

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA



03739249

RELATÓRIO DE ESTÁGIO

ANÁLISES LABORATORIAS FÍSICO-QUÍMICAS E BIOLÓGICAS
DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO DE BALNEÁRIO
CAMBORIÚ

ALUNA: JULIANA CARLA HOBI
ORIENTADORA: LEDA FREITAS RIBEIRO

FLORIANÓPOLIS, SETEMBRO DE 2002.

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer sinceramente a todos que, de alguma forma contribuíram para que eu pudesse realizar meu estágio curricular e executar este relatório.

No entanto, agradeço primeiramente à Deus, o qual recorri várias vezes pedindo para que iluminasse meu caminho;

Aos meus pais, Carlos e Rosana Hobi, irmã Fernanda, pelo apoio nas horas difíceis desta jornada;

Ao meu noivo Paulo o qual deu-me muita força, apoio, carinho e teve muita paciência para ouvir minhas queixas;

À Dona Antônia Longo Hobi pela ajuda recebida durante meu período de estágio em Balneário Camboriú.

À minha orientadora, Bióloga Leda Freitas Ribeiro, a qual deu-me a oportunidade de realizar meu estágio na CASAN;

Ao Químico Rubens Schroeder, o qual permitiu minha transferência da CASAN de Florianópolis para o laboratório da CASAN de Balneário Camboriú;

À Gisele Canan, Bioquímica do laboratório da CASAN de Balneário Camboriú;

Ao Professor Eduardo Pinheiro, coordenador de estágio, pelos esclarecimentos e ajuda recebida durante o curso de química;

Aos funcionários do laboratório da DIOES – ETE – Balneário Camboriú, pelo apoio e pelo prazer da convivência ao longo deste período.

SUMÁRIO

RESUMO	3
1. CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES	4
1.1 CARACTERIZAÇÃO DOS ESGOTOS	4
1.2. PROCESSO DE TRATAMENTO DE ESGOTO	8
1.2.1. Lagoas de Estabilização	8
2. OBJETIVO	10
3. METODOLOGIA	11
3.1. ETE DE CONCESSÃO DA CASAN EM BALNEÁRIO CAMBORIÚ	11
3.1.1 Processo de Tratamento do Esgoto Doméstico da Cidade	13
3.2. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS, MÉTODOS E EQUIPAMENTOS	17
3.2.1 Procedimento de Coleta dos efluentes	17
3.2.2. Procedimento de análise dos efluentes	18
3.2.2.1. pH	19
3.2.2.2. Alcalinidade	19
3.2.2.3. Cloretos	20
3.2.2.4. Série nitrogenada	21
3.2.2.4.1. Nitrogênio amoniacal	22
3.2.2.4.2. Nitrogênio nitrito	23
3.2.2.4.3. Nitrogênio nitrato	23
3.2.2.5. Fosfato total / Ortofosfato	24
3.2.2.6. Sulfato e Sulfeto	25
3.2.2.7. Cor e Turbidez	26
3.2.2.8. Oxigênio Dissolvido	26
3.2.2.9. Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	27
3.2.2.10. Demanda Química de Oxigênio (DQO)	29
3.2.2.11. Dióxido de Cloro	29
3.2.2.12. Sólidos Sedimentáveis	30
3.2.2.13. Detergentes	31
3.2.2.14. Colimetria	31
4. BACTÉRIAS REDUTORAS DE ENXOFRE	32
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	38
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39

A temperatura dos esgotos é, em geral, pouco superior à das águas de abastecimento, estando geralmente acima da temperatura do ar, à exceção dos meses mais quentes do verão, sendo típica a faixa de 20 à 25 °C.(BENTO,2000)

Os odores característicos são causados pelos gases formados no processo de decomposição.

Há alguns tipos de odores bem característicos:

- Odor de mofo, típico de esgoto fresco;
- Odor de ovo podre, típico de esgoto velho ou séptico, que ocorre devido à formação de gás sulfídrico proveniente do enxofre fornecido pelas proteínas;
- Odores variados, de produtos podres, como repolho, peixe, matéria fecal, de acordo com a predominância de produtos sulfurosos, nitrogenados, ácidos orgânicos, etc.

A origem dos esgotos permite classificar as características químicas em dois grandes grupos: da matéria orgânica e da matéria inorgânica.

Cerca de 70% dos sólidos no esgoto médio são de origem orgânica.

Geralmente estes compostos são uma combinação de carbono, hidrogênio, algumas vezes com nitrogênio.

Os grupos de substâncias orgânicas nos esgotos são constituídos principalmente por:

- Compostos de proteínas (40 a 60%);
- Carbohidratos (25 a 50%);
- Gordura e óleos (10%) e;
- Uréia, surfactantes, fenóis, pesticidas, etc.

As proteínas são produtoras de nitrogênio e contém carbono, hidrogênio, oxigênio, algumas vezes fósforo, enxofre e ferro.

Os carbohidratos contém carbono, hidrogênio e oxigênio. São as primeiras substâncias a serem destruídas pelas bactérias, com produção de ácidos orgânicos (por esta razão os esgotos velhos apresentam maior acidez). Entre exemplos de carbohidratos pode-se citar os açúcares, o amido, a celulose e a fibra da madeira.

A gordura está presente no esgoto doméstico proveniente da manteiga, óleos vegetais, em cozinhas, da carne, etc...

Os surfactantes são originados dos detergentes e são constituídos por moléculas orgânicas com propriedade de formar espuma. A matéria inorgânica contida nos esgotos é formada principalmente, pela presença de areia e de substâncias minerais dissolvidas. A areia é proveniente de águas de lavagem das ruas e de águas do subsolo, que chegam às galerias de modo indevido, ou que se infiltram através das juntas das canalizações. Além das bactérias, responsáveis diretas por esta estabilização, existe um número muito grande de outros organismos de interesse no processo, especialmente protozoários, fungos, algas e micrometazoários. Devido ao crescente desenvolvimento urbano,

associado à ocupação territorial desordenada, verifica-se uma tendência na utilização intensiva de sistemas compactos de tratamento de esgotos, dentre os quais, pode-se destacar os processos por lodos ativados e lagoas de estabilização, os quais vêm sendo utilizados desde o início do século na remoção de matéria orgânica e mais recentemente na remoção de nutrientes. O princípio do processo baseia-se na oxidação bioquímica dos compostos orgânicos e inorgânicos presentes nos esgotos, a qual é mediada por uma população microbiana diversificada e mantida em suspensão num meio areóbio. A eficiência do processo depende, dentre outros fatores, da capacidade de floculação da biomassa ativa e da decomposição dos flocos formados. De um modo geral, todos os microrganismos apresentam exigências nutricionais semelhantes. Necessitam, para a sua manutenção e reprodução, de fontes de carbono, nitrogênio, fósforo, potássio, oxigênio, água e vários micro-elementos, como o cálcio, magnésio e ferro. As bactérias são microrganismos mais importantes na decomposição da matéria orgânica e reciclagem de nutrientes. Foram os primeiros seres vivos a habitarem a Terra, possuem rápido crescimento e grande versatilidade nutricional. São adaptadas às mais variadas condições físico-químicas, de pH, temperatura, salinidade e pressão, e por isso, colonizam quase todos os lugares do planeta. As bactérias decompõem as substâncias orgânicas complexas, nitrogênio e fósforo dos esgotos, como, carboidratos, proteínas e gorduras em matéria solúvel que, ao passar através da membrana celular converte-se em energia. A solubilização dos compostos é possível graças a liberação de enzimas (catalisadores orgânicos) específicas, liberadas pela própria célula. As bactérias, através do processo de respiração transformam os compostos de carbono em dióxido de carbono, consumindo para isso oxigênio. Já as algas, utilizam o dióxido de carbono, nutrientes (nitrogênio e fósforo, presentes no esgoto) para realização da fotossíntese e conseqüente produção de oxigênio. Em condições anaeróbias, as bactérias produzem substâncias solúveis, utilizadas como alimento dentro do ecossistema e que podem ser convertidas em gases como o dióxido de carbono, metano, gás sulfídrico e amônia. (BENTO,2000)

Quadro 3: Principais características físicas dos esgotos domésticos.

Parâmetro	Descrição
Temperatura	<ul style="list-style-type: none"> - Ligeiramente superior a da água de abastecimento - Variação conforme as estações do ano (mais estável que a temperatura do ar) - Influência na atividade microbiana - Influência na solubilidade dos gases - Influência na viscosidade do líquido
Cor	<ul style="list-style-type: none"> - Esgoto fresco: ligeiramente cinza - Esgoto séptico: cinza escuro ou preto
Odor	<ul style="list-style-type: none"> - Esgoto fresco: odor oleoso, relativamente desagradável - Esgoto séptico: odor fétido (desagradável), devido ao gás sulfídrico e a outros produtos da decomposição - Despejos industriais: odores característicos
Turbidez	<ul style="list-style-type: none"> - Causada por uma grande variedade de sólidos em suspensão - Esgotos mais frescos ou mais concentrados: geralmente maior turbidez

Fonte: Adaptado de Qasim (1985).

1.2. PROCESSO DE TRATAMENTO DE ESGOTO

1.2.1. Lagoas de Estabilização

Utiliza-se o sistema de lagoas de estabilização na Estação de Tratamento de Esgotos de Balneário Camboriú.

Os sistemas de lagoas de estabilização constituem-se na forma mais simples para o tratamento dos esgotos. Há diversas variantes dos sistemas de lagoas de estabilização, com diferentes níveis de simplicidade operacional e requisitos de área. As lagoas de estabilização são sistemas de tratamento biológico em que a estabilização da matéria orgânica é realizada pela oxidação bacteriológica (oxidação aeróbia ou fermentação anaeróbia) e/ou redução fotossintética das algas. (VON,1996)

De maneira geral, as lagoas de estabilização são bastantes indicadas para as condições brasileiras, devido os seguintes aspectos:

- Suficiente disponibilidade de área em um grande número de localidades;
- Clima favorável (temperatura e insolação elevadas);
- Operação simples;
- Necessidade de poucos ou nenhum equipamento. (VON,1996)

Mas possuem algumas desvantagens como:

- Elevados requisitos de área;
- A simplicidade operacional pode trazer o descaso na manutenção (crescimento de vegetação);
- Possibilidade de crescimento de insetos;
- Possibilidade de maus odores na lagoa anaeróbia
- Performance variável com as condições climáticas, etc...

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

- anaeróbias: nas quais predominam processos de fermentação anaeróbia; imediatamente abaixo da superfície não existe oxigênio dissolvido;
- facultativas: nas quais ocorrem simultaneamente, processos de fermentação anaeróbia, oxidação aeróbia e redução fotossintética; uma zona anaeróbia de atividade bêntica é sobreposto por uma zona aeróbia de atividade biológica, próxima à superfície;
- estritamente aeróbias: nas quais se chega a um equilíbrio da oxidação e da fotossíntese para garantir condições aeróbias em todo o meio; é comum chamar-se de aeróbias as lagoas facultativas, embora não seja correto;
- de maturação: usadas como refinamento do tratamento prévio por lagoas, ou outro processo biológico; reduzem bactérias, sólidos em suspensão, nutrientes, e uma parcela negligenciável da DBO;

- areadas: nas quais se introduz oxigênio no meio líquido através de um sistema mecanizado de aeração; as lagoas areadas podem ser estritamente areadas ou facultativas. As lagoas areadas devem ser seguidas de uma lagoa de decantação;
- com macrófitas: usadas como polimento final de um tratamento por lagoas, com objetivo de reduzir nutrientes, sólidos em suspensão e a DBO remanescente.

As lagoas de estabilização são lagoas, em que prevalecem condições técnicas adequadas aos fenômenos físicos, químicos e biológicos que caracterizam a autodepuração. A matéria orgânica é estabilizada pela ação das bactérias, embora alguns fungos e protozoários também participem do processo. As bactérias produzem ácidos orgânicos, sob condições anaeróbias, ou CO_2 e água sob condições aeróbias. Uma vez que a DBO do efluente tratado é menor nos casos em que o produto final do metabolismo é CO_2 e água, dá-se preferência a realização do processo sob condições aeróbias; além desta razão, a produção de gases mal cheirosos nos processos anaeróbios, faz com que a oxidação aeróbia tenha preferência em geral, pelo menos nas localidades em que aqueles inconvenientes poderiam ser prejudicados a uma população eventualmente próxima.(BENTO,2000)

As lagoas de estabilização apresentam excelente eficiência de tratamento. A matéria orgânica dissolvida nos efluentes é bastante estável, e a DBO geralmente encontra-se numa faixa de 30 à 50 mg/L, nas lagoas facultativas (havendo uma separação de algas, esta concentração pode reduzir-se para 15 à 30 mg/L). Nem sempre, porém, o objetivo será a remoção da DBO ou da DQO – interessará muitas vezes a remoção de organismos coliformes, e tem-se alcançado até 4 unidades logarítmicas (99,999%) de eficiência em lagoas de maturação em série.

As lagoas devem cumprir dois objetivos principais: a remoção de DBO visando a proteção ambiental, e a proteção da saúde pública, na remoção de organismos patogênicos.(BENTO,2000)

2. OBJETIVO

Descrever e executar os protocolos físico-químicos e bacteriológicos adotados para analisar a eficiência da estação de tratamento de esgotos sanitários (ETE) de Balneário Camboriú / SC.

Este trabalho foi realizado como forma de caracterizar o período de estágio curricular do curso de Bacharelado em Química da Universidade Federal de Santa Catarina, no período de março à julho de 2002, no laboratório da DIOES – CASAN – Companhia Catarinense de Água e Saneamento – Balneário Camboriú- SC, situado na BR 101, km 132 localizado no Bairro dos Estados.

3. METODOLOGIA

3.1. ETE (Estação de Tratamento de Esgotos) DE CONCESSÃO DA CASAN EM BALNEÁRIO CAMBORIÚ

O Estado de Santa Catarina possui 12 estações de tratamento de esgotos domésticos monitorados pela CASAN, sendo sua rede coletora composta por 574 Km, atendendo oito municípios, tratando aproximadamente 10% de todo o esgoto existente.

O município de Balneário Camboriú está situado na microrregião do litoral do Itajaí, sendo um dos principais balneários e pólo turístico do sul do Brasil.

Nas épocas de veraneio, como é comum em cidades balneárias, ocorre o aumento significativo da população devido ao fluxo de turistas, sendo que esta população flutuante supera em até 6 vezes a população fixa da cidade. Com este aumento de população advém o problema do aumento do lançamento dos esgotos domésticos e como se dispor desse esgoto, pois a cidade apresenta dois sérios agravantes: o primeiro gerado pela falta de um plano diretor mais adequado a realidade da infraestrutura da cidade, pois permitiu-se a construção de aglomerados de grandes edifícios. O segundo é o elevado nível do lençol freático que torna pouco eficiente o sistema convencional de tratamento com fossa séptica e sumidouro, o que motivou a prática de lançar o efluente dessas fossas na rede coletora de água pluviais ou diretamente no vários córregos que cortam a cidade.

A ETE de Balneário Camboriú conta com duas lagoas anaeróbias (com profundidade de 3m), a primeira com área de superfície de 1,75 ha com população atendida de 41.600 habitantes, a segunda com área de superfície de 1,91 ha com população atendida de 45.100 habitantes. Conta também com duas lagoas facultativas, a primeira com área de superfície de 6,46 ha com população atendida no inverno, de 22.100 habitantes e no verão com 39.300 habitantes, a segunda com área de superfície de 7,39 ha e com população atendida no inverno de 30.600 habitantes e no verão com 54.300 habitantes, totalizando a população máxima atendida de 86.700 habitantes. Verifica-se que desde o ano de 1996 houve um aumento no número de habitantes atendidos, sendo o normal, fora da época de veraneio, um total de 87.855 habitantes e em época de veraneio um total de 146.425 habitantes.

As lagoas foram projetadas de maneira a formar dois sistemas em paralelo, chamado tipo australiano, formado da seguinte forma: Um módulo formado pela Lagoa Anaeróbia 1 (LA1) e Lagoa Facultativa 1 (LF1) e outro pela Lagoa Anaeróbia 2 (LA2), mais Lagoa Facultativa 2 (LF2). Neste módulo LA-2, LF-2 foi aproveitada, por inclusão, a Lagoa Existente, que é utilizada no verão como floccodcantador no tratamento químico da vazão excedente. Esta unidade opera juntamente com o módulo1. O efluente bruto é distribuído para os módulos através da caixa de distribuição e operando como consta do seguinte fluxo:

1. Tubulação de chegada passando pela caixa de areia e Parshall existentes;
2. Chegada do esgoto até a caixa de chegada;
3. Da caixa de chegada até as duas lagoas anaeróbias;
4. Das lagoas anaeróbias até lagoa existente;
5. Da lagoa existente através de bombas individuais até os filtros percoladores;
6. Dos filtros percoladores até as lagoas facultativas;
7. Dos filtros percoladores com recirculação por gravidade à lagoa existente;
8. Da lagoa existente por recirculação por bombas à lagoa anaeróbia;
9. Da lagoa facultativa ao corpo receptor;

O sistema foi projetado para população de 86.700 habitantes e para vazão média de 220,5 L/s. As profundidades, taxas de aplicação de carga orgânica e eficiências estão demonstrados na Tabela 1

Tabela 1: Descrição da concepção de projeto da ETE de Balneário Camboriú.

Lagoa	Área (ha)	Pop (hab)	DBO in (Kg/d)	Efic (%)	DBOout (Kg/d)	Tx apl (Kg/ha.d)	DBO in/out (mg/L)
LA 1	1,56	41.600	2.246	50	1.123	1.439,8	117,82
LA 2	1,56	45.100	2.433	50	1.218	1.440,8	
LF 1	6,32		1.123	65	393,5	177,7	
LF 2	8,75		1.218	80	243,6	139,2	
Total		86.700			637,1		33,43

Fonte TECNOSAN ENGENHARIA

Todavia, ela vem operando com carga orgânica de uma população duas ou mais vezes superior que a de projeto.

Tabela 2: Descrição das condições de funcionamento atual das Lagoas

Lagoa	Área (ha)	Pop (hab)	DBO in (Kg/d)	Efic (%)	DBOout (Kg/d)	Tx apl (Kg/ha.d)	DBO in/out (mg/L)
LA 1	1,56	83.200	4.492	50	2.246	2.879,6	235,62
LA 2	1,56	90.200	4.866	50	2.436	2.881,6	
LF 1	6,32		2.246	65	787,0	356,4	
LF 2	8,75		2.436	80	487,2	278,4	
Total		173.400			1.274,2		66,86

Fonte TECNOSAN ENGENHARIA

Está numa situação limite e já com problemas devido a alta taxa de aplicação nas lagoas. O sistema de lagoas foi projetado para um tempo de detenção do efluente de cinco dias nas lagoas anaeróbias e 17 dias nas lagoas facultativas.

Durante os meses de janeiro, fevereiro e março, durante o período de veraneio, ocorrem um aumento na vazão dos efluentes domésticos da cidade, quando é adotado tratamento químico com coagulante cloreto férrico na parte excedente de esgoto bruto.

Após o tratamento através de processos anaeróbios e aeróbios, o efluente dos dois módulos se unem e então recebem uma dosagem de desinfetante, dióxido de cloro, produzido "in loco", sendo

encaminhado ao corpo receptor, a área estuariana do Rio Camboriú, enquadrado como Classe 2, conforme estabelecido pela LEI ESTADUAL N° 5793 de 15/08/80, Decreto N° 14250 de 15/10/80 e Resolução do CONAMA N° 20 de 18/06/86. (“... enquanto não forem feitos os enquadramentos das águas pelos órgãos competentes, as águas doces serão consideradas como classe 2 ...”)

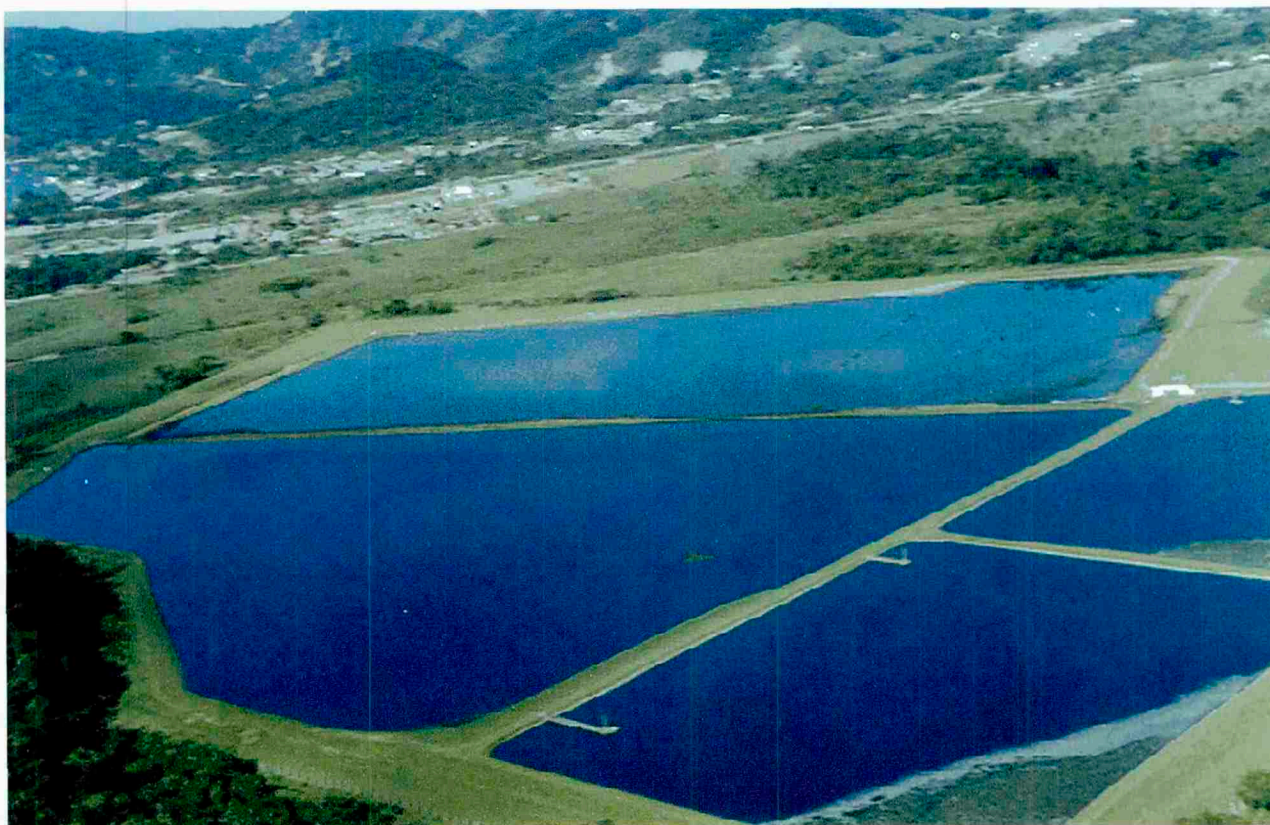


Figura 1: Estação de Tratamento Sanitários de Esgotos de Balneário Camboriú

3.1.1 Processo de Tratamento do Esgoto Doméstico da Cidade

Durante o tratamento primário dos esgotos o que se procura é separar os sólidos existentes nos esgotos da fração líquida. Isto é conseguido fazendo-se com que os esgotos, após receberem um tratamento preliminar (gradeamento, desarenação), passem para o tratamento primário que na ETE (Estação de Tratamento de Esgotos) de Balneário Camboriú, é feito através processo de lagoas anaeróbias seguidas por lagoas facultativas.

Lagoas anaeróbias: As lagoas anaeróbias constituem-se em uma forma alternativa de tratamento, onde a existência de condições estritamente anaeróbias é essencial. Tal é alcançado através de DBO por unidade de volume da lagoa, fazendo com que a taxa de consumo de oxigênio seja várias vezes

superior à taxa de produção. No balanço de oxigênio, a produção pela fotossíntese e pela reaeração atmosférica são, neste caso, desprezíveis.

As lagoas anaeróbias têm sido utilizadas para o tratamento de esgotos domésticos e despejos industriais predominantemente orgânicos, com altos teores de DBO, como frigoríficos, laticínios, bebidas, entre outros.

A estabilização em condições anaeróbias é lenta, pelo fato das bactérias anaeróbias se reproduzirem numa vagarosa taxa.

Isto, por seu lado, é advindo de que as reações anaeróbias geram menos energia do que as reações aeróbias de estabilização da matéria orgânica. A temperatura do meio tem uma grande influência nas taxas de reprodução e estabilização, o que faz com que locais de clima favorável (temperatura elevada), como no Brasil, se tornem propícios a este tipo de lagoas.

As lagoas anaeróbias são usualmente profundas, da ordem de 4m à 5m. A profundidade é importante, no sentido de reduzir a possibilidade da penetração do oxigênio produzido na superfície para as demais camadas. Pelo fato das lagoas serem mais profundas, a área requerida é correspondentemente menor. (VON,1996)

As lagoas anaeróbias não requerem qualquer equipamento especial e têm um consumo de energia praticamente desprezível. A eficiência de remoção de DBO nas lagoas anaeróbias é da ordem de 50% à 60% mas ainda é elevada, implicando na necessidade de uma unidade posterior de tratamento. As unidades mais utilizadas para tal são as lagoas facultativas, compondo o sistema de lagoas anaeróbias seguidas por lagoas facultativas.

A remoção de DBO na lagoa anaeróbia proporciona uma substancial economia de área, fazendo com que o requisito de área total (lagoa anaeróbia mais facultativa) seja em torno de 2/3 do requisito de uma lagoa facultativa única.

A existência de uma etapa anaeróbia é sempre uma causa de preocupação, devido à possibilidade da geração de maus odores. Caso o sistema esteja bem equilibrado, a geração de mau cheiro não deve ocorrer, mas eventuais problemas operacionais podem conduzir a liberação de gás sulfídrico, responsável por odores fétidos.

Descrição do processo:

A estabilização anaeróbia dos efluentes domésticos se desenvolve em duas fases:

1. liquefação e formação de ácidos através das bactérias acidogênicas, onde a remoção de DBO ocorre apenas na conversão da matéria orgânica a outras formas de ácidos;
2. formação de metano através das bactérias metanogênicas onde a DBO é removida através dos ácidos produzidos da primeira etapa e sendo convertido à metano, gás carbônico e água, principalmente. O carbono é removido do meio líquido pelo fato do metano (CH_4) escapar para a atmosfera. As bactérias metanogênicas são bastante sensíveis às condições ambientais.

Quando a taxa de reprodução se reduz, haverá o acúmulo dos ácidos formados na primeira etapa, ocorrendo a interrupção da remoção da DBO e geração de maus odores, pois os ácidos são extremamente fétidos. É fundamental, portanto, que se garanta o adequado equilíbrio entre as duas comunidades de bactérias, garantindo a consecução de ambas as etapas.

Para o adequado desenvolvimento das bactérias metanogênicas, deve-se ter as seguintes condições:

- ausência de OD (as bactérias metanogênicas são anaeróbias estritas, não sobrevivendo na presença de oxigênio dissolvido)
- temperatura do líquido adequada (acima de 15°C)
- pH adequado (próximo de 7).

Lagoas Facultativas: As lagoas facultativas são a variante mais simples dos sistemas de lagoas de estabilização. Basicamente, o processo consiste na retenção dos esgotos por um período de tempo longo o suficiente para que os processos naturais de estabilização da matéria orgânica se desenvolvam. As principais vantagens e desvantagens das lagoas facultativas estão associadas, portanto, à predominância dos fenômenos naturais. A atividade biológica é grandemente afetada pela temperatura, principalmente nas condições naturais da lagoa. O esgoto afluyente entra em uma extremidade da lagoa e sai na extremidade oposta. Ao longo desse percurso, que demora vários dias, uma série de mecanismos contribui para a purificação dos esgotos. Estes mecanismos ocorrem nas três zonas das lagoas, denominadas: zona anaeróbia, zona aeróbia e zona facultativa. A matéria orgânica em suspensão (DBO particulada) tende a sedimentar, vindo a constituir o lodo de fundo (zona anaeróbia). Este lodo sofre o processo de decomposição por microrganismos anaeróbios, sendo convertido lentamente em gás carbônico, água, metano e outros. Após um certo período de tempo, apenas a fração inerte permanece na camada de fundo. O gás sulfídrico gerado não causa problemas de mau cheiro, pelo fato de ser oxidado, por processos químicos e bioquímicos, na camada superior. A matéria orgânica dissolvida (DBO solúvel), conjuntamente com a matéria orgânica em suspensão de pequenas dimensões (DBO finamente particulada) não sedimenta, permanecendo dispersa na massa líquida. Na camada mais superficial, tem-se a zona aeróbia. Nesta zona, a matéria orgânica é oxidada por meio da respiração aeróbia. Há a necessidade da presença de oxigênio, o qual é suprido ao meio pela fotossíntese realizada pelas algas. Têm-se, assim, um perfeito equilíbrio entre o consumo e a produção de oxigênio e gás carbônico:

- Bactérias → respiração: consumo de oxigênio e produção de gás carbônico;
- Algas → fotossíntese: produção de oxigênio e consumo de gás carbônico.

Para a ocorrência da fotossíntese é necessária uma fonte de energia luminosa, neste caso, representado pelo sol. À medida em que se aprofunda na lagoa, a penetração da luz é menor, o que ocasiona a predominância do consumo de oxigênio (respiração) sobre a sua produção (fotossíntese),

com a eventual ausência de oxigênio dissolvido a partir de uma certa profundidade. Ademais, a fotossíntese só ocorre durante o dia, fazendo com que durante a noite passa prevalecer a ausência de oxigênio. Devido a estes fatos, é essencial que haja diversos grupos de bactérias, responsáveis pela estabilização da matéria orgânica que possam sobreviver e proliferar, tanto na presença, quanto na ausência de oxigênio. Na ausência de oxigênio livre, são utilizados outros nutrientes, como nitratos (condições anóxicas) e sulfatos e CO_2 (condições anaeróbias). Esta zona, onde pode ocorrer a presença ou a ausência de oxigênio, é denominada zona facultativa.(VON,1996)



Figura 2: Vista parcial das Lagoas Anaeróbias 1 e 2 e Lagoa Facultativa 1



Figura 3: Vista Parcial da Lagoa Facultativa 2



Figura 4: Vista Parcial da Lagoa Facultativa 1

3.2. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS, MÉTODOS E EQUIPAMENTOS

O trabalho foi desenvolvido na Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) de Balneário Camboriú, situada no município do mesmo nome, tendo como concessionária a Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN).

As etapas de coletas e análises foram executadas nos meses de maio a julho de 2002, onde foram feitas leituras sobre as metodologias e operação para sistemas de tratamento de esgotos sanitários. Através da coleta de amostras, analisou-se parâmetros físico-químicos e bacteriológicos rotineiros, executadas nos laboratórios de análise de efluentes em Balneário Camboriú, da própria CASAN. Foram realizadas de coletas de amostras do efluente bruto e tratado com o desinfetante ClO_2 .

3.2.1 Procedimento de Coleta dos efluentes

Deveria-se fazer coletas várias vezes durante o dia, para se ter uma melhor análise da taxa de aplicação de carga orgânica, mas as coletas são feitas diariamente no início da manhã. As amostras coletadas atualmente correspondem aos seguintes locais: Entrada, que corresponde a chegada do efluente bruto (P1); a lagoa anaeróbia1(P2); lagoa facultativa 1 (P6); lagoa facultativa 2 (P7) e efluente tratado após desinfecção (P10). Nestes pontos de coleta, são colhidas amostras suficientes para realização da rotina laboratorial que inclui as análises físico-químicas, químicas e biológicas. Como procedimento tem-se como rotineiro a verificação de temperatura de todas as amostras e a temperatura

ambiente, além da verificação do horário da coleta, já que são aspectos importantes e que influenciam os resultados em função da mudança do comportamento das lagoas ao longo do dia e em função da temperatura diária.

Faz-se no laboratório após a coleta as análises físico-químicas (cor, turbidez, pH, alcalinidade, cloretos, oxigênio dissolvido, sólidos em suspensão), análise química (amônia, nitrato, nitrito, sulfato, sulfeto, fosfato total, ortofosfato e surfactantes), análise bacteriológica (colimetria), análise da DBO₅ e DQO.

Coleta-se também, mensalmente amostras de cinco pontos de piezômetros, a fim de avaliar se houve algum tipo de contaminação no lençol freático.

3.2.2. Procedimento de análise dos efluentes

Os parâmetros físico-químicos e bacteriológicos utilizados neste estudo integram o monitoramento efetuado pelo laboratório da DIOES – CASAN, segundo critérios da APHA (1995), exceto para análise de nitrato. No quadro 4 serão listadas uma breve descrição destes métodos.

Quadro 4: Descrição dos parâmetros físico – químicos, bacteriológicos e equipamentos

Parâmetros	Método e/ou Equipamento
Temperatura do ar	Leitura em termômetro graduado de sensibilidade 0,1°C
pH	Potenciométrico – pHmetro Mettler Toledo MP120
Alcalinidade	Titulação com ácido sulfúrico 0,002N
Cloretos	Método de Mohr
Nitrogênio Amoniacal	Espectrofotométrico de Nesler
Nitrogênio Nitrito	Espectrofotométrico – Alfaaftalillamina
Nitrogênio Nitrato	Espectrofotométrico – Brucina
Fosfato Total/Ortofosfato	Espectrofotométrico – Precipitação como Molibdbodofosfato de Quinolina
Sulfato/Sulfeto	Método Turbidimétrico e Azul de Metileno
Cor	Espectrofotométrico – Hach DR2010
Turbidez	Turbidímetro Hach 2100P
OD	Winkler modificado com azida sódica
DBO	Consumo de oxigênio dissolvido durante 5 dias à 20°C
DQO	Digestor Cod Reactor Hach
Detergentes	Detergentes Aniônicos – Azul de metileno e Clorofórmio
Sólidos Sedimentáveis	Cone Imhoff - 1000mL
C.T.	Colilert quantitativo
E. Coli.	Colilert quantitativo

DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio; DQO – Demanda Química de Oxigênio; C.T – Coliformes Totais; E. Coli – Escherichia Coli; OD – Oxigênio Dissolvido.

3.2.2.1. pH

Indica uma intensidade de acidez, neutralidade ou alcalinidade presente na amostra. Nos processos biológicos de tratamento, o pH é crítico para o desenvolvimento de microorganismos. Muitos processos químicos utilizados para coagular esgotos e despejos, adensar lodos ou oxidar substâncias requerem o controle de pH.

Forma do constituinte responsável: Sólidos dissolvidos, gases dissolvidos; origem natural:

- Dissolução de rochas;
- Absorção de gases da atmosfera;
- Oxidação da matéria orgânica;
- Fotossíntese.

Origem antropogênica:

- despejos domésticos;
- despejos industriais (ex: lavagem ácida de tanques).

Importância:

- é importante em diversas etapas do tratamento da água (coagulação, desinfecção, controle da corrosividade, remoção da dureza);
- pH baixo: corrosividade e agressividade nas águas de abastecimento
- pH elevado: possibilidade de incrustações nas águas de bastecimento;
- valores de pH afastados da neutralidade: podem afetar a vida aquática e os microorganismos responsáveis pelo tratamento biológico dos esgotos. (VON,1995)

A atividade dos organismos presentes no tratamento biológico dos esgotos normalmente inibe-se em pH menor que 6 e ligeiramente superior a 9. O esgoto fresco é ligeiramente alcalino.

O pH deve ser lido logo após a coleta, no máximo em duas horas, período em que a amostra deve estar no escuro sob refrigeração. Para iniciar a técnica, as amostras devem estar em equilíbrio com a temperatura ambiente.

Utilizam-se 100mL de cada amostra para se medir os pHs respectivos. O medidor de pH utilizado para análise foi pHmêtro Mettler Toledo MP120.

3.2.2.2. Alcalinidade

A alcalinidade em água é a sua capacidade quantitativa de neutralizar ácidos. É a soma de todas as bases tituláveis. O valor medido pode variar bastante com o pH. A alcalinidade é, normalmente, função dos carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos contidos na água, e é tido como indicador da concentração destes constituintes (alcalinidade carbonato). A alcalinidade total refere-se à soma das

cargas negativas equivalentes dos ânions HCO_3^- , CO_3^{2-} , H_2BO_3 , somada ao excesso dos íons OH^- sobre os íons H^+ .

✕ Medidas de alcalinidade são usadas na interpretação dos processos de controle de tratamento de esgotos.

✕ É comum os valores de alcalinidade total para esgotos domésticos situarem-se na faixa de 50 à 20mg/L.

Importância:

- não tem significado sanitário para a água potável, mas em elevadas concentrações confere um gosto amargo para a água;
- é uma determinação importante no controle do tratamento de água, estando relacionada com a coagulação, redução de dureza e prevenção da corrosão em tubulações;
- ✕ é uma determinação importante no tratamento de esgotos, quando há evidências de que a redução do pH pode afetar os microrganismos responsáveis pela depuração.(VON,1995)

3.2.2.3. Cloretos

Cloreto é um dos principais íons encontrados nos esgotos domésticos, uma vez que o cloreto de sódio está presente na urina. O cloreto é determinado pela titulação com nitrato de prata (AgNO_3), Método de Mohr.

A titulação pelo Método de Mohr, ou pelo método do indicador de adsorção, pode ser usada para a determinação de cloretos em soluções neutras com solução padrão de nitrato de prata 0,1M. Se a solução for ácida, a neutralização pode ser feita pelo carbonato de cálcio ou pelo tetraborato de sódio ou pelo hidrogenocarbonato de sódio livre de cloreto. O ácido mineral também pode ser removido pela neutralização da maior parte do ácido por solução de amônia e depois pela adição de excesso de acetato de amônio. Na titulação de uma solução neutra, digamos de íons cloreto, por solução de nitrato de prata, adiciona-se pequena quantidade de solução de cromato de potássio para agir como indicador. No ponto final, os íons cromato combinam-se com os íons prata para formar o cromato de prata, pouco solúvel e vermelho. A teoria do método é a seguinte: O processo é um processo de precipitação fracionada no qual os dois sais pouco solúveis são o cloreto de prata ($K_{\text{sol}} = 1,2 \cdot 10^{-10}$) e o cromato de prata ($K_{\text{sol}} = 1,7 \cdot 10^{-12}$). Investiga-se, com vantagem, o processo pela análise de um exemplo real, encontrado na prática, o da titulação de cloreto de sódio 0,1M pelo nitrato de prata 0,1M, na presença de alguns mililitros de solução diluída de cromato de potássio. O cloreto de prata é o sal menos solúvel, e a concentração inicial do cloreto é elevada, então haverá precipitação do cloreto de prata. No primeiro ponto em que o cromato de prata principia a precipitar, os dois sais estarão em equilíbrio com a solução, então:

$$[\text{Ag}^+] \cdot [\text{Cl}^-] = K_{\text{sol}} \text{AgCl} = 1,2 \cdot 10^{-10}$$

$$[\text{Ag}^+]^2 \cdot [\text{CrO}_4^{2-}] = K_{\text{sol}} \cdot \text{Ag}_2\text{CrO}_4 = 1,7 \cdot 10^{-12}$$

$$[\text{Ag}^+] = K_{\text{sol}} \text{AgCl} / [\text{Cl}^-] = (K_{\text{sol}} \cdot \text{Ag}_2\text{CrO}_4 / [\text{CrO}_4^{2-}])^{1/2}$$

$$[\text{Cl}^-] / ([\text{CrO}_4^{2-}])^{1/2} = K_{\text{sol}} \text{AgCl} / (K_{\text{sol}} \cdot \text{Ag}_2\text{CrO}_4)^{1/2} = 1,2 \cdot 10^{-10} / \sqrt{1,7 \cdot 10^{-12}} = 9,2 \cdot 10^{-5}$$

No ponto de equivalência $[\text{Cl}^-] = (K_{\text{sol}} \cdot \text{AgCl})^{1/2} = 1,1 \cdot 10^{-5}$. Se o cromato de prata precipitasse também nesta concentração de cloreto, deveríamos ter:

$$[\text{CrO}_4^{2-}] = ([\text{Cl}^-] / 9,2 \cdot 10^{-5})^2 = (1,1 \cdot 10^{-5} / 9,2 \cdot 10^{-5})^2 = 1,4 \cdot 10^{-2}$$

ou seja, a solução de cromato de potássio deveria ser 0,014M. Deve-se notar que é preciso adicionar um pequeno excesso de solução de nitrato de prata para que a cor vermelha do cromato de prata seja visível. O erro introduzido pode ser calculado com facilidade, pois se tivermos, por exemplo: $[\text{CrO}_4^{2-}] = 0,003$, o cromato de prata será precipitado quando:

$$[\text{Ag}^+] = (K_{\text{sol}} \cdot \text{Ag}_2\text{CrO}_4 / [\text{CrO}_4^{2-}])^{1/2} = (1,7 \cdot 10^{-12} / 3 \cdot 10^{-3})^{1/2} = 2,4 \cdot 10^{-5}$$

Usando-se a concentração teórica calculada para o indicador:

$$[\text{Ag}^+] = (1,7 \cdot 10^{-12} / 1,4 \cdot 10^{-2})^{1/2} = 1,1 \cdot 10^{-5}$$

A diferença é de $1,3 \cdot 10^{-5}$ mol/L. Se o volume da solução no ponto de equivalência for de 150 mL, isto corresponde a $1,3 \cdot 10^{-5} \cdot 150 \cdot 10^4 / 1000 = 0,02$ mL de AgNO_3 0,1M. É este o erro da titulação teórico que é, portanto, desprezível. Na titulação real é preciso levar em conta outro fator, isto é, o pequeno excesso de solução de AgNO_3 . (VOGEL, 1992)

O teor de cloreto nos esgotos domésticos situa-se na faixa de 20 à 100mg/L.

Titulam-se 100mL de amostra com nitrato de prata 0,0141N, usando-se cromato de potássio como indicador. Através do volume gasto de nitrato e multiplicando-se pelo fator de correção têm-se o valor de cloretos em mg/L.

3.2.2.4. Série nitrogenada

Dentro do ciclo do nitrogênio na biosfera, este se altera entre várias formas e estados de oxidação, como resultado de diversos processos bioquímicos. No meio aquático o nitrogênio pode ser encontrado nas seguintes formas:

- nitrogênio molecular (N_2) escapando para atmosfera;
- nitrogênio orgânico (dissolvido e em suspensão);
- amônia (livre – NH_3 e ionizada – NH_4^+);
- nitrito (NO_2^-);
- nitrato (NO_3^-).

O nitrogênio é um componente de grande importância em termos da geração e do próprio controle da poluição das águas, devido principalmente aos seguintes aspectos:

- poluição das águas:

- o nitrogênio é um elemento indispensável para o crescimento de algas, podendo por isso, em certas condições, conduzir a fenômenos de eutrofização de lagos e represas;
 - o nitrogênio, nos processos de conversão da amônia a nitrito e este a nitrato, implica no consumo de oxigênio dissolvido no corpo d'água receptor;
 - o nitrogênio na forma de amônia livre é diretamente tóxico aos peixes;
- o nitrogênio na forma de nitrato está associado à doenças como a metahemoglobinemia.

- Tratamento de esgotos:

- o nitrogênio é um elemento indispensável para o crescimento dos microrganismos responsáveis pelo tratamento de esgotos;
- o nitrogênio, nos processos de conversão da amônia a nitrito e este a nitrato (nitrificação), que eventualmente possa ocorrer numa estação de tratamento de esgotos;
- o nitrogênio, no processo de conversão do nitrato a nitrogênio gasoso (desnitrificação), que eventualmente possa ocorrer numa estação de tratamento de esgotos, implica em : (a) economia de oxigênio e alcalinidade (quando realizado de forma controlada) ou (b) deterioração da decantabilidade do lodo (quando não controlado). (VON,1995)

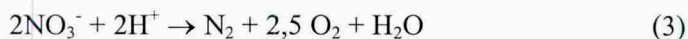
Em um curso d'água, a determinação da forma predominante do nitrogênio pode fornecer indicações sobre o estágio da poluição eventualmente ocasionada por algum lançamento de esgotos a montante. Se esta poluição é recente, o nitrogênio estará basicamente na forma de nitrogênio orgânico ou amônia e , se antiga, basicamente na de nitrato (as concentrações de nitrito são normalmente mais reduzidas). (VON,1995)

O oxigênio é um fator limitante para o crescimento das bactérias nitrificantes, sendo necessário uma concentração mínima de 2,0 mg/L, sem a qual as atividades cessam totalmente. A temperatura ótima para nitrificação encontra-se na ordem de 25 à 36 °C.

Reação da nitrificação:



Reação da desnitrificação:



3.2.2.4.1. Nitrogênio amoniacal

Indica dejetos recentes de origem animal e vegetal. Mede o nitrogênio sob a forma de hidróxido de amônia e sais amoniacais. À medida que o esgoto vai sendo tratado, cai o teor de nitrogênio amoniacal.

Em tubos de ensaios adiciona-se respectivamente 5 mL de amostra, 2 gotas do reagente 1 (tartarato de potássio 50% + H₂O) e 2 gotas do reagente 2 (iodeto de mercúrio II com iodeto de

potássio + H_2O). A coloração amarelo - laranja indica a presença de amônia que pode ser confirmada com a leitura da absorvância no Espectrofotômetro (Hach DR/2010) , em $\lambda = 400nm$.

3.2.2.4.2. Nitrogênio nitrito

Os nitritos são muito instáveis no esgoto e oxidam-se facilmente para a forma de nitratos; sua presença indica uma poluição já antiga.

Aparece em concentrações menores que $1mg/L$, mesmo em plantas de tratamento de efluentes. Esta concentração na superfície e em águas profundas é normalmente muito abaixo de $0,1mg/L$.

Os procedimentos gerais para a determinação dos nitritos são usualmente baseados em alguma reação de diazotação, que envolvem o emprego de substâncias carcinogênicas como as naftilaminas. Neste caso o íon nitrito, em condições ácidas, provoca a diazotação da sulfanilamida (4-aminobenzenossulfonamida) e o produto é acoplado ao dihidroclorato de N-(1-naftil)etinenodiamina. (VOGEL,1992).

Em tubos de ensaio são colocados respectivamente $5mL$ de amostra, 2 gotas do reagente 1 (ácido sulfâmico + ácido acético p.a) e 2 gotas do reagente 2 (alfanaftilamina + ácido acético p.a). A coloração rósea indica a presença de nitrito que pode ser confirmada com a leitura da absorvância em $\lambda = 550nm$.

3.2.2.4.3. Nitrogênio nitrato

O nitrato é a forma oxidada mais estável do nitrogênio em solução aquosa. É regenerado por via bacteriana (nitrificação) a partir do nitrogênio orgânico. A produção de nitrato resulta da oxidação bacteriana, tendo o NO_2^- como intermediário.

Os nitratos são a forma final de uma estabilização e podem ser utilizados por algas ou por outras plantas para formar proteínas, que por sua vez podem ser utilizadas por animais para formar proteína animal. A decomposição e morte da proteína animal, pela ação das bactérias, gera o nitrogênio amoniacal e assim o ciclo se completa, num verdadeiro "ciclo da vida". Nos efluentes tratados a concentração de nitratos pode variar, segundo o grau de tratamento, de cerca de $20mg/L$ (tratamento secundário) até quase zero (tratamento terciário).

Em tubos de ensaio são colocados respectivamente 1 espátula do reagente 1 (brucina à 1% + sulfato de sódio), $5 mL$ de ácido sulfúrico (H_2SO_4) e $1,0mL$ de amostra. O aparecimento de uma coloração amarela indica a presença de nitrato, que pode ser confirmada com a leitura da absorvância em $\lambda = 440nm$.

3.2.2.5. Fosfato total / Ortofosfato

Os fosfatos estão sempre presentes nas águas dos esgotos, uma vez que se encontram principalmente nos detergentes. A determinação dos fosfatos nos efluentes de estações de tratamento de esgotos é de grande importância no estudo dos corpos receptores. Sendo os fosfatos nutrientes para microrganismos, principalmente algas, descarregadas continuamente nas águas dos corpos receptores, poderão ser causadores de eutrofiação no caso de lagos e águas paradas. Uma outra consideração que se deve fazer da utilidade no caso de irrigação de áreas agrícolas, com efluentes tratados. No método descrito para determinação dos fosfatos a coloração azul desenvolvida é devida a formação de um complexo conhecido como azul de molibidênio. (CETESB,1977)

Nas estações de tratamento de esgotos é comum dosar, PO_4 no esgoto bruto e no efluente final para ver se há remoção dos mesmos nos processos de tratamento.

Os íons ortofosfato e molibdato condensam em solução ácida para dar o ácido molibdofosfórico que, com uma redução seletiva, dá uma coloração azul devida ao azul de molibdênio, cuja composição não se conhece com certeza. A intensidade da cor azul é proporcional a quantidade do fosfato incorporado, inicialmente no heteropoliácido. (VOGEL,1992)

Quando se trata um ortofosfato por um grande excesso de solução de molibdato de amônio na presença de ácido nítrico, na temperatura de 20 à 45°C, obtém-se um precipitado que depois de lavar se converte em molibdofosfato de amônio com a composição $(NH_4)_3[PO_4, 12MoO_3]$. Este precipitado pode ser titulado por solução padrão de hidróxido de sódio, com indicador fenolftaleína, mas o ponto final é difícil de ser percebido em virtude da liberação de amônia.(VOGEL,1992)

Não utilizou-se a titulação para determinação de fosfato total e ortofosfato e sim o método espectrofotométrico.

Mede-se em dois béckers separadamente, 50mL de amostra e 50mL de água destilada e adiciona-se 10 gotas do reagente 03 e agita-se. Posteriormente, adiciona-se 1 medida do reagente 4 e agita-se até dissolver-se. Coloca-se o frasco na chapa de aquecimento e após a fervura, aguarda-se 30 minutos. Após esfriar, completa-se o volume para 50mL, adiciona-se 4 gotas de fenolftaleína e agita-se. Adiciona-se o reagente 5 e agita-se a amostra até obter-se uma coloração vermelha. Mede-se 5mL da amostra e 5mL do branco para um tubo de tampa rosqueável. Adicionam-se 20 gotas do reagente 1 e agita-se, após, adicionar-se 1 medida do reagente 2 e agita-se até dissolver. Aguarda-se 10 minutos. A presença de fosfato pode ser confirmada pela leitura de absorbância em $\lambda = 660nm$.

Para o ortofosfato mede-se 5 mL de amostra para um tubo e 5mL de água destilada para outro (branco). Adicionam-se 3 gotas do reagente 1 e agita-se. Adiciona-se 1 medida do reagente 2 e agita-se bem. Aguarda-se 10 minutos e pode-se fazer a leitura de absorbância em $\lambda = 660nm$.

Não sabe-se ao certo a composição dos reagentes utilizados. Supõe-se que seja algum citado por Vogel / 1992, para análise de ortofosfato.

3.2.2.6. Sulfato e Sulfeto

O H_2S é formado em condições anaeróbicas através da redução de sulfato e através da decomposição de aminoácidos. O H_2S é extremamente tóxico para os organismos. Ar contendo apenas 0,035% de H_2S , pode levar à morte após inalação prolongada e pode provocar edemas pulmonares.

O Sulfato (SO_4^{2-}) é distribuído largamente na natureza e pode estar presente na água em concentrações moderadas de 1000mg/L.

O íon sulfato (SO_4^{2-}) é precipitado em ácido acético médio com cloreto de bário (BaCl_2) para formar cristais de sulfato de bário de amostras uniformes, (método turbidimétrico). A absorvância da suspensão de BaSO_4 é medida por um Espectrofotômetro e a concentração de SO_4^{2-} é determinada por comparação da leitura com a curva padrão.

Concentração mínima detectada: 1mg SO_4^{2-} /L.

Técnica para determinação de Sulfato:

Reagentes:

1) solução tampão A: Dissolve-se 30g de cloreto de magnésio, $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, 5 g de acetato de sódio, $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, 1 g de nitrato de potássio, KNO_3 e 20mL de ácido acético, CH_3COOH (99%), em 500mL de água destilada. Prepara-se 1000mL.

Solução tampão B: Dissolve-se 30g $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, 5 g $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, 1 g de KNO_3 , 0.111g de sulfato de sódio, Na_2SO_4 , e 20mL de ácido acético (99%) em 500mL de água destilada e faça para 100mL.

2) Cloreto de bário, BaCl_2 . (Standard Methods, 1995)

Mede-se 5mL de amostra para um tubo e 5mL de água destilada para outro, para fazer o branco. Adicionam-se 10 gota do reagente 1 e agita-se. Após adiciona-se 1 medida (utiliza-se uma espátula própria) do reagente 2 e agita-se intensamente por 5 minutos. Pode-se determinar sulfato fazendo a leitura de absorvância em $\lambda = 415\text{nm}$.

O Sulfeto encontra-se freqüentemente em águas subterrâneas, especialmente em nascentes quentes. Pode estar presente em águas sujas através da decomposição da matéria orgânica e, algumas vezes devido aos resíduos industriais. O percentual mínimo da concentração do odor característico do H_2S em águas limpas está entre 0,025 e 0,25 $\mu\text{g/L}$.

Técnica para determinação de sulfeto:

Reagentes:

1) Solução estoque de ácido amino – sulfúrico: Dissolve-se 27g de oxalato de N,N-dimetil- p-fenilenodiamina em uma mistura gelada de 50mL de ácido sulfúrico concentrado e 20mL de água destilada. Dilui-se para 100mL com água destilada.

2) Ácido amino – sulfúrico: Dilui-se 25mL da solução estoque de ácido amino-sulfúrico com 975mL 1 : 1 H_2SO_4 ;

- 3) Solução de cloreto férrico: Dissolve-se 100g de $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ em 40mL de água;
- 4) Solução de ácido sulfúrico: H_2SO_4 , 1 : 1;
- 5) Solução de diamônio - hidrogeno – fosfato: Dissolve-se 400g $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ em 800mL de água destilada;
- 6) Solução de azul de metileno I: Dissolve-se 1.0g em água destilada e faz-se para 1 L;
- 7) Solução de azul de metileno II: Dilui-se 10,00mL para ajustar a solução de azul de metileno para 100mL com água.(Standard Methods,1995)

Mede-se 5mL de amostra para um tubo e 5mL de água destilada para outro, para fazer o branco. Adiciona-se 1 gota de Acezin. Após adiciona-se 5 gotas do reagente 1 e agita-se, adiciona-se 1 gota do reagente 2 e agita-se. Aguarda-se 10 minutos e pode-se fazer a leitura de absorvância para determinação de sulfeto em $\lambda = 670\text{nm}$.

3.2.2.7. Cor e Turbidez

A cor e a turbidez indicam de imediato, e aproximadamente, o estado de decomposição do esgoto, ou sua “condição”.

A cor indica os sólidos dissolvidos e a turbidez a quantidade de sólidos suspensos ou coloidais.

A tonalidade acinzentada da cor é típica de esgoto fresco. A cor preta é típica de esgoto velho e de uma decomposição parcial. Os esgotos podem, no entanto, apresentar qualquer outra cor, nos casos de contribuição importante de despejos industriais, como por exemplo, do despejo de indústria têxtil ou de tintas.

A turbidez não é usada como forma de controle do esgoto bruto, mas pode ser medida para caracterizar a eficiência do tratamento secundário, uma vez que pode ser relacionada “a concentração de sólidos em suspensão”.

As análises de turbidez são feitas em um Turbidímetro Hach 2100P, adicionando-se amostra à uma cubeta apropriada e fazendo-se a leitura.

Já para análises da cor, mede-se 5mL de amostra e 5mL de água destilada para o branco e coloca-se em um tubo com tampa rosqueável e faz-se a leitura de absorvância em $\lambda = 400\text{nm}$.

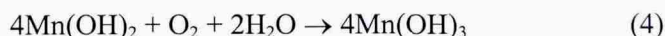
3.2.2.8. Oxigênio Dissolvido

Os níveis de OD em água natural e residuárias dependem das atividades físicas, químicas e biológicas no corpo aquático. A análise de OD é fundamental para se verificar e manter condições aeróbias num curso d’água que recebe material poluidor, sendo, também, utilizado para controlar os processos de aeração.

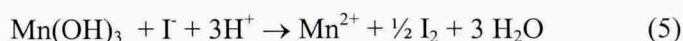
Em esgotos, o oxigênio dissolvido é o fator que determina se as mudanças biológicas são provocadas por organismos aeróbios ou anaeróbios. Com a temperatura, as taxas de oxidação biológica aumentam, e a demanda de oxigênio conseqüentemente aumenta. O nível de OD considerado normal é de cerca de 8mg/L, sendo o máximo avaliado sob condições críticas.

Na determinação do OD, o oxigênio das amostras é fixado da mesma maneira que a DBO. A diferença é que as amostras para a determinação de OD são fixadas com sulfato manganoso e azida sódica na hora da coleta.

Uma das mais úteis titulações com iodo foi desenvolvida originalmente por Winkler, para determinar o teor de oxigênio em amostras de água e esgotos. O teor de oxigênio dissolvido é importante não apenas em relação às espécies da vida aquática que podem sobreviver na água, mas também é uma medida da capacidade de a água oxidar impurezas orgânicas. A fim de evitar a perda de oxigênio da amostra de água (esgotos), ele é fixado pela reação com hidróxido de manganês II, que é rápida e quantitativamente convertido a hidróxido de manganês III:



O precipitado castanho que se forma dissolve-se pela acidificação e oxida os íons iodeto a iodo:



O iodo livre pode ser então determinado pela titulação com o tiosulfato de sódio:



Isto significa que 4 moles de tiosulfato correspondem a 1 mol de oxigênio dissolvido. A interferência principal neste processo é devida à presença de nitritos (especialmente em água de tratamento de esgotos). Elimina-se a interferência tratando-se a amostra original de água pela azida de sódio, que destrói qualquer nitrito quando a amostra for acidificada. (VOGEL,1992)



3.2.2.9.Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

O maior efeito ecológico da poluição orgânica em um curso d'água é o decréscimo dos teores de oxigênio dissolvido. Da mesma forma, no tratamento de esgotos por processos aeróbios, é fundamental o adequado fornecimento de oxigênio para que os microrganismos possam realizar os processos metabólicos conduzindo a estabilização da matéria orgânica. Assim, surgiu a idéia de se medir a "força" de poluição de um determinado despejo pelo consumo de oxigênio que ele traria, ou seja, uma quantificação indireta da potencialidade da geração de um impacto, e não a medição direta do impacto em si.

Na prática, no entanto, um obstáculo se apresenta como de difícil transposição: o esgoto possui uma grande heterogeneidade na sua composição, e tentar estabelecer todos os seus constituintes para, a

partir das reações químicas de cada um deles, calcular a demanda resultante de oxigênio, é totalmente destituído de praticidade. Ademais, extrapolar os dados para outras condições não seria possível.

A solução encontrada foi a de se medir em laboratório o consumo de oxigênio que um volume padronizado de esgoto ou outro líquido exerce em um período de tempo pré-fixado. Foi assim, introduzido o importante conceito da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO). A DBO retrata a quantidade de oxigênio requerida para estabilizar, através de processos bioquímicos, a matéria orgânica carbonácea. É uma indicação indireta, portanto, do carbono orgânico biodegradável. (VON,1995)

A determinação da DBO mede a quantidade de oxigênio necessária para estabilizar a matéria orgânica presente numa amostra, após um tempo dado (tomado para efeito de comparação em 5 dias) e a uma temperatura de 20°C.

A quantidade de matéria orgânica presente indicada pela determinação da DBO é importante para conhecer-se o grau de poluição de uma água residuária, para se dimensionar as estações de tratamento de esgotos e medir sua eficiência.

Quanto maior o grau de poluição orgânica, maior a DBO do corpo d'água; paralelamente, à medida que ocorre a estabilização da matéria orgânica, decresce a DBO.

Normalmente a DBO dos esgotos domésticos varia entre 100 e 300mg/L, de acordo com a condição, e nos tratamentos completos, deseja-se atingir uma redução de DBO até uma faixa de 20 a 30 mg/L.

A DBO processa-se em dois estágios: um primeiro, em que a matéria carbonácea é oxidada, e um estágio subsequente, em que ocorre uma nitrificação.

Determinação da DBO : A água destilada para determinação da DBO deve ser coletada um dia antes da análise, para que estabilize em uma temperatura de 20°C. A determinação da DBO deve ser feita no mesmo dia em que chegam as amostras e no quinto dia. Esta água já coletada anteriormente é aerada por 1 hora e deixada descansar por mais meia hora, e adicionada a ela tampão fosfato, solução da sulfato de magnésio, solução de cloreto de cálcio, solução de cloreto férrico, respectivamente. Por sulfonação, transferir esta água de diluição para as respectivos frascos que já contém as amostras, e, em seguida também por sulfonação, transferir à amostra diluída da proveta para os frascos de vidro. Sendo em número de dois, sendo um para o primeiro dia, momento em que chegam as amostras, e outro para ser armazenado a 20°C para a leitura no quinto dia. A leitura da DBO é feita da seguinte maneira: Acrescenta-se 2 mL de sulfato manganoso, 2 mL de azida sódica, agita-se, espera-se decantar, agita-se e adiciona-se 2mL de ácido sulfúrico. Titula-se 100mL da amostra com tiosulfato de sódio 0,0125N, usando amido como indicador. Como geralmente são feitas mais de uma diluição por amostra, faz-se a média dos valores finais obtidos para a DBO. Calcula-se o valor da DBO da seguinte maneira:

$$DBO = \frac{[V(\text{titulante } 1^\circ \text{ dia}) \times \text{Fator de correção} - V(\text{titulante } 5^\circ \text{ dia}) \times \text{Fator de correção}] \times 1000}{\text{Diluição}}$$

Diluição

O fator de correção é feito da seguinte maneira: adiciona-se 2g de iodeto de potássio à 10mL de ácido sulfúrico (1 : 9) e à 10mL de dicromato de potássio 80N. Deixa-se no escuro em uma estufa por 5 minutos e titula-se com tiosulfato de sódio 0,0125N.

