



*UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM RECURSOS HÍDRICOS
SUB – ÁREA EM ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL*

Identificação e Quantificação de Algas em Lagoas de Polimento Tratando Efluente de Reatores UASB.

Anamaria de Sousa Duarte

Campina Grande - PB
março-de2000



Biblioteca Setorial do CDSA. Julho de 2021.

Sumé - PB

Anamaria de Sousa Duarte

*Identificação e Quantificação de Algas em
Lagoas de Polimento Tratando Efluente de
Reatores UASB.*

*Relatório de Estágio Supervisionado
apresentado Curso de Engenharia Civil da
Universidade Federal da Paraíba para
conclusão do Curso de Graduação em
Engenharia Civil.*

Área de Concentração: Recursos Hídricos
Sub- Área: Engenharia Sanitária e Ambiental

Orientadora: *Prof. Paula Frassinetti Feitosa Cavalcanti*

Campina Grande - PB
março de 2000

“Aquilo que escuto, esqueço.

Aquilo que vejo, lembro.

Aquilo que pratico, realizo.”

Confúcio, (551 a.C. –479 a.C.)

Índice

1.0– Introdução	1
2.0– Objetivos Gerais	3
3.0 – Revisão Bibliográfica	4
3.1 – Digestor Anaeróbio de Fluxo Ascendente	4
3.1.1 – Elementos que Constitui o Reator UASB	5
3.1.2 – Funcionamento do Reator UASB	5
3.1.3 – Vantagens e Desvantagens dos Reatores UASB	6
3.2 – Lagoas de Estabilização	7
3.2.1 - Lagoas Anaeróbias	8
3.2.2 - Lagoas Facultativas	8
3.2.3 – Lagoas de Maturação	9
3.3 - Reuso de Efluentes de Lagoas de Estabilização Para Fins Não Potáveis	10
3.4 - Aspectos de Saúde Pública	12
3.5 – Algas	13
3.5.1 – Algas Verdes	15
3.5.2 – Diatomáceas e as Algas Douradas	16
3.5.3 - Euglenóides	16
3.5.4 – Influência das Algas em Lagoas de Estabilização	17
3.5.5 – Descrição dos Parâmetros Analíticos Analisados	18
4.0 – Materiais e Métodos	22
4.1 – Descrição do Sistema Experimental	22
4.2– Operação dos Sistemas Experimentais	24
4.3 – Coleta das Amostras	25
4.4– Procedimentos Analíticos	26
5.0 - Apresentação e Análise dos Resultados	28
5.1.1- Temperatura	29
5.1.2 - Potencial Hidrogeniônico (pH)	30
5.1.3 – Oxigênio Dissolvido	31
5.1.4 – Amônia	32
5.1.5 – <i>Clorofila a.</i>	33
5.1.6 – Quantificação e Identificação Algal	35
6.0 – Discussão dos Resultados	43

6.1 - Temperatura	43
6.2 - pH	43
6.3 - Amônia	44
6.4 - Clorofila a.	44
6.5 - Quantificação e Identificação algal.	45
7.0 - Conclusões	46
8.0 - Recomendações	47
9.0 - Bibliografia	48
Apêndice	49

1.0– INTRODUÇÃO

Os sistemas de tratamento anaeróbios modernos como o reator anaeróbio de fluxo ascendente (UASB) são extremamente eficientes na remoção de material orgânico e de sólidos em suspensão de águas residuárias, mas tem pouco efeito sobre dois outros constituintes indesejáveis: nutrientes (nitrogênio e fósforo) e patogênicos. Para obter valores destes parâmetros compatíveis com as normas para irrigação irrestrita, é necessário aplicar um pós tratamento, visando invariavelmente reduzir a concentração de patógenos e, no caso do lançamento em águas de superfície, também dos nutrientes.

As lagoas de polimento são conhecidas como unidades que permitem a remoção de patógenos. Todavia os sistemas de lagoas de polimento convencionais projetados para o tratamento de esgoto bruto tem uma configuração que visa primeiramente a remoção do material orgânico do esgoto. Esta remoção é maximizada através da aplicação de uma série de lagoas, tendo-se a primeira anaeróbia, uma segunda facultativa e mais duas ou três de maturação. