa alvo do estudo de caso é a ETE – Curado, uma estação que utiliza processos anaeróbios para tratamento de matéria orgânica oriunda de toda região metropolitana e o lançamento de seus efluentes no rio Capibaribe, o estudo avalia a qualidade das águas residuárias de acordo com parâmetros selecionados para acompanhamento baseado em análises da qualidade destes efluentes utilizando a ferramenta de gráficos de controle e a partir deles estabelecendo as devidas análises, avaliando também seus impactos ao corpo d'água.

Palavras chaves: Sistemas de tratamento de esgotos anaeróbios, águas residuárias, análise de qualidade da água

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 OBJETIVOS.....	2
1.1.1 <i>Objetivos Gerais</i>	2
1.1.2 <i>Objetivos Específicos</i>	2
1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO	2
2. BASE CONCEITUAL	4
2.1 MEIO AMBIENTE	4
2.2 RESÍDUOS	5
2.2.1 <i>Esgotos Domésticos</i>	6
2.2.2 <i>Efluentes Orgânicos Industriais</i>	6
2.3 CORPOS D'ÁGUA.....	7
2.3.1 <i>Parâmetros de Controle</i>	8
2.3.2 <i>Limites dos parâmetros de controle de lançamentos de efluentes nos corpos d'água</i>	11
2.4 LEGISLAÇÃO E NORMATIZAÇÃO	12
2.4.1 <i>Decreto-lei N° 1.413 – Controle da poluição do meio ambiente provocada por atividades industriais</i>	12
2.4.2 <i>Lei N° 6.938 – Política Nacional do Meio Ambiente</i>	13
2.4.3 <i>Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA)</i>	14
2.4.4 <i>Agência Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (CPRH)</i>	15
2.4.5 <i>Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)</i>	17
3. SISTEMAS DE TRATAMENTO ANAERÓBIOS DE EFLUENTES	18

3.1	LAGOAS ANAERÓBIAS.....	19
3.2	DECANTO-DIGESTORES	20
3.3	FILTROS ANAERÓBIOS.....	20
3.4	REATORES ANAERÓBIOS DE MANTA DE LODO	22
3.5	REATOR ANAERÓBIO DE LEITO EXPANDIDO/FLUIDIFICADO	24
4.	ESTUDO DE CASO: ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS – CURADO	25
4.1	ANALISE DE PARÂMETROS DE SAÍDA DOS PROCESSOS DESSA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS. 26	
4.1.1	<i>pH</i>	26
4.1.2	<i>Temperatura</i>	27
4.1.3	<i>DBO</i>	28
4.1.4	<i>DQO</i>	29
4.1.5	<i>Sólidos Dissolvidos</i>	30
4.2	AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE SAÍDA PARA O MEIO AMBIENTE.....	31
4.3	POSSÍVEIS RISCOS AMBIENTAIS PROVENIENTES DO TRATAMENTO DE EFLUENTES E PROPOSIÇÃO DE MELHORIAS PARA MINIMIZAÇÃO DESTES RISCOS	32
5.	CONCLUSÃO	34
5.1	LIMITAÇÕES.....	34
5.2	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	35
	BIBLIOGRAFIA	36

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 - Conversão biológica no sistema anaeróbio.....	18
Figura 3.2 - Exemplo de um filtro anaeróbio de fluxo ascendente.....	22
Figura 3.3 - Exemplo de um filtro anaeróbio de fluxo descendente.....	22
Figura 3.4 - Esquema de um reator anaeróbio de manta de lodo.....	23
Figura 3.5 - Exemplo de um reator anaeróbio de manta de lodo.....	24
Figura 4.1 - Pontos de amostragem utilizados no estudo de caso.....	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Redução mínima de DBO em relação a carga orgânica.....	16
Tabela 2.2 - Taxa de redução exigida de DQO de acordo com atividade fim.....	16

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 4.1 - Gráfico de controle do pH de descarga da ETE – Curado.....	27
Gráfico 4.2 - Gráfico de controle da temperatura de descarga da ETE – Curado.....	28
Gráfico 4.3 - Gráfico de controle da redução percentual de DBO na descarga da ETE – Curado.....	28
Gráfico 4.4 - Gráfico de controle do valor da DBO na descarga da ETE – Curado.....	29
Gráfico 4.5 - Gráfico de eficiência de redução da DBO na descarga da ETE – Curado.....	30
Gráfico 4.6 - Gráfico de controle do valor da DQO na descarga da ETE – Curado.....	30
Gráfico 4.7 - Gráfico de controle do valor de sólidos dissolvidos na descarga da ETE – Curado.....	31

1. INTRODUÇÃO

Diante de uma preocupação cada vez maior sobre os resíduos produzidos pela população do estado de Pernambuco, faz-se necessária uma pesquisa sobre o rumo tomado pelos resíduos da sociedade. Em uma era na qual os resíduos crescem de forma preocupante, as autoridades buscam uma maior fiscalização em torno dos emissores de resíduos das mais diversas formas. Tem-se assim a importância de um trabalho que aprofunde num desses vetores, auditando um serviço que se torna tão relevante nos dias de hoje, o de tratamento de águas residuárias.

Este estudo busca analisar os efluentes da Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) – Curado, no âmbito da qualidade de suas águas residuárias, observa e considera os parâmetros exigidos pela legislação e normatização vigente no Brasil, particularmente, no Estado de Pernambuco e visa contribuir com proposições de melhorias viáveis aos processos da estação e estabelecendo uma conduta de parceria com a estação de tratamento de esgotos.

O tratamento de esgoto busca corrigir as características indesejáveis, buscando utilizá-lo ou oferecer uma disposição final de acordo com as leis e normas vigentes estabelecidas pelas autoridades competentes. (Haandel e Lettinga, 1994 *apud* Busato, 2004)

Segundo Sperling (1996, v. 2, p. 11), “o tratamento biológico de esgotos, como o próprio nome indica, ocorre inteiramente por processos biológicos. Estes processos reproduzem, de certa maneira, os processos naturais que ocorrem em um corpo d’água após o lançamento de despejos. No corpo d’água, a matéria orgânica é convertida em produtos mineralizados inertes por mecanismos puramente naturais, caracterizando o assim chamado fenômeno da autodepuração. Em uma estação de tratamento de esgotos os mesmos fenômenos básicos ocorrem, mas a diferença é que há em paralelo a introdução da tecnologia. Essa tecnologia tem como objetivo fazer com que o processo de depuração se desenvolva em condições controladas (controle da eficiência) e em taxas mais elevadas (solução mais compacta).”

Os ambientes sócio-econômico e político do Brasil induzem a necessidade da utilização de tecnologias viáveis e simples, de acordo com a realidade do país, o uso tecnológico apropriado refere-se principalmente à relação entre custos e benefícios dos sistemas, além de uma alta eficiência dos sistemas utilizados. (Busato, 2004)

Depois de um período de descrédito, até o início da década de 1980, aos sistemas anaeróbios de tratamento de esgotos foi dada maior relevância, principalmente no Brasil,

devido, em grande parte, às condições ambientais de temperatura favoráveis. (Chernicharo, 1997 *apud* Busato, 2004)

O cenário atual evidencia a importância da água em âmbito mundial, onde diversas reservas são diariamente contaminadas e poluídas, fenômenos como a explosão demográfica e o aumento da industrialização que vêm acontecendo de forma muitas vezes desordenada e os dejetos industriais e domésticos acabam sendo lançados nos corpos de d'água parcialmente tratados ou sem tratamento algum, levando à tona a fragilidade do meio ambiente a efeitos antrópicos. (Busato, 2004)

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivos Gerais

Este trabalho tem como objetivo geral analisar o processo produtivo de uma empresa responsável pelo tratamento de efluentes domésticos e industriais, colocando como pontos de discussão os processos produtivos em ETE e as dificuldades encontradas para o funcionamento das estações. Também busca identificar os métodos de controle de qualidade da estação e avaliar os resultados do efluente lançado ao corpo d'água em relação aos padrões exigidos pelas normas ambientais.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Identificar as normas ambientais vigentes referentes aos efluentes tanto no âmbito de tratamento quanto nos lançamentos nos corpos d'água.
- Analisar os parâmetros de saída dos processos de uma estação de tratamento de esgotos e avaliar a qualidade dessa saída.
- Propor intervenções para a melhoria da eficiência do tratamento.

1.2 Estrutura do Trabalho

Este trabalho é composto por cinco capítulos, onde o primeiro traz a importância do trabalho referente aos aspectos ambientais e sócio-econômicos, além de relatar os objetivos que o tema pretende atingir.

O segundo capítulo aborda a base teórica, com a conceituação dos itens que facilitem o entendimento e enquadramento dos assuntos abordados pelo presente trabalho. Foca nos assuntos dos sistemas de tratamento de esgotos anaeróbios e lançamento de seus efluentes em corpo d'água doce.

No terceiro capítulo são trazidas as características dos sistemas de tratamento anaeróbios de esgotos e seus principais modelos utilizados no Brasil, com a apresentação dos respectivos funcionamentos, vantagens e desvantagens.

O quarto capítulo é o estudo de caso na Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) Curado e consiste na identificação de seus processos internos de tratamento e controle dos parâmetros de saída das águas residuárias da estação. A análise da qualidade das águas residuárias foi realizada através de gráficos de controle dos principais parâmetros controlados pela estação.

Por último, as considerações finais são apresentadas, com a exposição das dificuldades encontradas na elaboração do trabalho e proposições de intervenções nos processos de tratamento.

2. BASE CONCEITUAL

Para uma contextualização de tudo que será abordado neste trabalho, é necessário adentrar nas abordagens pertinentes para uma melhor compreensão. Dentre os principais conceitos buscados, estão os de Gestão ambiental, impactos ambientais, efluentes, entre outros.

2.1 Meio ambiente

O artigo 3º, inciso I, da Lei Nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que trata da Política Nacional do Meio Ambiente, define Meio Ambiente como o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas.

O meio ambiente vem sendo agredido freqüentemente por diversas ações antrópicas, causando danos muitas vezes irreparáveis à biosfera do planeta. Esses impactos são abordados de forma criteriosa por muitos estudiosos das áreas da química, biologia, engenharia, entre outras. A gestão ambiental visa implementar seus princípios de acordo com as necessidades que surgem diante da utilização do meio ambiente em suas diversas acepções, garantindo assim, o uso sustentável dos recursos naturais. Desse modo, busca-se a manutenção do bem-estar ambiental, que garante as necessidades das gerações presentes e futuras. O conceito atual de sustentabilidade é arduamente abordado em todos os meios de gestão. (Backer, 1995)

O conceito de impacto ambiental, se encontra na Resolução nº 001, de 23 de janeiro de 1986 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), e consiste em “qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; e qualidade dos recursos ambientais”.

Os tipos de impacto ambiental são encontrados na literatura, e essas classificações podem ser determinadas por diferentes formas:

- Diretos ou indiretos;
- Curto ou longo prazo;
- Se são inevitáveis ou não;
- Quanto à área (local, regional, continental, global);

- Natural ou antropológico. (Brilhante; Caldas, 1999)

Muitos desses impactos são provocados pelas mais variadas formas de poluição. A poluição consiste nos distúrbios ambientais oriundos de fatos ou fenômenos desfavoráveis e podem ser diretos ou indiretos (Ibidem).

Esses impactos são causados por diversos elementos em um sistema em deficiência que existe além das esferas estatais e privadas. Os agentes causadores desses danos ao meio ambiente dividem-se em quatro grupos: a indústria, que são grandes responsáveis por lançamentos de diversos resíduos ao ambiente; os prestadores de serviços, também produzem resíduos; as famílias que, por produzirem um montante bastante relevante de resíduos, ocasionam diversos impasses na administração desses resíduos devido aos fins adotados para os mesmos; a distribuição, que produz poluição através de resíduos oriundos, por exemplo, de embalagens e das fumaças devido à incineração de materiais (Backer, 1995).

2.2 Resíduos

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR 10.004/04, o conceito adequado para resíduos sólidos corresponde a resíduos sólidos e semi-sólidos, provenientes de atividades domésticas, comerciais, industriais, entre outras fontes, inclusive os lodos de estações de tratamento de água e resíduos que sejam lançados ao meio ambiente nos corpos d'água ou redes públicas de esgotos inviabilizados e exijam tratamento dos mesmos.

Para a Associação Brasileira de Normas Técnicas, uma classificação dos resíduos é adotada para diferenciação de acordo com a periculosidade desses resíduos. Essa forma de classificar os efluentes não exclui o uso de outras classificações se houver a necessidade.

A seguir, a classificação dos resíduos de acordo com a ABNT NBR 10.004/04:

- Resíduos Classe I – Perigosos.
- Resíduos Classe II – Não Perigosos:
 - Classe II A – Não Inertes.
 - Classe II B – Inertes.

Para a referida norma, os resíduos perigosos são aqueles que apresentam periculosidade à saúde pública ou ao meio ambiente. As ameaças que proporcionam tal perigo são referentes a: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, patogenicidade e toxicidade. Esses critérios para determinação de periculosidade são definidos por normas. Já os resíduos não

perigosos são definidos por exclusão, e consistem naqueles que não se encontram na lista dos resíduos perigosos. São divididos em não inertes e inertes.

O termo geral de esgoto é utilizado para se referir à quantidade de água utilizada para diversos fins pela comunidade ou ainda uma associação de resíduos com água provenientes de residências, estabelecimentos comerciais e industriais ou públicos que se misturam com águas subterrâneas, superficiais e pluviais (Metcalf; Eddy, 2003 *apud* Busato, 2004).

2.2.1 Esgotos Domésticos

“O esgoto doméstico é aquele que provém principalmente de residências, estabelecimentos comerciais, instituições ou quaisquer edificações que dispõem de instalações de banheiros, lavanderias e cozinhas. Compõem-se essencialmente da água de banho, excretas, papel higiênico, restos de comida, sabão, detergentes e água de lavagem.” (FUNASA, 2006, p. 154)

Ainda de acordo com o Manual de Saneamento da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) existem três classificações importantes, são elas: física, química e biológica. A primeira classificação diz respeito ao volume de matéria sólida no esgoto, sua temperatura, os odores exalados, cores, turbidez e variação de vazão que diz respeito à diferença entre o volume de água que entra no sistema para consumo e o volume que sai pela rede coletora de esgoto. Quanto à química, temos a porcentagem de matéria orgânica em relação ao volume de todo esgoto, e a matéria inorgânica. Por último, a biológica, se define as características biológicas, nas quais são observados principalmente os microorganismos de águas residuais, dando prioridade a observação das bactérias que têm maior relevância nos processos químicos presentes nos tratamentos.

2.2.2 Efluentes Orgânicos Industriais

O conceito utilizado para efluentes, neste estudo, se relaciona ao de efluentes orgânicos industriais, que, conforme a Norma Técnica nº 2.001 da Agência Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (CPRH), são “despejos provenientes de estabelecimento industrial, incluindo os efluentes orgânicos de processo industrial, esgotos sanitários, águas pluviais contaminadas e outras águas contaminadas com matéria orgânica”.

2.3 Corpos D'Água

Os parâmetros de controle nas estações de tratamento de efluentes são estabelecidos de acordo com as resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). O controle das águas residuais é tratado na Resolução nº 357/05. Em seu preâmbulo explicita as seguintes considerações:

- “Considerando que a água integra as preocupações do desenvolvimento sustentável, baseado nos princípios da função ecológica da propriedade, da prevenção, da precaução, do poluidor pagador, do usuário-pagador e da integração, bem como no reconhecimento de valor intrínseco a natureza;

- Considerando ser a classificação das águas doces, salobras e salinas essencial a defesa de seus níveis de qualidade, avaliados por condições e padrões específicos, de modo a assegurar seus usos preponderantes;

- Considerando a necessidade de se criar instrumentos para avaliar a evolução da qualidade das águas, em relação as classes estabelecidas no enquadramento, de forma a facilitar a fixação e controle de metas visando atingir gradativamente os objetivos propostos”;

De igual modo, as águas têm suas definições trazidas na mesma Resolução do CONAMA nº 357/05, que expõe como sendo:

- Águas doces: águas com salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰;

- Águas salobras: águas com salinidade superior a 0,5 ‰ e inferior a 30 ‰;

- Águas salinas: águas com salinidade igual ou superior a 30 ‰;

Os artigos 4º, 5º e 6º da referida resolução trazem as classificações dos corpos de água em:

“1- Águas doces:

I - classe especial: águas destinadas:

a) ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção;

b) a preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e,

c) a preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

II - classe 1: águas que podem ser destinadas:

a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;

b) a proteção das comunidades aquáticas;

c) a recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;

d) a irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e

e) a proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

III - classe 2: águas que podem ser destinadas:

a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;

b) a proteção das comunidades aquáticas;

c) a recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;

d) a 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

e) a aquíicultura e a atividade de pesca.

IV - classe 3: águas que podem ser destinadas:

a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;

b) a irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;

c) a pesca amadora;

d) a recreação de contato secundário; e

e) a dessedentação de animais.

V - classe 4: águas que podem ser destinadas:

a) a navegação; e

b) a harmonia paisagística.”

2.3.1 Parâmetros de Controle

Diversos parâmetros são monitorados para o controle dos processos em uma estação de tratamento de efluentes. Esse controle depende de uma administração consciente de suas responsabilidades, seguindo a orientação dos diversos órgãos governamentais, como o CONAMA e a Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (CPRH, Norma Técnica, nº 2.003, s. d.).

a) Salinidade

Como já visto, é um parâmetro adotado segundo a Resolução Nº 357/05 do CONAMA o qual estabelece que o teor de salinidade menor ou igual a 0,5 % caracteriza um corpo de água como sendo um corpo de água doce.

b) Densidade de Cianobactérias

As cianobactérias causam interferência produzindo gostos e odores desagradáveis na água, podendo também desequilibrar os ecossistemas aquáticos. Algumas dessas cianobactérias têm a capacidade de liberar toxinas, que são resistentes aos processos de tratamento convencionais, inclusive de fervura. Os principais fatores que influenciam a proliferação das cianofíceas são: o aumento anormal da quantidade de componentes nitrogenados e fosfatados na água limita o crescimento das cianobactérias; o aumento da matéria orgânica favorece o aumento da quantidade de microorganismos decompositores livres na água e nos sedimentos, que acabam consumindo o oxigênio dissolvido na água, favorecendo, com isto, a atividade fotossintética das cianobactérias (Nagayama; De Togni, s.d.).

c) pH

É a medição do potencial hidrogênio da água. Os valores do pH encontram-se distribuídos entre zero e quatorze. Entre o zero e sete encontra-se a faixa ácida; o ponto sete indica neutralidade; e de 7 a 14 encontra a faixa alcalina. O resultado da análise de pH, e expresso em unidade de pH. (QUALIDADE, s.d.)

d) Oxigênio Dissolvido (OD)

Consiste na concentração de oxigênio (O_2) dissolvido na água. Um dos principais fatores de controle de um corpo de água é a solubilidade de OD em água. O consumo de OD ocorre por diversos fatores, dentre eles: o consumo pela oxidação da matéria orgânica, as trocas com a atmosfera, a respiração de organismos vivos aquáticos e processos químicos de origens abióticas. Sua concentração é mantida devido, principalmente, ao oxigênio atmosférico dissolvido no corpo de água e ao oxigênio liberado pela fotossíntese de algas e plantas aquáticas. (Fiorucci; Filho, 2005)

O lançamento de material orgânico de origem doméstica e industrial num corpo de água faz com que esse material rico em formas vivas consuma o OD em suas variadas reações químicas, provocando um aumento das demandas de oxigênio. Com o aumento das cargas orgânicas em um determinado corpo de água a demanda por oxigênio se torna maior do que a quantidade de oxigênio dissolvido, mudando de forma radical a característica do ecossistema anteriormente estável o que torna impossível a vida de animais aquáticos, além de impedir o uso da água para quaisquer atividades humanas. (Ibidem, 2005)

e) Matéria orgânica

A matéria orgânica pode ser obtida através de dois métodos bastante comuns: demanda química de oxigênio e demanda bioquímica de oxigênio.

Segundo a Norma Técnica nº 2.001 da CPRH (2003, p. 3), a demanda química de oxigênio (DQO) pode ser entendida como a “quantidade de oxigênio consumido na oxidação química da matéria orgânica existente na água, medida em teste específico”.

Com relação à demanda bioquímica de oxigênio (DBO), a referida norma (2003, p. 2) conceitua como “a quantidade de oxigênio requerida na oxidação bioquímica de matéria orgânica existente na água, pela ação de bactérias aeróbias, sob condições específicas”.

“A demanda bioquímica de oxigênio (DBO) é a quantidade de oxigênio dissolvido requerido pelos microrganismos na oxidação bioquímica da matéria orgânica presente no esgoto” (Busato, 2004, p. 15)

f) Coliforme Termotolerante

Os coliformes termotolerantes vivem normalmente no organismo humano, existindo em grande quantidade nas fezes de humanos e animais. A presença de coliformes não indica necessariamente que a água está contaminada por bactérias patogênicas ou vírus. (QUALIDADE, s.d.)

g) Cor e Turbidez

Os conceitos de cor e turbidez são abordados por Sperling (1996, v. 1, p. 23 e 24) como sendo o primeiro “responsável pela coloração da água”, e a turbidez como sendo “o grau de interferência com a passagem da luz através da água, conferindo uma aparência turva à mesma”, devido basicamente por sólidos em suspensão.

h) Metais

Responder ao questionamento sobre uma definição precisa de metais pesados é uma tarefa bastante difícil, mas sabe-se que esta é uma nomenclatura usada largamente para aquelas substâncias causadoras de poluição e que possuem grande poder tóxico. Alguns dos metais cujas concentrações são controladas são: cádmio, chumbo, manganês, cromo e o mercúrio (Ávila, s.d.).

Ávila (s.d.) expõe que, durante muito tempo, os metais pesados foram utilizados de forma não controlada em muitas atividades. Um exemplo bastante abordado pelas disciplinas escolares é o uso na mineração, como o uso de mercúrio e a obtenção de chumbo através da fusão de prata. Os metais pesados diferem de outros agentes tóxicos porque não são sintetizados nem destruídos pelo homem.

Os efeitos tóxicos dos metais sempre foram considerados como eventos de curto prazo, agudos e evidentes, como anúria e diarreia sanguinolenta, decorrentes da ingestão de mercúrio. Atualmente, ocorrências a médio e longo prazo são observadas, e as relações causa-efeito são pouco evidentes e quase sempre subclínicas. Geralmente esses efeitos são difíceis de serem distinguidos e perdem em especificidade, pois podem ser provocados por outras substâncias tóxicas ou por interações entre esses agentes químicos. (Ibidem, s.d.)

A contaminação dos corpos de água por qualquer um desses metais se trata de um problema saúde pública. O consumo da água ou de animais contaminados provocam inúmeras doenças: câncer de pulmão, próstata, danos ao sistema nervoso, asma, saturnismos entre outras inúmeras conturbações (Ibidem, s.d.).

2.3.2 Limites dos parâmetros de controle de lançamentos de efluentes nos corpos d'água

Os limites para o lançamento de efluentes em corpos d'água são determinados pela Resolução nº 357/05 do CONAMA e pelas Normas Técnicas nº 2.001 e nº 2.002, da Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos.

Os principais parâmetros juntamente com seus limites são:

- PH: valores entre 5 e 9;
- Temperatura (°C): abaixo de 40°C;
- Sólidos sedimentáveis: através do ensaio do cone de Imhoff por 60 minutos, a sedimentação tem que ser de no máximo 1mL/L;

- Vazão: a vazão máxima deve ser até 1,5 vez a vazão de entrada, exceto com autorização da autoridade competente;
- Óleos e graxas:
 - a) óleos minerais devem apresentar concentração em até 20 mg/L
 - b) óleos vegetais e gorduras animal devem apresentar concentração em até 50 mg/L;
- Materiais flutuantes: ausência;
- DBO: redução em 90% da redução para fontes com carga superior a 100 Kg/dia, sendo a concentração máxima em até 180 mg/L;
- DQO: a concentração máxima para o lançamento de efluentes é 360 mg/L;

2.4 Legislação e Normatização

Visando o bom funcionamento do sistema ambiental nacional, a existência de uma legislação vigente juntamente com resoluções e normas complementadoras são de fundamental importância para a regulamentação e a manutenção do equilíbrio ambiental. Assim, no que se refere a tratamento de efluentes, os fatores mais relevantes têm como base:

- O Decreto-lei Nº 1.413, de 14 de agosto de 1975, dispõe sobre o controle de poluição do meio ambiente provocada por atividades industriais;
- A Lei Nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que se refere à Política Nacional do Meio Ambiente;
- A Resolução nº 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA;
- As Normas Técnicas da Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – CPRH;
- As Normas da Agência Brasileira de Normas Técnicas – ABNT;

2.4.1 Decreto-lei Nº 1.413 – Controle da poluição do meio ambiente provocada por atividades industriais

O artigo 1º do mencionado Decreto-lei afirma que “As indústrias instaladas ou a se instalarem em território nacional são obrigadas a promover as medidas necessárias a prevenir ou corrigir os inconvenientes e prejuízos da poluição e da contaminação do meio ambiente.”

2.4.2 Lei Nº 6.938 – Política Nacional do Meio Ambiente

Esta Lei institui e disciplina a Política Nacional de Meio Ambiente, seus princípios, objetivos e determina os instrumentos da política. O seu artigo 2º traz os seguintes princípios norteadores:

I. Ação governamental na manutenção do equilíbrio ecológico, considerando o meio ambiente como um patrimônio público a ser necessariamente assegurado e protegido, tendo em vista o uso coletivo;

II. Racionalização do uso do solo, do subsolo, da água e do ar;

III. Planejamento e fiscalização do uso dos recursos ambientais;

IV. Proteção dos ecossistemas, com a preservação de áreas representativas;

V. Controle e zoneamento das atividades potencial ou efetivamente poluidoras;

VI. Incentivos ao estudo e à pesquisa de tecnologias orientadas para o uso racional e a proteção dos recursos ambientais;

VII. Acompanhamento do estado da qualidade ambiental;

VIII. Recuperação de áreas degradadas;

IX. Proteção de áreas ameaçadas de degradação;

X. Educação ambiental a todos os níveis de ensino, inclusive a educação da comunidade, objetivando capacitá-la para participação ativa na defesa do meio ambiente.

Tais princípios funcionam, em grande parte, como metas a serem alcançadas no desenvolvimento da gestão ambiental. Além deles, no artigo 4º da supramencionada Lei podem-se vislumbrar que os objetivos da política nacional são:

I. À compatibilização do desenvolvimento econômico social com a preservação da qualidade do meio ambiente e do equilíbrio ecológico;

II. À definição de áreas prioritárias de ação governamental relativa à qualidade e ao equilíbrio ecológico, atendendo aos interesses da União, dos Estados, do Distrito Federal, dos Territórios e dos Municípios;

III. Ao estabelecimento de critérios e padrões da qualidade ambiental e de normas relativas ao uso e manejo de recursos ambientais;

IV. Ao desenvolvimento de pesquisas e de tecnologias nacionais orientadas para o uso racional de recursos ambientais;

V. À difusão de tecnologias de manejo do meio ambiente, à divulgação de dados e informações ambientais e à formação de uma consciência pública sobre a necessidade de preservação da qualidade ambiental e do equilíbrio ecológico;

VI. À preservação e restauração dos recursos ambientais com vistas à sua utilização racional e disponibilidade permanente, concorrendo para manutenção do equilíbrio ecológico propício a vida;

VII. À imposição, ao poluidor e ao predador, da obrigação de recuperar e/ou indenizar os danos causados, e ao usuário, da contribuição pela utilização de recursos ambientais com fins econômicos.

Em sua redação está a estruturação do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), o qual é formado por órgãos e entidades da esfera nacional até a municipal, que atuam de forma integrada na proteção dos recursos naturais. Dentre os vários órgãos, o CONAMA e a CPRH fazem parte de sua estrutura.

O primeiro tem a função de consultoria, assessorando, estudando e propondo diretrizes da política ambiental e deliberando normas, no intuito de preservar o equilíbrio ambiental. Trata-se de um órgão consultivo e deliberativo. Já o segundo, atuante na esfera estadual, é órgão seccional, responsável pelo controle e fiscalização de atividades que possam provocar a degradação do meio ambiente.

2.4.3 Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA)

Dentro de suas responsabilidades, o CONAMA, na Resolução Nº 357/05, se refere à classificação dos corpos de água e às diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, dando outras providências. A partir do Capítulo IV, a Resolução trata das condições e padrões de lançamento dos efluentes. Alguns de seus trechos são:

“Art. 25. É vedado o lançamento e a autorização de lançamento de efluentes em desacordo com as condições e padrões estabelecidos nesta Resolução.

Parágrafo único. O órgão ambiental competente poderá, excepcionalmente, autorizar o lançamento de efluente acima das condições e padrões estabelecidos no art. 34, desta Resolução, desde que observados os seguintes requisitos:

- I - comprovação de relevante interesse público, devidamente motivado;
- II - atendimento ao enquadramento e às metas intermediárias e finais, progressivas e obrigatórias;
- III - realização de Estudo de Impacto Ambiental (EIA), às expensas do empreendedor responsável pelo lançamento;
- IV - estabelecimento de tratamento e exigências para este lançamento; e

V - fixação de prazo máximo para o lançamento excepcional.

Art. 26. Os órgãos ambientais federal, estaduais e municipais, no âmbito de sua competência, deverão, por meio de norma específica ou no licenciamento da atividade ou empreendimento, estabelecer a carga poluidora máxima para o lançamento de substâncias passíveis de estarem presentes ou serem formadas nos processos produtivos, listadas ou não no art. 34, desta Resolução, de modo a não comprometer as metas progressivas obrigatórias, intermediárias e final, estabelecidas pelo enquadramento para o corpo de água.

Art. 27. É vedado, nos efluentes, o lançamento dos Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs) mencionados na Convenção de Estocolmo, ratificada pelo Decreto Legislativo nº 204, de 7 de maio de 2004.

Art. 38. O enquadramento dos corpos de água dar-se-á de acordo com as normas e procedimentos definidos pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) e Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos.

Art. 41. Os métodos de coleta e de análise de águas são os especificados em normas técnicas cientificamente reconhecidas.”

2.4.4 Agência Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (CPRH)

A agência estadual estabelece diversas normas técnicas para o exercício do controle sobre os lançamentos dos efluentes. Essa documentação estabelece parâmetros que devem ser acompanhados no intuito de se adequarem à normalidade, como as formas de lançamento desses efluentes, as formas com que as fontes poluidoras devem fazer o autocontrole de seus efluentes, além de estabelecer critérios para projetos no âmbito de sistemas de tratamento de efluentes.

As águas provenientes dos processos de tratamento não têm um nível de Demanda Biológica de Oxigênio (DBO) definido previamente. De acordo com a Norma Técnica nº 2.001 da CPRH (2003), o material tratado deve apresentar uma DBO reduzida em relação ao efluente entregue à estação. Essa redução é definida de acordo com a carga orgânica presente no efluente, conforme exposto na tabela a seguir:

Tabela 2.1 – Redução mínima de DBO em relação a carga orgânica

CARGA ORGÂNICA	REDUÇÃO MÍNIMA DE DBO
Carga < 100 Kg/dia	70%
Carga ≥ 100 Kg/dia	90%

Para efluentes industriais, existe a exigência de redução da Demanda Química de Oxigênio (DQO) de acordo com a atividade fim da fonte poluidora. Tais reduções são mostradas na tabela abaixo:

Tabela 2.2 – Taxa de redução exigida de DQO de acordo com atividade fim
 Fonte: Norma Técnica nº2.001 da CPRH (2003, p. 4)

TIPOLOGIA INDUSTRIAL	REDUÇÃO DE DQO (%)
LATICÍNIOS	60
MATADOUROS	60
ALIMENTOS / CONSERVAS	60
INDÚSTRIAS DE BEBIDA	80
AGROINDÚSTRIAS	80
INDÚSTRIAS DE PROCESSAMENTO DE PELES – CURTUME E ACABAMENTO	80
INDÚSTRIAS DE PROCESSAMENTO DE CARNES	60
INDÚSTRIAS DE PROCESSAMENTO DE PEIXES	60
INDÚSTRIAS DE PROCESSAMENTO DE CEREAIS	60
INDÚSTRIA TÊXTIL	80
INDÚSTRIA SIDERÚRGICA	80
TERMOELÉTRICAS	80
REFINARIA DE PETRÓLEO	90
INDÚSTRIA DE ACABAMENTO DE SUPERFÍCIE METÁLICA	90
INDÚSTRIA DE CLORO – SODA	60
INDÚSTRIA QUÍMICA ORGÂNICA	80
PAPEL E POLPA DE CELULOSE	80
INDÚSTRIA DE RECICLAGEM DE VIDRO	60

2.4.5 Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é o órgão responsável pela normalização das técnicas no Brasil. É um organismo sem fins lucrativos, de natureza privada. Participou da fundação da ISO (International Organization for Standardization), da COPANT (Comissão Panamericana de Normas Técnicas) e da AMN (Associação Mercosul de Normalização) (ABNT, 2004).

3. SISTEMAS DE TRATAMENTO ANAERÓBIOS DE EFLUENTES

Os tratamentos anaeróbios dependem dos microorganismos que agem na ausência de oxigênio, transformando os dejetos gerados pela ação humana em produtos mais simples como metano, gás carbônico e água (Metcalf; Eddy, 1991 *apud* Tonetto, 2003).

Os sistemas anaeróbios dependem de fatores como o ph, temperatura, nutrientes e cargas tóxicas para seu funcionamento, além de fatores de projeto que proporcionem uma otimização do contato da massa bacteriana com o material orgânico dentro dos reatores. (Foresti, 1999)

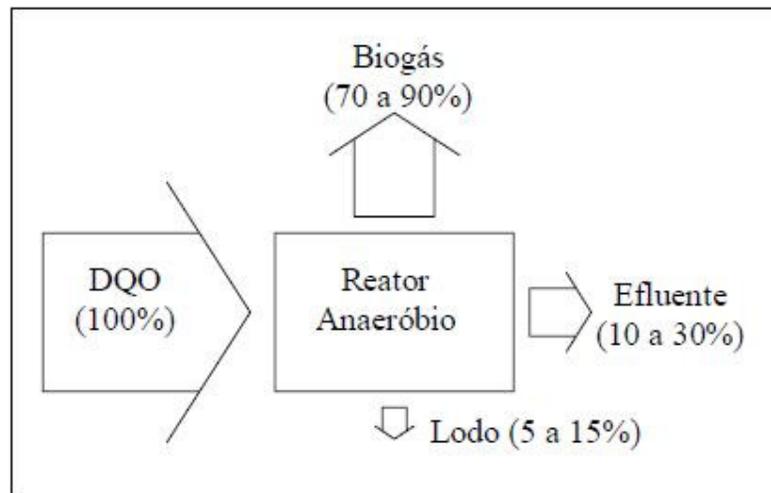


Figura 3.1 – Conversão biológica no sistema anaeróbico
Fonte: Busato (2004, p. 46)

Em geral, os sistemas de tratamento anaeróbios apresentam menores custos de implantação e operação, menor produção de lodos, facilitando o manejo do lodo residual oriundo dos reatores. Apresentam a possibilidade de uso do gás metano como combustível, mas podem apresentar relativa demora no tempo de partida do sistema. Essa demora refere-se ao tempo levado até a massa bacteriana atuar plenamente na degradação da matéria orgânica. Por isso, em localidades com variações ambientais esse tipo de tratamento torna-se bastante complicado de ser implantado, além dos odores exalados pelos sistemas. (Foresti, 1999)

Os reatores anaeróbios podem ser distinguidos funcionalmente em dois grandes grupos: reatores nos quais não ocorre o fluxo de esgotos nas zonas de acumulação de lodos, como nas lagoas anaeróbias e decanto-digestores; e, reatores com fluxo através do lodo ativo, disperso na massa líquida em flocos ou grânulos ou, ainda, formando um leito filtrante com

sustentação hidráulica, assim como os reatores de manto de lodo, UASB e similares; ou a um material suporte como nos filtros biológicos. (Andrade Neto, 1999)

3.1 Lagoas anaeróbias

A depuração de águas residuárias por lagoas de estabilização constitui tecnologia consolidada para tratamento de esgotos sanitários e possui uma ampla gama de efluentes industriais, pelas suas vantagens de baixo custo e eficiência satisfatória, associadas à simplicidade construtiva e facilidade operacional. (Monteggia; Sobrinho, 1999)

As lagoas são ditas anaeróbias quando na camada líquida existe a ausência total da presença de oxigênio livre. A forma de estabilização é a fermentação anaeróbia. (Silva, 1977)

Trata-se de um sistema onde o lodo é passivo em relação à fase líquida, o lodo é separado por decantação. Grande parte das lagoas anaeróbias é transformada num tanque de sedimentação, tornando o contato da biomassa com o esgoto pouco intenso. (Busato, 2004)

Lagoas de estabilização são reservatórios rasos, construídos em diques e com fundos impermeáveis. Por causa desta simplicidade e por não utilizar mecanização, oferecendo baixos custos de investimento e operação. Lagoas são consideradas a tecnologia mais próxima aos ambientes hídricos naturais no que se refere às reações de depuração de águas residuárias. É normalmente utilizado um conjunto de lagoas de estabilização, composto por lagoas anaeróbias, facultativas e de maturação (Monteggia; Sobrinho, 1999).

A etapa inicial de reação dos poluentes ocorre pela ação de forças físicas, que fazem com que os poluentes mais densos que a água, chamados sólidos sedimentáveis, se depositem no fundo das lagoas formando bancos de lodo, enquanto que, partículas menos densas se aglomeram na superfície. Os microrganismos responsáveis pela degradação da matéria orgânica são encontrados tanto na fase líquida quanto na fase mais densa (Ibidem, 1999).

Na área de contato entre o material em tratamento e a atmosfera forma-se uma camada flutuante onde também ocorrem reações de decomposição da matéria orgânica. A espessura dessa camada é bastante variável, existindo uma corrente que defende a sua conservação, e outra que defende a sua retirada. A primeira corrente atribui a conservação da camada flutuante à redução de odores na atmosfera e a menor perda de temperatura interna do líquido. Já a segunda, visa diminuir a proliferação de mosquitos e por questões estéticas (Ibidem, 1999).

3.2 Decanto-Digestores

Outro sistema bastante simples que consiste em tanques simples ou divididos em compartimentos horizontais ou verticais, retendo em seu interior os sólidos contidos no esgoto por decantação. Utilizados tanto em pequenas e médias concentrações populacionais, são comumente conhecidos como tanques sépticos. O sistema de decanto-digestores engloba fenômenos físicos e químicos. Entre os primeiros estão a decantação, a sedimentação e a flotação. Dentre as segundas estão a desagregação da matéria sólida e a reação de digestão nas fases sólidas, líquidas e da espuma, que se trata de material flutuante na matéria orgânica, através de reações anaeróbias (Andrade Neto; Sobrinho; Melo; Aisse, 1999).

Os decanto-digestores podem apresentar diferentes formas construtivas, sendo elas: câmara única, câmaras em série e câmaras sobrepostas. O primeiro tipo se trata do mais simples, cujo fluxo segue em sentido horizontal com barreiras transversais provocando os elementos sólidos a se sedimentarem para não serem transportados com a saída do líquido (Ibidem, 1999).

O segundo grupo funciona de forma similar aos de câmara única, porém, têm uma parede com uma fenda horizontal a meia altura, dividindo assim o tanque em duas câmaras, onde basicamente ocorrem os mesmos processos, tendo na primeira uma maior digestão e conseqüentemente uma sedimentação mais significativa (Ibidem, 1999).

Nos de câmaras sobrepostas o sentido do fluxo é vertical e seu funcionamento é um pouco mais complexo. Os decanto-digestores de câmaras em série são mais simples, sendo esse um dos principais motivos para utilização em maior escala deste modelo. (Ibidem, 1999)

O que faz este sistema de tratamento um dos mais utilizados está ligado a sua eficiência associada a sua aplicabilidade. Consiste num reator bastante simples, barato e que se adapta satisfatoriamente quando estabelecido em conjunto com outros reatores, além do que permite um tratamento com efluentes com quantidade e qualidade mais variável em relação a outros reatores, tornando-o um importante predecessor de reatores mais eficientes. Em contrapartida, suas vantagens são reduzidas em virtude do aumento da vazão de uma ETE, onde outros reatores se mostram mais vantajosos diante de um controle e operação competentes.

3.3 Filtros anaeróbios

Segundo Andrade Neto (1999), os sistemas básicos de filtros anaeróbios são de tanques com material inerte como pedras britadas que tenham aderência com microrganismos e

desenvolva-os, estabelecendo um alto índice de vazios. Os microrganismos agrupam-se, fixando-se no material inerte através de diversas formas de acordo com o tipo de filtro. Tais filtros podem ser operados isoladamente ou em série com outros reatores para viabilizar uma maior eficiência do conjunto em relação ao filtro isolado.

O lodo anaeróbio em seu interior consiste em um lodo anaeróbio ativo. Uma das mais relevantes características de tratamentos com esse tipo de lodo é a alta retenção celular, ocasionando um aumento da eficiência na remoção de material dissolvido. Além disso, este lodo é também menos sensível a variações dos afluentes. (Andrade Neto, 1999)

Andrade Neto (1999) cita ainda a modalidade de filtro anaeróbio em bastante utilização que é o filtro anaeróbio de fluxo ascendente, no qual o fluxo entra pelo fundo do tanque na direção vertical seguindo até a superfície. E descreve funcionalmente o filtro anaeróbio como sendo “um conjunto de partes imóveis (fixas) de material inerte coberto de microrganismos e com espaços vazios que podem ser parcialmente ocupados por lodo ativo na forma de flocos e grânulos, por meio do qual percola esgoto em fluxo ascendente, descendente ou horizontal” (p. 142).