3.2.2.10. Demanda Química de Oxigênio (DQO)

O teste da DQO mede o consumo de oxigênio ocorrido durante a oxidação química da matéria orgânica. O valor obtido é, portanto, uma indicação indireta do teor de matéria orgânica presente. (VON, 1995)

A principal diferença com relação ao teste da DBO encontra-se claramente presente na nomenclatura de ambos os testes. A DBO relaciona-se a uma oxidação bioquímica da matéria orgânica, realizada inteiramente por microrganismos. Já a DQO corresponde a uma oxidação química da matéria orgânica, obtida através de um forte oxidante (dicromato de potássio) em meio ácido. (VON, 1995)

Uma das vantagens da DQO sobre a DBO é que permite respostas em um tempo muito menor: duas horas (método do dicromato). Além disto, o teste de DQO engloba não somente a demanda de oxigênio satisfeita biologicamente (como a DBO), mas tudo o que é susceptível de demandas de oxigênio, em particular os sais minerais oxidáveis. A vantagem do tempo de resposta, e o fato de manter uma relação praticamente constante com a DBO, para um mesmo tipo de água residuária tem levado ao uso cada vez maior de análises de DQO, em substituição às de DBO.

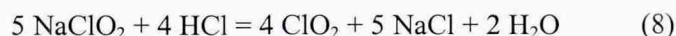
Para determinação da DQO coloca-se em tubos de ensaio respectivamente: 1,5mL de solução digestora (ácido sulfúrico, sulfato de mercúrio e dicromato de potássio), 3,5mL de solução ácida (sulfato de prata e ácido sulfúrico) e 2,5mL de amostra. Os tubos são colocados no aparelho com refluxo fechado por 2 horas, faz-se à leitura da DQO no Espectrofotômetro Hach DR/2010, em $\lambda = 990\text{nm}$.

3.2.2.11. Dióxido de Cloro

O dióxido de Cloro (ClO_2) é um gás sintético, de cor amarelo-esverdeado, com ponto de ebulição de 10°C ; abaixo desta temperatura condensa-se, tornando-se vermelho e cerca de 2,4 vezes mais denso do que o ar.

Para utilização na indústria ou nos processos de tratamento de águas potáveis ou residuárias, o ClO_2 poderá ser obtido de várias maneiras, utilizando-se o clorito de sódio com os seguintes reagentes: cloro dissolvido, ácido clorídrico, cloro gasoso, ácidos orgânicos e reações eletroquímicas.

Clorito de Sódio e Ácido Clorídrico:



O dióxido de cloro é um poderoso oxidante e tem sido utilizado para oxidar ferro, manganês, nitritos e algumas vezes também para oxidação de sulfetos; entretanto, não oxida a amônia nem o brometo.

O dióxido de cloro é um desinfetante de ação rápida, igual ou superior ao cloro na inativação de bactérias ou vírus. Este gás também é efetivo na destruição de cistos de protozoários patogênicos.

O primeiro modo de ação do desinfetante é destruir a síntese de proteínas e lipídeos em células bacterianas e também provocar a ruptura da membrana citoplasmática de bactérias gram – negativas.

O primeiro gerador para produção de ClO_2 in situ para desinfecção em águas de abastecimento, foi instalado e encontra-se em operação desde 1997 pela concessionária SAMAE, na cidade de Brusque /SC, e em Balneário Camboriú/SC, através da CASAN, desde 1999 está operando também um equipamento deste tipo para desinfecção de efluentes domésticos tratados.

A ação oxidante do ClO_2 finaliza a formação de dois subprodutos inorgânicos, os Cloritos (ClO_2^-) e pequenas quantidades de cloratos (ClO_3^-). Estudos toxicológicos feitos em animais têm mostrado que concentrações de 250 ppm de Cloritos podem causar “stress” hemolítica (CAFARO,1997).

Estudos para determinar os efeitos do Clorito (ClO_2^-), subproduto da desinfecção com ClO_2 têm mostrado alguns efeitos negativos na tireóide e efeitos na reprodução e desenvolvimento de animais.

Uma das vantagens da aplicação do ClO_2 como desinfetante em efluentes domésticos tratados é que não gera grandes quantidades de produtos halogenados, que são comuns com a cloração, e reduz significativamente a cor e odor dos efluentes.(RIBEIRO,2001)

Faz-se análise de dióxido de cloro em laboratório da seguinte maneira:

Mede-se 50mL de amostra para uma proveta e 50mL de água destilada para outra. Adiciona-se 1 mL do reagente 1 (citrato de sódio, ácido cítrico e água), nas duas provetas. Na proveta do branco adiciona-se um pilow (sulfato de sódio, tiosulfato de sódio pentahidratado). Após adiciona-se 1 mL do reagente 2 (hidróxido de sódio e água demineralizada) nas duas provetas e agita-se. Adiciona-se 1 mL do reagente 3 (aminoetilpropanol e água demineralizada) nas duas provetas e agita-se. Faz-se leitura da absorbância em $\lambda = 575\text{nm}$.

3.2.2.12. Sólidos Sedimentáveis

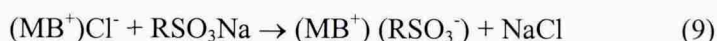
Das características físicas, o teor de matéria sólida é o de maior importância, em termos de dimensionamento e controle de operações das unidades de tratamento. A remoção da matéria sólida é fonte de uma série de operações unitárias de tratamento, ainda que represente apenas 0,08% dos esgotos (a água compõe os restantes 99,2%).

O objetivo deste teste é indicar o volume de sólidos sedimentáveis dos esgotos que decantará em um determinado período.

Faz-se o teste da seguinte forma: Se as amostras contiverem lodo são colocadas para decantar em uma proveta de 1000mL, caso contrário em um cone Imhoff de 1000mL. Deixa-se repousar por 1 hora e faz-se a leitura do volume de sólidos sedimentados.

3.2.2.13. Detergentes

Um método original desenvolvido para o ensaio de detergentes era baseado nos sais de sódio dos homólogos superiores dos ácidos alcanossulfônicos. O método envolve o tratamento da solução aquosa do detergente pelo azul de metileno na presença de clorofórmio. A reação ocorre entre o corante iônico (que é um cloreto) e o detergente:



onde MB^+ é o cátion do azul de metileno.

O produto da reação pode ser extraído pelo clorofórmio, enquanto o corante original é insolúvel neste meio, e a intensidade da cor na camada de clorofórmio é proporcional à concentração do detergente.

O método é especialmente valioso para determinação de pequenas concentrações dos detergentes e, por isso, é útil nos estudos de poluição.(VOGEL,1992)

Faz-se análise de detergente da seguinte forma: mede-se 5,0mL de amostra para um tubo de tampa rosqueável e 5,0mL de água destilada para o branco em outro tubo. Adiciona-se 1 gota de fenolftaleína. Após goteja-se NaOH 1N até cor rosa. Elimina-se a cor com H_2SO_4 1N. Adiciona-se 3 gotas do reagente 1 (azul de metileno) e agita-se. Após adiciona-se 5mL do reagente 2 (ácido em excesso) e agita-se. Após adiciona-se 5mL de clorofórmio. Agita-se durante 30 segundos. Observa-se a separação das fases. Retira-se a fase do clorofórmio, mais densa, e faz-se a leitura de absorvância em $\lambda = 650nm$, sempre zerando aparelho com o branco.

3.2.2.14.Colimetria

Através do estudo dos chamados organismos indicadores de contaminação fecal tem-se uma indicação satisfatória de quando apresenta contaminada por fezes humanas ou de animais e, por conseguinte, a sua potencialidade para transmitir doenças. Os organismos mais comumente utilizados com tal finalidade são as bactérias do grupo coliforme.

Há vários organismos cuja presença num corpo d'água indica uma forma qualquer de poluição. Para indicar, no entanto, a poluição de origem humana e para medir a grandeza desta contribuição, utiliza-se adotar os organismos do grupo coliforme como indicadores.

As bactérias coliformes são típicas do intestino do homem e de outros animais (mamíferos em geral), e justamente por estarem sempre presente no excremento humano (100 a 400 bilhões de coliformes/hab.dia) e serem de simples determinação, são adotadas como referência para medir a grandeza da poluição. A bactéria coliforme, sozinha, não transmite qualquer doença, mas, se excretada por indivíduo doente, portador de organismo patogênico, ela virá acompanhada deste organismo capaz de trazer doenças de veiculação hídrica. Por outro lado, a presença de bactérias do tipo “coli” (“Escherichia” e “Aerobacter”) numa água não residuária não significa, necessariamente, que seja de contribuição humana ou animal, pois estes organismos podem também se desenvolver no solo e serem carregados com a água de lavagem. Por isto mesmo foram desenvolvidos testes específicos para medir coliformes totais, CT, e coliformes fecais, CF.

À medida dos coliformes é dada por uma estimativa estatística de sua concentração, conhecida como o Número Mais Provável de Coliformes (NPM/mL ou NPM/100mL), determinada por técnicas próprias do laboratório.

O esgoto bruto contém cerca de 10^9 a 10^{10} NPM/100mL de coliformes totais, e de 10^8 a 10^9 NPM/100mL de coliformes fecais.

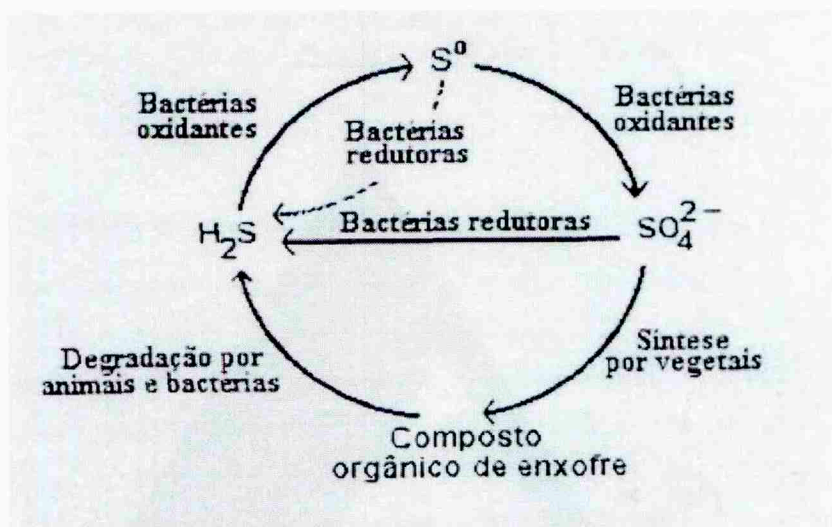
Procedimento para análise: São adicionados 10ml da amostra em 90ml de água destilada em um erlenmeyer, adiciona-se à solução 10 mL de amostra, pois 5 mL de água destilada irá evaporar, pois leva-se esta solução à uma autoclave vertical BIO ENG. Sempre esterilizando antes na estufa por 2 horas à 120°C, e após com bico de bunsen, a pipeta, a borda do erlenmeyer e a borda do frasco que contém a amostra. Acrescenta-se à solução já diluída 1 colilert (substrato), depois de dissolvido, é transferido para uma cartela .

Para a leitura de coliformes totais são lidos na cartela os quadrados que apresentam coloração amarela sem a presença de luz UV. Para a leitura dos coliformes fecais são lidos tanto os quadrados grandes como os pequenos que apresentarem cor fosforescente em presença de luz de UV.

A contagem dos coliformes, tanto os fecais como os totais dão-se com auxílio de uma tabela Index Quanti – Tray/200 Tabela de Número Mais Provável (NMP).