Os filtros podem ser afogados ou não. Os filtros ascendentes são necessariamente do primeiro tipo, onde o lodo é retido floculando e em alguns casos granulando, devido à sustentação hidráulica, sendo ainda atribuído a eles papel relevante na remoção de parcela dissolvida da matéria orgânica das matérias. Eles apresentam um alto grau de eficiência, porém são mais suscetíveis a entupimentos e acumulam grandes volumes de lodo. (Ibidem, 1999)

A utilização desses filtros são para efluentes industriais e esgotos sanitários fluidos ou mais concentrados (maior quantidade de sólidos em suspensão), havendo com estes últimos a preocupação com possíveis entupimentos, sendo o caso de colocar algum tipo de segregação do material sólido, como uma peneira. (Ibidem, 1999)

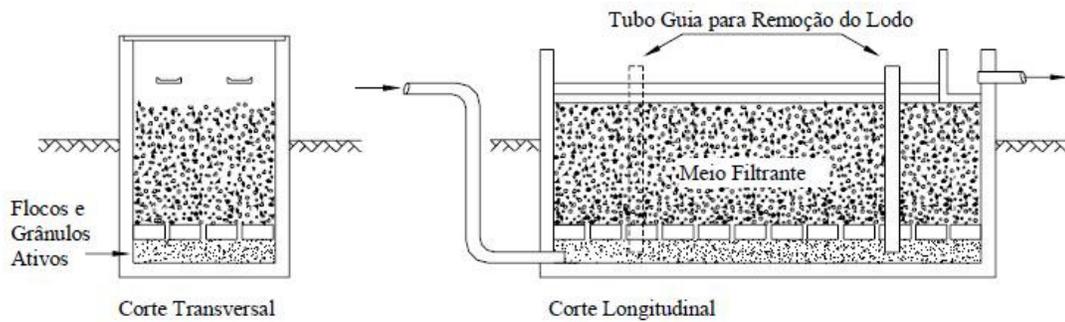


Figura 3.2 – Exemplo de um filtro anaeróbio de fluxo ascendente
 Fonte: Andrade Neto (1999, p. 144)

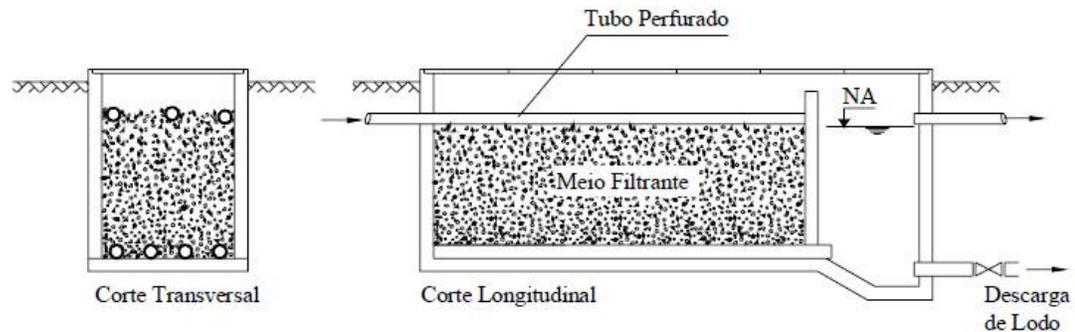


Figura 3.3 – Exemplo de um filtro anaeróbio de fluxo descendente
 Fonte: Andrade Neto (1999, p. 144)

3.4 Reatores anaeróbios de manta de lodo

Os sistemas de tratamentos anaeróbios que utilizam reatores de manta de lodo normalmente apresentam grandes vantagens em relação aos reatores convencionais, pois têm baixo custos na implantação e também na operação. De igual modo, produzem um volume considerado pequeno de lodo, baixa demanda energética, eficiência bastante satisfatória, além da possibilidade de parada por longos períodos podendo retomar as operações rapidamente. Porém, como desvantagem, tal sistema apresenta odores, sensibilidade em tolerar cargas tóxicas e incapacidade de atuar isoladamente, sendo dependente de um sistema em série de pós-tratamento. (Chernicharo, 1999)

O esquema da figura a seguir mostra o funcionamento básico de um reator de manta de lodo, também chamado de reator UASB. Trata-se de um reator de fluxo ascendente, onde a camada inferior é chamada leito do lodo, de onde parte a operação do reator. Para o funcionamento pleno do UASB são necessários meses de operação adequando o lodo ao

sistema. Esta mesma camada apresenta ótimas características de sedimentação e também digestivas. (Ibidemm, 1999)

A segunda etapa é caracterizada por um grau menor de partículas sedimentadas e menor concentração, consistente na manta de lodo, ocorrendo a digestão ainda, porém em menor intensidade. À medida que as reações consomem a matéria orgânica, os compostos sólidos descem, e os líquidos e gasosos emergem e são devidamente separados. (Chernicharo, 1999)

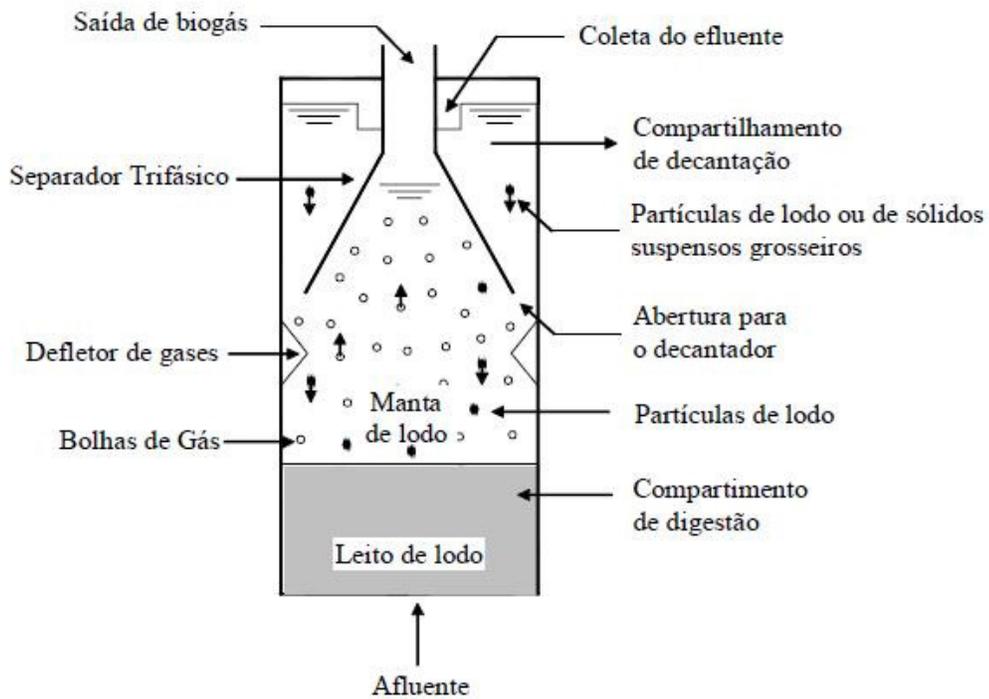


Figura 3.4 – Esquema de um reator anaeróbio de manta de lodo
Fonte: Chernicharo (1999, p. 159)

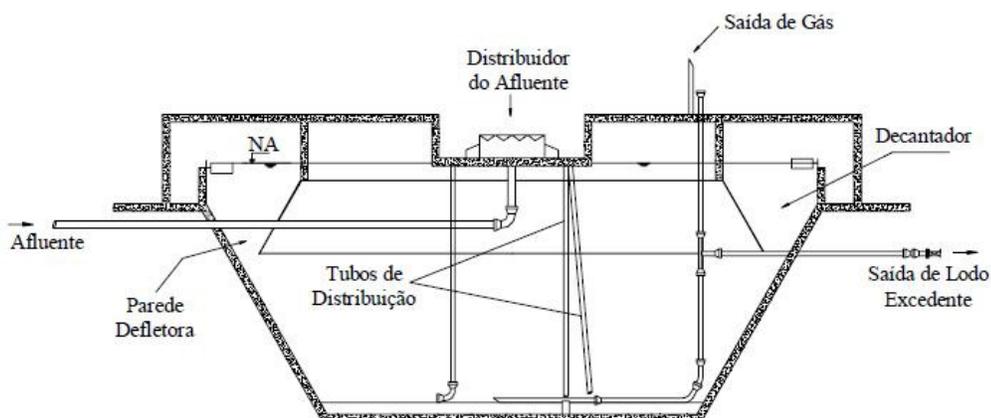


Figura 3.5 – Exemplo de um reator anaeróbio de manta de lodo
 Fonte: Chernicharo (1999, p. 163)

3.5 Reator anaeróbio de leito expandido/fluidificado

Este reator apresenta características bastante peculiares, como o fato de seu fluxo ser no sentido ascendente e a necessidade da utilização de material suporte, o qual corresponde a elementos inertes onde o biofilme se fixa (Campos; Pereira, 1999).

A divisão do reator é feita de forma que a primeira etapa seja na região de reação, local onde a matéria orgânica é consumida e degradada. Nela se encontra o material de suporte onde os microorganismos fixam-se e geram uma grande área de contato entre os substratos e as colônias decompositoras (Ibidem, 1999).

Na medida em que ocorre a ascensão do material orgânico ocorre a separação de fases. No topo da torre existe a região de retenção de sólidos suspensos e o dispositivo para coleta de gás, separando-os do líquido, que é bombeado para fases seguintes ou usado realimentar o sistema lançado na região de reação novamente com o afluente recém chegado no reator. Essa última etapa é imprescindível para o estabelecimento da velocidade de ascensão ideal para a otimização do tratamento pelo reator de leito expandido/fluidificado (Ibidem, 1999).

Em geral, esse tipo de reator ocupa pequenas áreas. Além disso, admite uma grande concentração de microorganismos ativos e uma grande área de contato entre o material a ser degradado e as bactérias, proporcionando grande eficiência, como a fácil adição de novos substratos ao leito e a retirada do lodo. Em compensação, o consumo de energia elétrica é alto. (Ibidem, 1999)

4. ESTUDO DE CASO: ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS – CURADO

A Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) – Curado está em operação a quatro anos e tem seu funcionamento no bairro do Curado, em Recife, Estado de Pernambuco. A equipe é composta por engenheiros, agrônomos, biólogos e administradores.

Sua atuação é estadual, com realização de serviços prestados a empresas dos setores alimentício, automobilístico, químico, celulose, bebidas, entre outros. A estação recebe e trata material orgânico oriundo de esgotos domésticos e efluentes orgânicos industriais que se enquadrem na classificação de resíduos classe II-A, referentes aos resíduos não perigosos e não inertes. Tais resíduos podem ser líquidos e sólidos. Os primeiros serão abordados adiante, enquanto que os sólidos referem-se a processos de compostagem, porém estes não são objetos do presente trabalho. A capacidade total de processamento de material é de 48 m³/h, processando hoje cerca de 35% deste volume.

O tratamento dos resíduos fluídos respeita a seguinte ordem: as cargas chegam em caminhões do tipo “limpa fossa” e são recepcionados por um colaborador treinado; neste momento, é aferido o grau de DQO através de uma amostra do carregamento. De acordo com este ensaio o descarregamento pode prosseguir para uma lagoa anaeróbia, dando início ao processo de tratamento, ou para filtros de pré-tratamento onde ocorre a sedimentação de material inorgânico, presente principalmente em resíduos de origem industrial. No final será inserido ao processo no ponto de entrada dos demais carregamentos.

Na lagoa anaeróbia ocorre a biodigestão anaeróbia, seguido por um filtro de fluxo ascendente, decantador secundário. Após este processo ocorre uma desinfecção por meio de lâmpadas de raios ultravioleta. Por último, faz-se uma aeração por difusores de microbolhas para a última sedimentação das partículas restantes a água antes de ser lançada ao corpo d’água.

O controle operacional ocorre em diversos pontos do processo, no início e fim do tratamento, assim como no início de cada processo interno foram estabelecidos pontos de amostragem, os quais, de acordo com o parâmetro acompanhado, são coletados diariamente, semanalmente, trimestralmente ou semestralmente. A eficiência do tratamento é definida entre o último ponto de coleta de amostra da ETE e o ponto de início do tratamento. A ETE – Curado conta com um laboratório equipado para realização destes exames diariamente, e alguns mensalmente. Porém, outros exames apresentam maior custo em relação ao volume de

amostras necessárias e, por conta disso, são realizados em um laboratório particular especializado.

Sendo especificamente um corpo de água doce, classe 2, o Rio percorre cerca de 250 quilômetros até desaguar no Oceano Atlântico. Sua bacia possui, aproximadamente, 5.880 quilômetros quadrados, cerca de 74 afluentes e banha 32 municípios pernambucanos, sendo os principais: Toritama, Santa Cruz do Capibaribe, Salgadinho, Limoeiro, Paudalho, São Lourenço da Mata e Recife. (Salve o Capibaribe, s.d.)

Através de informações obtidas da Secretaria de Recursos Hídricos do Estado de Pernambuco a bacia hidrográfica do rio Capibaribe cruza cidades de importância significativa para o Estado, contendo alguns dos principais reservatórios hidrológicos da Companhia Pernambucana de Saneamento – COMPESA, os quais somam 42, e dentre eles estão os reservatórios de Carpina, Jucazinho e Tapacurá.

4.1 Análise de parâmetros de saída dos processos dessa estação de tratamento de esgotos

A observação dos parâmetros foi feita nos meses de abril à maio de 2009. Neste estudo são contemplados os principais parâmetros acompanhados pela Lógica Engenharia, o acompanhamento é feito em diversas etapas dos processos de tratamento dos esgotos e em seguida estão apresentados os resultados no último ponto de coleta da ETE, mesmo ponto onde são realizadas as inspeções de fiscalização da CPRH. São abordados os seguintes parâmetros de saída: pH, temperatura, DBO e DQO. As análises foram realizadas mediante utilização de gráficos de controle.

4.1.1 pH

O acompanhamento iniciado nos meses de janeiro a maio apresenta os seguintes resultados:

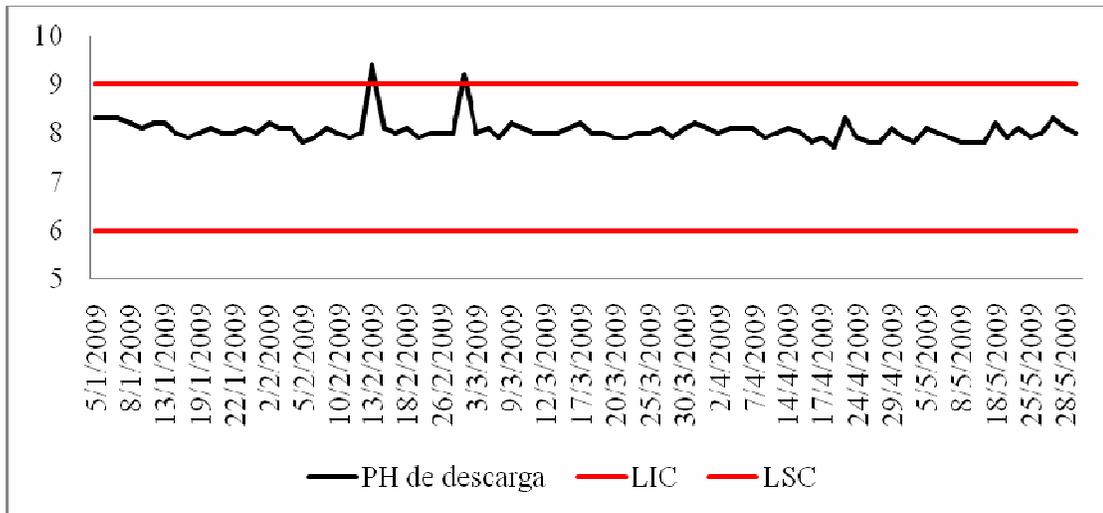


Gráfico 4.1 – Gráfico de controle do pH de descarga da ETE – Curado

Fonte: Lógica Engenharia LTDA (2009)

O gráfico evidencia o controle relacionado ao pH das águas residuárias no ponto anterior ao corpo d'água. Mostrando um pH ligeiramente básico dos efluentes, duas amostras apresentaram resultados que ultrapassaram o limite superior de controle. Constatou-se serem apenas eventos pontuais, sem representação que implique preocupação, dispensando a necessidade de intervenção nos processos (LÓGICA, 2009).

4.1.2 Temperatura

Tem-se, no próximo gráfico, a reprodução dos resultados obtidos na aferição da temperatura no último ponto de controle da ETE:

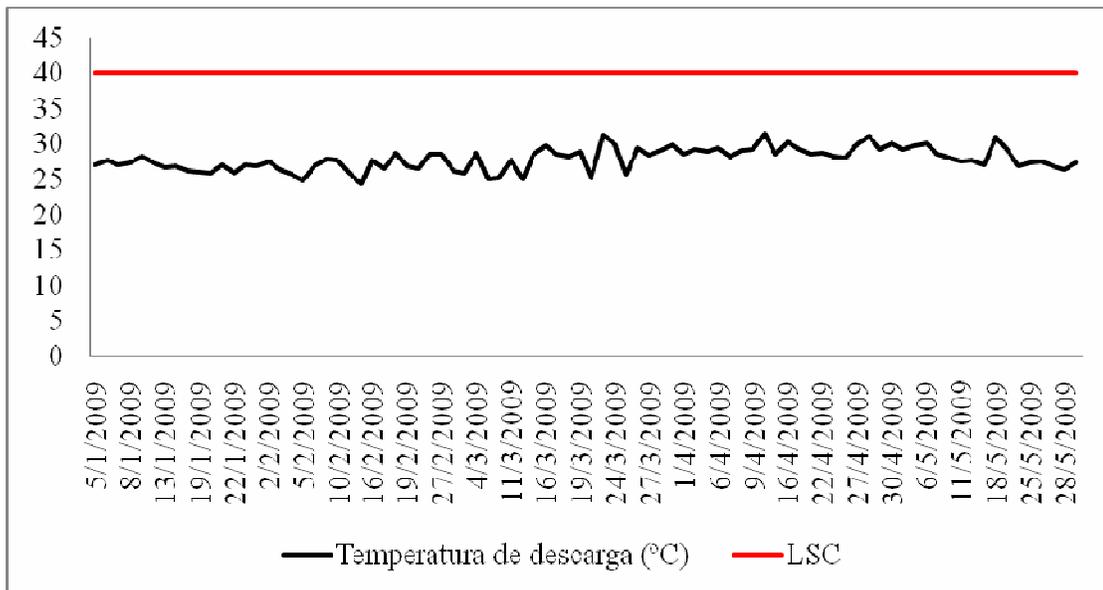


Gráfico 4.2 – Gráfico de controle da temperatura de descarga da ETE – Curado

Fonte: Lógica Engenharia LTDA (2009)

Neste caso encontra-se um total controle do parâmetro, com relevante folga até o limite superior de controle, não causando preocupação e além de não haver a necessidade de se intervir nos processos por conta deste parâmetro.

4.1.3 DBO

A demanda bioquímica de oxigênio apresentou resultados dentro do esperado. A regulamentação para este parâmetro aborda dois aspectos: a redução percentual da DBO e o lançamento de efluentes com limite para este parâmetro. As águas residuárias da ETE apresentaram os seguintes resultados:

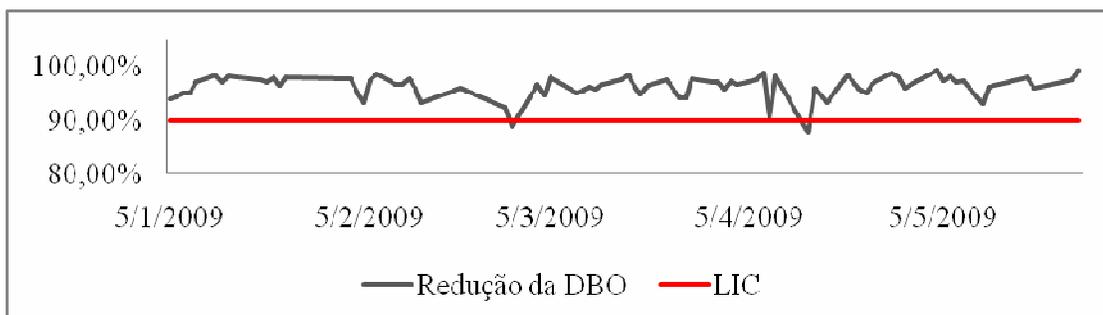


Gráfico 4.3 – Gráfico de controle da redução percentual de DBO na descarga da ETE – Curado

Fonte: Lógica Engenharia LTDA (2009)

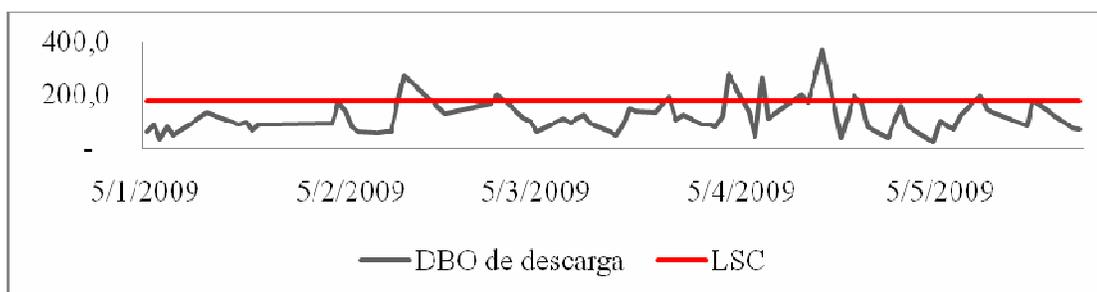


Gráfico 4.4 – Gráfico de controle do valor da DBO na descarga da ETE – Curado
 Fonte: Lógica Engenharia LTDA (2009)

Poucas violações ao limite inferior de controle foram observadas no gráfico referente à diminuição do percentual de demanda bioquímica de oxigênio. Enquanto isso, o gráfico com os valores de DBO lançados evidenciam maiores amostras cujos valores ultrapassaram o limite superior de lançamento de 180 mg/L. Foi relatado que nos dias onde houve violações ocorreram precipitações, ocasionando uma maior carga hidráulica no sistema como um todo, aumentando a velocidade de passagem pelo sistema e diminuindo o tempo de contato entre a matéria orgânica e a biomassa decompositora.