4. BACTÉRIAS REDUTORAS DE ENXOFRE

A oxidação biológica do gás sulfídrico pode ser feita no meio aquático por um grande número de microrganismos, principalmente as bactérias aeróbias e anaeróbias. As bactérias que oxidam ou reduzem quantidades significativas e compostos orgânicos de enxofre apresentam uma ampla variedade de características morfológicas e bioquímicas. O ciclo do enxofre envolvendo bactérias oxidantes aeróbias e as bactérias redutoras anaeróbias pode ser demonstrado na Figura 5.



Fonte: Shirakawa, (1994) adaptado de Videla, (1991).

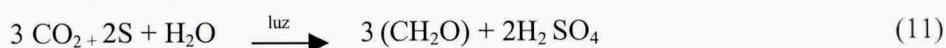
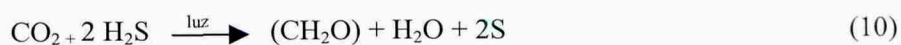
Figura 5. Ciclo do enxofre envolvendo bactérias oxidantes aeróbias e as bactérias redutoras anaeróbias.

São reconhecidos três grupos de bactérias com capacidade utilizar compostos de enxofre para obtenção de energia (ESTEVES, 1988) que podem ser determinados como os seguintes:

1. Grupo 1: Representado por espécies redutoras de sulfato formado por organismos unicelulares anaeróbios que reduzem sulfato (SO_4^{2-}) a ácido sulfídrico (H_2S);
2. Grupo 2: Formado por bactérias anaeróbias fotossintéticas verdes e púrpuras, que em presença de luz utilizam-se do H_2S como doador de hidrogênio para fotossíntese. O enxofre é oxidado de sulfeto a sulfato;
3. Grupo 3: Constituído por bactérias oxidantes aeróbias de enxofre que oxidam o enxofre reduzido de maneira aeróbia para obter energia necessária para seu crescimento químioautotrófico (APHA, 1992).

As bactérias anaeróbias que utilizam como fonte de carbono o gás carbono, álcoois, ácidos orgânicos, compostos freqüentes onde há processos anóxicos redutores (Branco, 1978). É comum a todas as espécies a presença de bacterioclorofila-a e pigmentos carotenóides e outras espécies contém bacterioclorofila-b. Em tratamento de esgotos domésticos por lagoas de estabilização os gêneros comumente encontrados são *Chromatiaceae*, *Chromatium*, *Thiocapsa*, *Thiospirillum* e *Thiopedia*. Em determinadas condições como presença ou ausência de luz direta, presença de CO_2 , N_2 , H_2S as lagoas de estabilização podem adquirir coloração avermelhada uma das características mais acentuadas das bactérias fotossintetizantes.

Segundo Di Bernardo *et al.* (1989), a fisiologia das bactérias fotossintetizantes mostram que estes organismos se proliferam em ambientes ricos em H_2S , S^0 , SO_4^{2-} como doadores de elétrons para a produção de energia de CO_2 como acceptor de elétrons conforme a equação:



Em lagoas de estabilização esses organismos fotossintéticos provocam uma situação indesejável, pois, pela sua própria natureza, acarretam num aumento da concentração da matéria orgânica, o que não é o objetivo do tratamento de efluentes por esse método.

A maior taxa de oxidação biológica de gás sulfídrico é realizada pelas bactérias sulfurosas púrpuras, do gênero *Thiorhodaceae* e bactérias sulfurosas verdes do gênero *Chorobacteriaceae*. Os fatores ambientais mais importantes para sobrevivência destes organismos é a luz e a ausência de oxigênio.

Segundo ESTEVES(1988), estas bactérias não utilizam água como doadoras de hidrogênio, como ocorre na fotossíntese aeróbia, mas sim compostos altamente reduzidos, como por exemplo, gás sulfídrico e sulfetos. Além disso, na fotossíntese das bactérias sulfurosas não há formação de oxigênio, mas sim $2S$ (enxofre molecular), que através de uma série de processos metabólicos é oxidado até sulfato.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através do monitoramento executado nos meses de maio a julho de 2002 foram observados que as lagoas de estabilização estavam tendo o desempenho inferior aos meses anteriores quando a redução de DBO e DQO atingem aos padrões estabelecidos pela Legislação vigente. Os problemas foram observados visualmente, através da coloração verde e avermelhada das lagoas facultativas que, nas condições normais de operação apresentam-se na cor esverdeada característica das algas clorofíceas necessária para redução da matéria orgânica em lagoas facultativas. Observadas as mudanças da cor foram analisados os resultados dos parâmetros sulfatos e sulfetos constatando-se valores elevados, principalmente os de sulfatos. Os resultados encontram-se na Tabela 3.

Análises microscópicas qualitativas foram efetuadas em amostras de efluente da lagoa facultativa para identificar os tipos de microrganismos predominantes e foi observado a presença de organismos morfológicamente semelhantes às bactérias púrpuras do enxofre do gênero *Thiopédia* conforme a Figura 6

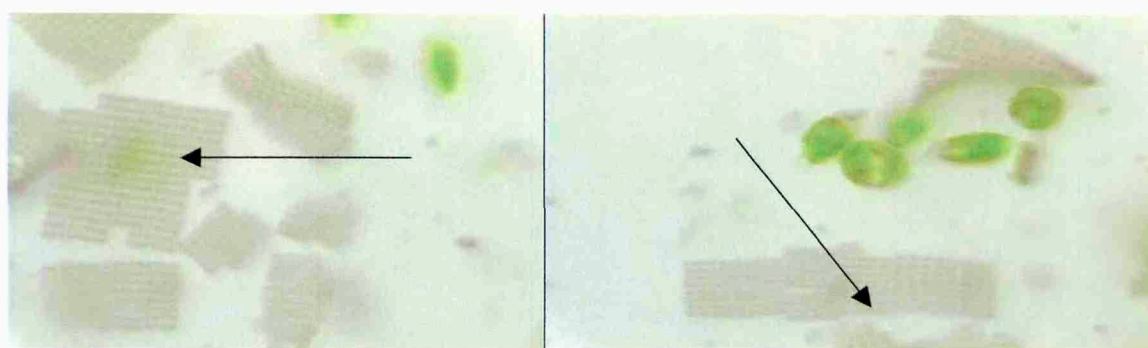


Figura 6. Organismos morfológicamente semelhantes às bactérias púrpuras do enxofre do gênero *Thiopédia* e poucas algas clorofíceas. (Imagem capturada pela Biol. Alessandra P. Bento em microscópio óptico com aumento de 400x).

As imagens foram observadas também em aumento de 1000 vezes acentuando a evidencia do gênero *Thiopédia*, conforme o observado na Figura 7.

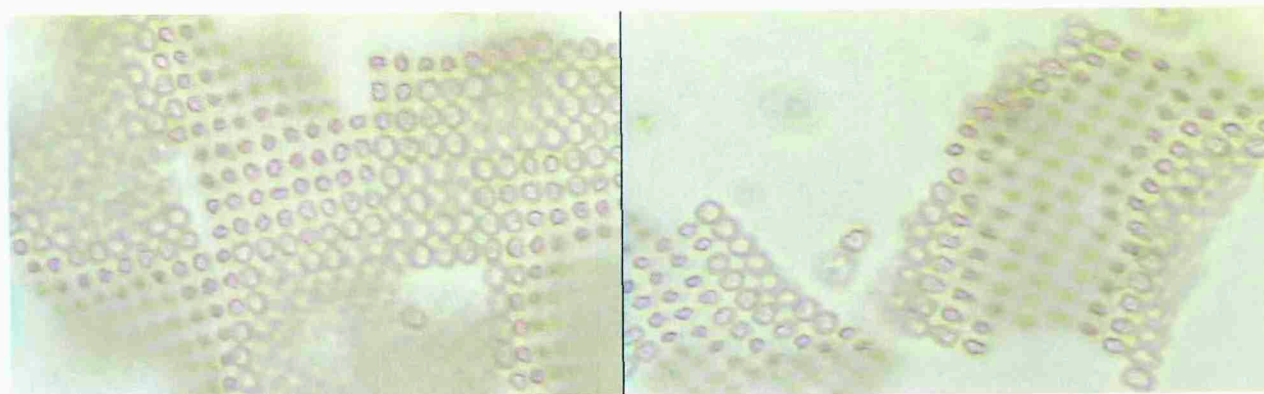


Figura 7. Organismos morfologicamente semelhantes às bactérias púrpuras do enxofre do gênero *Thiopédia*. (Imagem capturada pela Biol. Alessandra P. Bento em microscópio óptico com aumento de 1000x).

Nas Lagoas Anaeróbias a estabilização da matéria orgânica é feita por processos biológicos que muitas vezes podem ser afetados por fatores de natureza incontrolável, principalmente os fatores de sazonalidade. Em lagoas anaeróbias, ocorre um delicado equilíbrio entre as duas fases fundamentais dos processos anaeróbios, a fase ácida e a fase metânica, que em muitas circunstâncias poderão se desequilibrar, principalmente em decorrência de fatores climatológicos, liberando para atmosfera o sulfeto de hidrogênio (H_2S) responsável pelos odores ofensivos. A presença deste gás associado a outros nutrientes comuns presentes no meio líquido, poderão desencadear a presença de uma comunidade de bactérias púrpuras fotossintetizantes que migram para a superfície em busca de luz solar para a fotoxidação de sulfetos a sulfatos. Quando ocorre este fenômeno, a coloração cinza escuro ou preta, característica destas lagoas torna-se do rosa ao avermelhado.

As lagoas facultativas denominadas Lagoa Facultativa I, Existente e Facultativa II, apresentam características normalmente esverdeadas, variando de intensidade em função da diversidade de biomassa algal que é responsável pela produção de oxigênio para realização dos processos de decomposição aeróbios da matéria orgânica remanescente das lagoas anaeróbias.

A modificação da microbiota na lagoa facultativa ocorreu provavelmente, em função das mudanças climatológicas somado ao efluente das lagoas anaeróbias que são ricos em sulfetos, produto da redução do sulfato pelas bactérias redutoras de sulfato no processo anaeróbio. A produção biológica de oxigênio pelas algas na superfície da lagoa facultativa não foi suficiente para evitar a anaerobiose e as bactérias púrpuras do enxofre encontraram ambiente adequado para sua excessiva proliferação.

A modificação da coloração da água em lagoas facultativas, devido ao crescimento excessivo da população de bactérias púrpuras do enxofre foi verificada por DI BERNARDO *et al.*, 1985, que verificou a ocorrência de bactérias púrpuras do enxofre em lagoas facultativas tratando efluente líquido de indústria de charque, cujo crescimento excessivo da população dessas bactérias prejudicou

líquido de indústria de charque, cujo crescimento excessivo da população dessas bactérias prejudicou consideravelmente o desempenho da lagoa. BARROS *et al.*(2000), estudou o mesmo fenômeno em lagoa facultativa para o tratamento de efluente líquido de abatedouro de frangos.

VEENSTRA *et al.* (1995), citado por BARROS *et al.*(2000), estudaram a presença de bactérias púrpuras do gênero *Rhodopseudomonas* em lagoas de estabilização e associaram a presença dessas bactérias à altas concentrações de amônia e sulfeto, aliadas a temperaturas elevadas e boas condições de insolação. Segundo os autores, esses organismos oxidam os sulfetos a sulfatos, provocando o aumento de turbidez da água nas camadas superficiais da lagoa, impedindo a passagem de luz para as camadas mais profundas, promovendo a queda da concentração de oxigênio dissolvido e do pH.

INGALLINELLA *et.al.* (2001), estudaram lagoas utilizadas para tratamento de efluentes e fossas sépticas e latrinas transportadas por caminhões. Os estudos revelaram a presença das bactérias púrpuras fotossintetizantes *Thiopédia* e *Thiocapsa* .

Estudos realizados por GEBRIEL *et.al.* , em lagoas para tratamento de resíduos de gado foram observados o crescimento de bactérias púrpuras fotossintetizantes na presença de luz e H₂S. Os estudos demonstraram que este tipo de organismo em lagoas anaeróbias reduzem os odores e é um subproduto que pode ser incluindo na dieta de aves domésticas. Os estudos foram feitos em diversas profundidades com presença de luz. A bactéria encontrada foi a *Thiopédia rósea*. Os parâmetros de influência para o aparecimento deste organismo foram à luz, concentração de sulfetos, pH e a temperatura.

Nas lagoas de estabilização de Balneário Camboriú, principalmente a lagoa facultativa que apresentava este microrganismo também tinham como influência a luz, sulfetos e principalmente os altos teores de sulfatos detectados. Estes fenômenos são sazonais e tendem a ser estabelecidos quando as lagoas anaeróbias entrem novamente em equilíbrio.