4.1.4 DQO

A demanda química de oxigênio apresentou um bom resultado quando levado em consideração a redução percentual da DQO. As amostras aferidas mostram uma eficiência em alguns momentos maior do que as verificadas no acompanhamento da DBO:

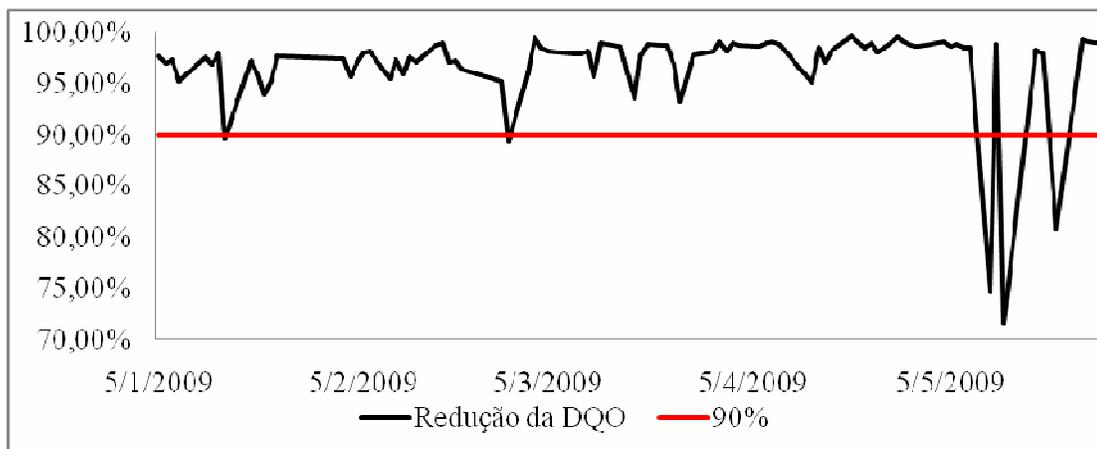


Gráfico 4.5 – Gráfico de eficiência de redução da DBO na descarga da ETE – Curado
 Fonte: Lógica Engenharia LTDA (2009)

Resultados não igualmente satisfatórios foram encontrados na avaliação da DQO de descarga dos efluentes da ETE. Os valores de demanda química de oxigênio apresentaram uma média de 668,6 mg/L, muito superior ao máximo de 360,0 mg/L exigido pela regulamentação vigente. Alguns valores atingiram valores bastante altos, como mostra o gráfico:

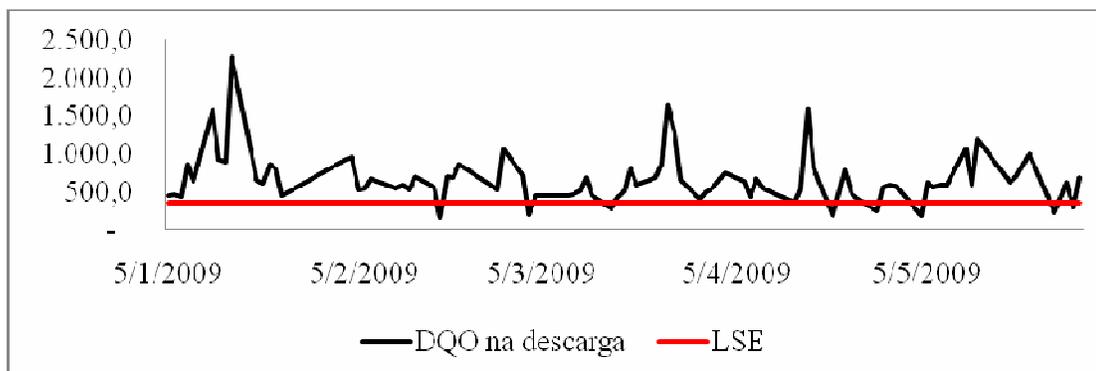


Gráfico 4.6 – Gráfico de controle do valor da DQO na descarga da ETE – Curado
Fonte: Lógica Engenharia LTDA (2009)

Os resultados apontam grande maioria das amostras com resultados insatisfatórios, os picos onde a DQO apresenta-se superior a 1.000 mg/L estão relacionados com precipitações nos dias, pois novamente a carga hidráulica empurra a produção e diminui o tempo de retenção do líquido em tratamento. Porém estes resultados são amenizados pela eficiência do sistema, que apresenta uma média de aproximadamente 97%.

4.1.5 Sólidos Dissolvidos

Outros parâmetros são acompanhados constantemente, alguns deles são feitos diariamente, como os sólidos dissolvidos. Para sua aferição é realizado o ensaio do cone de Imhoff, que consiste na colocação de uma porção de água residuária em um cone graduado, que é posta para descansar durante sessenta minutos. Os sólidos dissolvidos sedimentam-se e assim o volume no cone indica sua concentração, em volume. O limite estipulado pela resolução do CONAMA N° 357/05 é estabelecido em 1mL/L. O gráfico mostra o resultados dos meses de janeiro e maio de 2009 e se apresentam de forma satisfatória.

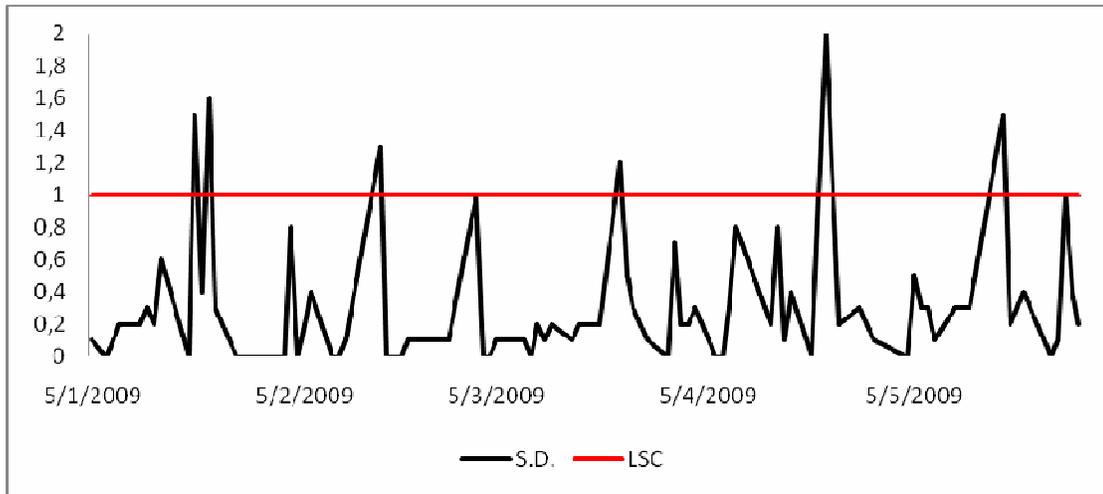


Gráfico 4.7 – Gráfico de controle do valor de sólidos dissolvidos na descarga da ETE – Curado
 Fonte: Lógica Engenharia LTDA (2009)

4.2 Avaliação da qualidade da água de saída para o meio ambiente

A avaliação foi estabelecida através de visitas técnicas realizadas para fins de conhecimento dos processos e maior familiarização com as etapas do processo de tratamento. Após esta etapa, ocorreu o mapeamento dos processos, a determinação dos parâmetros contemplados pela avaliação do trabalho e a identificação dos pontos de amostragem, na qual foram estabelecidos dois pontos para análise no estudo de caso. Os dois pontos são identificados na figura a seguir:

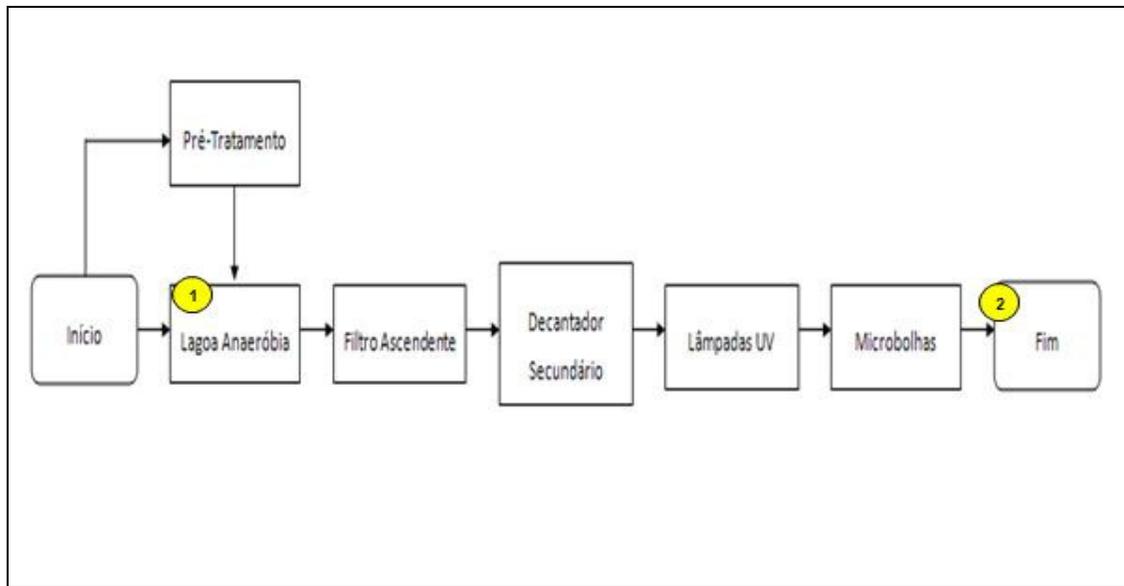


Figura 4.1 – Pontos de amostragem utilizados no estudo de caso

A determinação dos pontos deu-se devido ao primeiro representar o início do

processo de tratamento e permitir um acompanhamento real da eficiência das reduções de DBO e DQO visualizados anteriormente. O segundo refere-se ao ponto imediatamente anterior ao lançamento dessas águas residuárias no corpo de água. Após a definição dos pontos estudados foram obtidos os dados de entrada para avaliação, os quais foram compilados através de gráficos de controle. As informações contidas nestes gráficos foram discutidas utilizando uma ferramenta da qualidade adequada para o caso, o *brainstorm* não estruturado.

Foram discutidos os métodos de coleta, a periodicidade dessas coletas e a amostragem verificando os parâmetros escolhidos. Para estes, o recolhimento de material para amostra é diário, o qual é considerado um intervalo de tempo adequado.

As análises realizadas diariamente apresentaram algumas não conformidades, porém, de baixa influência no resultado diante da verificação global dos resultados. Os parâmetros pH, temperatura e DBO mantiveram níveis bastante aceitáveis, em contraposição às medições de DQO, que apresentaram elevações em seus valores, atenuados pela alta eficiência do tratamento. Desta forma, os efluentes líquidos lançados ao corpo d'água apresentam boa qualidade, dentro do universo de parâmetros abordados pelas análises.

O fator determinante para o bom funcionamento do tratamento de resíduos é a carga hidráulica sobre os processos, principalmente no pré-tratamento dos resíduos com DQO diferenciada. A unidade de pré-tratamento é a maior responsável pela diminuição de demanda química de oxigênio em todo o processo, e se demonstra a mais sensível ao aumento pluviométrico na área. Com essa elevação, cria-se uma coluna de água que empurra o resíduo sem a sedimentação da matéria inorgânica existente no corpo de pré-tratamento, diminuindo o tempo de retenção hidráulica e sedimentando uma quantidade menor de material inorgânico, o que reduz a eficiência desta etapa e, conseqüentemente, de todo o tratamento. Para a melhoria da eficiência do sistema, deve-se prolongar o tempo de contato entre a biomassa e a matéria orgânica e reduzir a interferência de cargas hidráulicas externas.

4.3 Possíveis riscos ambientais provenientes do tratamento de efluentes e proposição de melhorias para minimização destes riscos

Os riscos ambientais oriundos dos processos de tratamento da ETE são relevantes se a capacidade de processamento de resíduos for desrespeitada, podendo ocasionar a diminuição da eficiência do sistema, o que resulta no lançamento de material inadequado ao Rio Capibaribe.

Outro risco associado ao tratamento está relacionado ao envio de resíduos fora dos padrões estabelecidos na classe II-A pelas empresas clientes da ETE – Curado, o que pode provocar um desequilíbrio na biomassa existente no sistema, prejudicando o melhor funcionamento da ETE como um todo.

Os resultados obtidos fora dos limites da DQO geram riscos ao meio ambiente, causando interferência na sobrevivência da fauna e da flora do corpo d'água. Foi verificado que, mesmo com a elevada taxa de eficiência, grande parte dos valores encontrados ultrapassou os limites estabelecidos na Norma Técnica nº 2.001 da CPRH. Isto ocorreu devido ao grande valor de demanda química de oxigênio na chegada deste material, visto que os valores da DQO superaram, algumas ocasiões, 60.000 mg/L.

Diante deste cenário, conclui-se que os resultados encontrados demonstram o beneficiamento gerado pelo tratamento. A construção de um tanque de recepção foi providenciada pela ETE a fim de aumentar a sedimentação de sólidos suspensos e a área de contato entre a matéria orgânica e a biomassa decompositora.

Propõe-se a construção de cobertura ao longo do filtro de pré-tratamento visando diminuir a interferência da carga hidráulica no filtro onde são lançados os resíduos com índices de DQO diferenciados, o que resulta no aumento da quantidade de sólidos inorgânicos sedimentados neste pré-tratamento.

5. CONCLUSÃO

O presente trabalho analisou os principais parâmetros qualitativos da água na saída de uma ETE na cidade do Recife e que presta serviços de tratamento de resíduos sólidos e líquidos classe II-A a empresas do Estado de Pernambuco.

A ETE estudada está em operação a cinco anos e se consolidou no mercado estadual através da melhoria de seus processos utilizando um controle de processos consistente, na busca do aperfeiçoamento de suas instalações e no aproveitamento de quadro de colaboradores competentes.

Através do embasamento teórico foi possível estabelecer os conhecimentos necessários para o entendimento dos processos da ETE – Curado. Esses conhecimentos auxiliam a análise dentro do contexto ambiental existente no Estado de Pernambuco.

As organizações que não tomam as devidas precauções com o meio ambiente demonstram certa imaturidade gestora e caminham em sentido contrário ao restante do mundo corporativo. Caso a organização não tome a iniciativa em gerir seus resíduos, a legislação brasileira prevê os devidos enquadramentos destes, através das leis, resoluções, normas nas esferas federal e estadual.

Os processos de tratamento de esgotos anaeróbios se adequam ao meio ambiente existente no local de operação, que aproveitam as vantagens desses tipos de sistemas para propiciar o seu melhor uso. O controle dos processos apresenta bons resultados na medida em que ações são tomadas para diminuição dos impactos gerados pelo tratamento e diminuição da variação dentro dos limites exigidos pelas autoridades competentes. Constantes melhorias são necessárias para o sucesso das operações de tratamento de resíduos.

Após análise da água em alguns de seus parâmetros, definidos neste trabalho como principais, constatou-se a eficiência do tratamento na ETE – Curado, mesmo com alguns resultados não-conformes, estes últimos sendo de pouca relevância diante do universo de amostragem e de resultados comparados entre entrada e saída do tratamento.

5.1 Limitações

O trabalho foi desenvolvido dentro do contexto específico do Estado de Pernambuco, o qual apresenta características ambientais próprias, não podendo, tais considerações serem levadas a localidades distantes devido, principalmente, a regulamentação estadual, já que o CONAMA relata as diretrizes e estabelece a competência de regulação do setor para a esfera

estadual.

Foi realizado o estudo limitando os resíduos de classe II-A e lançamento dos efluentes da estação de tratamento em um corpo d'água classificado como de água doce, classe II, determinando assim características bem restritas para a adequação deste trabalho.

5.2 Sugestões para trabalhos futuros

O trabalho de profundidade superficial e cria oportunidade para colocar em discussão a qualidade da água que é lançada em grande volume no Rio Capibaribe e demais corpos d'água doces no Estado de Pernambuco.

Outra sugestão refere-se ao acompanhamento dos parâmetros da ETE – Curado, que em constante aperfeiçoamento técnico e estrutural, rumo para melhoria contínua de seus processos de tratamento de esgotos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE NETO, Cícero Onofre de; CAMPOS, José Roberto. Introdução. In: CAMPOS, José Roberto (Coord.). *Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo*. Rio de Janeiro: RiMa Artes e Textos, 1999, cap. 1, p. 1-28.

ANDRADE NETO, Cícero Onofre de; SOBRINHO, Pedro Além; MELO, Hênio Normando de Souza; AISSE, Miguel Mansur. Decanto-digestores. In: CAMPOS, José Roberto (Coord.). *Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo*. Rio de Janeiro: RiMa Artes e Textos, 1999, cap. 5, p. 117-138.

ANDRADE NETO, Cícero Onofre de; CAMPOS, José Roberto; SOBRINHO, Pedro Além.; CHERNICHARO, Carlos Augusto de Lemos; NOUR, Edson Abdul. Filtros anaeróbios. In: CAMPOS, José Roberto (Coord.). *Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo*. Rio de Janeiro: RiMa Artes e Textos, 1999, cap. 6, p. 139-154.

ABNT. Associação Brasileira De Normas Técnicas. NBR 10004: Resíduos sólidos - classificação. Rio de Janeiro, 2004.

ÁVILA, Mario Julio. Metais pesados e seus efeitos. *Mundo do químico*. Disponível em: <http://www.mundodoquimico.hpg.ig.com.br/metais_pesados_e_seus_efeitos.htm>
Acessado em: 27 de maio de 2009.

BACKER, Paulo de. Gestão ambiental: a administração verde. Tradução de Heloísa Martins Costa. s. ed. Rio de Janeiro: Qualikmark, 1995.

BRASIL. Constituição Federal 1988. Disponível em: < www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acessado em: 13 de março de 2009.

BRASIL. Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação e dá outras providências. Disponível em:

<<http://www.planalto.gov.br/ccivil/Leis/L6938org.htm>>. Acessado em: 23 de abril de 2009.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 001, 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre os critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental – RIMA. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acessado em: 23 de abril de 2009.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357, 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acessado em: 23 de abril de 2009.

BRILHANTE, Ogenis Magno. In: CALDAS, Luiz Querino de Araújo (Coord.). *Gestão e avaliação de risco em saúde ambiental*. s. ed. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 1999.

BUSATO, Rosilete. Desempenho de um filtro anaeróbio de fluxo ascendente como reator de tratamento de reator UASB: estudo de caso da ETE de Imbituva. Curitiba, 2004. 214 p. (Mestrado – Universidade Federal do Paraná)

CAMPOS, José Roberto; PEREIRA, José Almir Rodrigues. Reator anaeróbio de leito expandido/fluidificado. In: CAMPOS, José Roberto (Coord.). *Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo*. Rio de Janeiro: RiMa Artes e Textos, 1999, cap. 8, p. 199-219.

CHERNICHARO, Carlos Augusto de Lemos; HAANDEL, Adrianus Van; AISSÉ, Miguel Mansur; CAVALCANTI, Paula Frassinetti Feitosa. Reatores anaeróbios de manta e de lodo. In: CAMPOS, José Roberto (Coord.). *Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo*. Rio de Janeiro: RiMa Artes e Textos, 1999, cap. 7, p. 155-198.

FIORUCCI, Antonio Rogério; FILHO, Edeimar Benedetti. *A importância do Oxigênio Dissolvido em Ecossistemas Aquáticos*. Química e Sociedade. Disponível em: <<http://qnesc.sbgq.org.br/online/qnesc22/a02.pdf>>. Acesso em 27 de maio de 2009.

FORESTI, Eugênio; FLORÊNCIO, Lourdinha; HAANDEL, Adrianus Van; ZAIAT, Marcelo; CAVALCANTI, Paula Frassinetti Feitosa. Fundamentos do tratamento anaeróbico. In: CAMPOS, José Roberto (Coord.). *Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbico e disposição controlada no solo*. Rio de Janeiro: RiMa Artes e Textos, 1999, cap. 2, p. 29-52.

FUNASA. Fundação Nacional De Saúde. *Manual de saneamento*. 4 ed. rev. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006.

LÓGICA Engenharia LTDA. *Controle diário da Estação de tratamento de Esgotos*. Recife, 2009.

MONTEGGIA, Luiz Olinto; SOBRINHO, Pedro Além. Lagoas anaeróbicas. In: CAMPOS, José Roberto (Coord.). *Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbico e disposição controlada no solo*. Rio de Janeiro: RiMa Artes e Textos, 1999, cap. 4, p. 101-116.

NAGAYAMA, Minoru; DE TOGNI, Amaury. Cianobactérias (algas azuis). *A era de aquários*. Disponível em <http://www.aquahobby.com/articles/b_ciano.php>. Acessado em 30 de maio de 2009.

CPRH. Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Norma Técnica nº 2.001, revisada e atualizada em 03 de novembro de 2003. Controle de carga orgânica em efluentes líquidos industriais. Disponível em: <<http://www.cprh.pe.gov.br/downloads/normas-cprh-2001.pdf>>. Acessado em: 02 de maio de 2009.

CPRH. Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Norma Técnica nº 2.002. Controle de carga orgânica não industrial. Disponível em: <<http://www.cprh.pe.gov.br/downloads/normas-cprh-2002.pdf>>. Acessado em: 02 de maio de 2009.

CPRH. Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Norma Técnica nº 2.003. Controle de carga orgânica não industrial. Disponível em:

<<http://www.cprh.pe.gov.br/downloads/normas-cprh-2003.pdf>>. Acessado em: 02 de maio de 2009.

QUALIDADE da água. *Serviço Autônomo de água e esgoto de Barra Mansa – SAA/BM*. Disponível em: < <http://www.saaebm.rj.gov.br/servicos/qualidade/index.php>>. Acesso em 27 de maio de 2009.

SALVE O CAPIBARIBE. s.n.t.. Disponível em <<http://www.salveocapibaribe.com.br/orio.php>>. Acessado em 29/05/2009.

SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS. *Site oficial*. Disponível em: <<http://www.sirh.srh.pe.gov.br/>>. Acessado em : 5 de abril de 2009.

SILVA, Manuel Osvaldo Senra Alvares da. *Análises físico-químicas para controle de estações de tratamento de esgotos*. s. ed. São Paulo:CETESB-SP. 1977.

SPERLING, Marcos Von. *Princípios do tratamento de águas residuárias – Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. 2 ed. rev. Belo Horizonte: Departamento de engenharia sanitária e ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 1996. v. 1.

SPERLING, Marcos Von. *Princípios do tratamento de águas residuárias – Princípios básicos do tratamento de esgotos*. 2 ed. rev. Belo Horizonte: Departamento de engenharia sanitária e ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 1996, v.2.

SPERLING, Marcos Von. *Princípios do tratamento biológico de águas residuárias – Lodos ativados*. s.ed. Belo Horizonte: Departamento de engenharia sanitária e ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 1997, v. 4.