Uma das soluções para o problema e que já foi feito em outras ocasiões é aerar a superfície da lagoa para que o oxigênio se estabeleça no ambiente fator limitante para este grupo de organismos.

Tabela 3: Resultados das Análises do Esgoto Bruto, Efluente Lagoa Anaeróbia 2 e Efluente Lagoa Facultativa 1

ESGOTO BRUTO						EFLUENTE LAGOA ANAERÓBIA 2						EFLUENTE LAGOA FACULTATIVA 1							
pH	T	O2	DBO	sulfato	sulfeto	pH	T	O2	DBO	DQO	sulfato	sulfeto	pH	T	O2	DBO	DQO	sulfato	sulfeto
	°c	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L		°c	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L		°c	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
7,59	25,0	-	193,3	78,2	-	7,16	25,0	-	160	278,5	38,5	-	7,85	25,0	-	127,5	216,0	70,6	
7,49	24,0	-	-	80,8	-	7,23	25,5	-	-	-	52,1	-	7,89	24,0	-	-	-	70,9	
7,66	25,5	-	-	62,2	-	7,34	23,0	-	176,0	225,7	42,4	-	8,08	23,0	1,4	111,1	124,5	76,7	
7,57	23,0	-	166,2	64,1	-	7,29	25,0	-	119,3	265,7	40,0	-	8,00	25,0	-	75,2	160,3	67,4	
7,78	24,0	-	-	49,0	-	7,32	25,0	-	173,3	207,5	42,6	-	7,73	25,5	1,0	-	-	66,5	
7,65	23,0	-	193,5	56,5	-	7,39	25,0	-	-	-	49,0	-	7,82	25,0	-	70,3	195,8	76,2	
7,74	24,5	-	-	34,5	-	7,42	24,0	-	-	-	0,9	-	7,76	24,0	-	-	-	38,4	
7,97	25,0	-	126,6	49,7	0,117	7,38	23,0	-	156,7	267,3	45,6	1,093	7,00	22,0	-	78,7	174,3	74,6	0,234
7,24	23,0	-	149,3	76,0	0,001	6,99	22,0	-	136,7	228,3	10,0	0,005	7,46	21,0	<0,1	76,1	139,9	42,0	0,002
7,53	25,0	-	-	91,1	0,183	7,02	23,0	-	-	-	58,0	1,189	7,82	21,0	0,3	-	-	78,5	0,197
7,32	24,5	-	-	63,1	0,152	7,02	23,0	-	-	-	42,1	0,675	7,59	21,5	1,3	-	-	68,9	0,206
7,15	25,0	-	-	44,9	0,121	7,02	23,0	-	-	-	44,3	1,240	7,70	22,0	1,2	-	-	67,4	0,206
7,23	24,5	-	-	70,4	0,134	7,00	23,0	-	-	-	470,0	1,429	7,50	22,0	0,3	-	-	76,5	0,215
7,23	25,0	-	205,6	72,0	0,138	6,91	23,5	-	201,6	379,2	51,2	2,340	7,58	23,0	0,0	96,1	283,7	84,0	0,264
7,34	23,0	-	-	46,5	0,120	7,15	22,0	-	-	-	44,2	2,660	8,01	23,0	1,6	-	-	77,3	0,242
7,44	25,0	-	230,7	69,3	0,137	7,19	24,0	-	230,0	292,1	48,0	0,296	7,93	23,0	0,0	91,0	165,0	77,6	0,269
8,61	25,0	-	-	88,9	0,143	7,52	24,0	-	-	-	45,6	1,258	8,02	23,0	0,0	-	-	76,1	0,229
8,01	25,0	-	-	62,2	0,141	7,22	24,0	-	-	-	60,5	1,020	7,79	23,0	0,3	-	-	90,8	0,243
7,07	23,0	-	187,9	71,9	0,143	7,35	23,0	-	211,1	458,8	50,9	3,200	7,80	22,0	0,0	44,4	274,5	88,0	0,277
7,51	23,5	-	198,3	49,2	0,116	7,48	23,0	-	189,1	225,0	51,6	5,480	8,01	20,0	0,0	60,3	173,2	79,3	0,289
8,35	23,6	-	244,0	67,2	0,143	7,45	23,3	-	234,1	306,5	43,5	3,300	7,92	22,5	1,0	117,0	242,6	81,2	0,244
7,91	22,4	-	-	38,3	0,391	7,45	22,0	-	-	193,0	34,0	0,014	7,99	21,0	0,0	-	-	58,1	0,231
7,98	22,9	-	165,0	67,8	0,107	7,32	20,5	-	230,8	260,2	40,8	3,920	7,85	20,0	0,0	92,0	152,6	84,6	0,282
7,30	23,0	-	-	81,6	0,342	7,34	22,0	-	-	-	42,1	0,960	8,03	21,0	0,8	-	-	79,0	0,243
8,29	21,5	-	-	27,0	0,189	7,35	19,0	-	-	-	36,7	2,700	7,92	17,0	0,0	-	-	77,7	0,261
	21,2	-	207,6	58,3	0,108	7,35	19,4	-	157,2	255,4	66,9	4,780	8,01	15,7	0,0	117,4	243,4	88,0	0,269
7,55	22,0	-	236,7	60,9	0,151	7,48	18,8	-	245,8	340,3	46,0	4,540	7,91	17,0	0,0	107,8	303,8	85,5	0,274
8,00	23,0	-	-	12,6	0,157	7,60	21,5	-	-	-	11,7	0,207	7,89	20,0	0,0	-	-	41,0	0,225
8,26	22,5	-	-	49,0	0,125	7,32	21,5	-	-	-	52,2	2,600	7,70	19,0	0,0	-	-	108,0	0,303
7,44	22,0	-	196,5	67,7	0,125	7,29	20,0	-	260,0	-	51,7	3,820	8,16	17,0	0,0	100,1	-	88,3	0,298
8,38	21,0	-	271,1	84,1	0,135	7,54	18,5	-	255,0	182,7	49,1	4,260	7,86	17,0	0,0	92,2	177,8	92,8	0,295
7,82	21,0	-	-	48,5	0,126	7,11	19,0	-	-	-	44,6	1,660	7,44	16,5	0,2	-	-	84,8	0,276
7,78	21,0	-	-	62,8	0,144	7,00	19,0	-	-	-	46,1	4,760	7,35	16,0	0,0	-	-	80,4	0,285
7,82	21,0	-	328,3	61,0	0,099	7,00	19,0	-	153,0	397,8	53,0	3,180	7,31	17,5	0,0	79,0	288,3	85,9	0,301
7,83	22,0	-	-	77,1	0,196	7,01	20,0	-	265,0	460,9	59,1	3,480	7,42	18,5	0,0	94,4	252,9	87,7	0,275
7,67	22,0	-	-	61,5	0,146	7,03	19,0	-	-	-	54,8	2,740	7,37	18,0	0,0	-	-	84,4	0,287
8,01	22,0	-	-	70,7	0,151	7,27	18,5	-	-	-	53,7	3,200	7,27	18,5	0,0	-	-	80,1	0,325
7,85	21,5	-	150,0	63,7	0,127	7,00	20,0	-	284,1	325,4	48,1	3,640	7,29	19,0	0,0	74,0	144,8	88,6	0,309
7,75	22,0	-	109,0	56,7	0,103	7,00	20,0	-	-	-	52,1	2,900	7,26	19,0	0,0	-	-	81,7	0,308
7,47	23,5	-	227,1	53,5	0,158	6,85	20,5	-	256,7	402,7	45,9	1,842	6,83	20,0	0,0	110,0	324,0	78,1	0,315
7,67	20,5	-	-	50,5	0,152	6,99	18,0	-	-	-	48,1	3,720	7,40	17,0	0,0	-	-	99,1	0,311
7,69	20,5	-	-	48,9	0,122	6,92	19,0	-	-	-	61,9	2,600	7,33	18,0	0,0	-	-	81,6	0,302

Fonte: Dados fornecidos pelo Laboratório da CASAN de Balneário Camboriú

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observou-se durante o período de estágio no laboratório da CASAN de Balneário Camboriú, que há dificuldades para a compra de material para realização das análises de rotina, devido a falta de verba estadual, no que implica em alguns erros nas análises, pois se falta algum reagente, não faz-se estas.

O laboratório não possui material didático para a realização de das análises, baseia-se em roteiros preparados por funcionários que não trabalham mais na CASAN, e que não especifica os reagentes que são utilizados, pois estes são comprados prontos e sem rotulação específica. Portanto o estagiário teve dificuldade para realizar seu relatório de estágio, pois buscou em livros de Química e outros referentes a tratamento de esgotos, uma técnica que mais se aproximasse da utilizada no laboratório.

Quanto a interação do estagiário com os outros funcionários no que diz respeito a melhor execução de algumas técnicas, pois estas possuem alguns erros que não são corrigidos, houve dúvidas quanto ao seu conhecimento, pois pensa-se que por ser estagiário seu conhecimento químico não é significativo.

Notou-se que a Bioquímica responsável pelo Laboratório sempre está buscando melhorar o ambiente de trabalho e aprimorar as técnicas utilizadas.

Mesmo com dificuldades, o Laboratório executa sua função, de forma muito precária, já que todos os parâmetros contemplados na Legislação para as águas de classe 2 devem ser realizadas.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1) BENTO, Alessandra Pelizzaro; Tese de Mestrado "Caracterização da microfauna no sistema insular de tratamento de esgotos de Florianópolis / SC: Um instrumento de controle operacional e avaliação da eficiência do processo; Dezembro de 2000.
- 2) BRANCO, S. M. , Hidrobiologia Aplicada à Engenharia Sanitária CETESB, 1978.
- 3) CAFARO. Clorine Dioxide. Divisione Trattamento Acque, Italy, 93p. ,1996.
- 4) CETESB; Análises Físico – Químicas para Controle das Estações de Tratamento de Esgotos; Engenheiro Manuel Osvaldo Senra Álvares da Silva;1977.
- 5) DI BERNARDO, L.; MATHEUS C. E. E FRAGIACOMO, P. Ocorrência de Bactérias Fotossintetizantes em lagoas de Estabilização – Estudo de Caso em Indústria de Charque In: 15º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, PA, 1989.
- 6) ESTEVES, FRANCISCO DE ASSIS; Fundamentos de Limnologia; Editora Interciência / FINEP; Rio de Janeiro / RJ; 1988.
- 7) GEBRIEL, A.W. ; PARKER, N.C.;FEDLER,C.B. Treatment of Cattle Waste for Recovery of Single Cell Protein. American Society of Agricultural Engenieers. Paper Número 944068, june 1994. Kansas City, MO.
- 8) INGALINELLA, A. M; FERNANDEZ, R ; SANGUINETTI,G.; HERGET, L.; QUEVEDO, H.; STRAUSS, M.; MONTENEGRO, A..Lagunas de Estabilización para Descarga de Líquidos de Camiones Atmosféricos. Ingenieria Sanitáia y Ambiental, número 54, jan/fev, 2001, AIDIS, Argentina.
- 9) NARKIS, N. Chlorine Dioxide, disinfection at each stage of advanced physic – chemical treatment of effluents. Environmental and Water Resouces Engineering, Technion – **Israel Institute of Technology – Technion**, Haifa – Israel, 1986.
- 10) RIBEIRO, Leda Freitas; Tese de Mestrado em Aplicação de Dióxido de Cloro como Alternativa para Desinfecção de Esgotos Sanitários Tratados Através de Lagoas de Estabilização; Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC; Fevereiro de 2001.
- 11) SPERLING, Marcos Von; Princípio do Tratamento Biológico de Águas Residuarias, Volume 1, Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos; Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – DESA, Universidade Federal de Minas Gerais; 1995.
- 12) SPERLING, Marcos Von; Princípio do Tratamento Biológico de Águas Residuárias, Volume 3, Lagoas de Estabilização; Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – DESA, Universidade Federal de Minas Gerais; páginas: 17,18,19,20; 1996.
- 13) STANDARD METHODS, para exanimação de águas e perdas. Editado por Andrew D. Eaton, Lenore S. Clesceri, Arnold E. Greenberg; 19ª Edição,1995.
- 14) VOGEL, Análise Química Quantitativa, Traduzido por Horácio Macedo, 5ª Edição; Editora Guanabara Koogan S. A ;Rio de Janeiro / RJ; 1992.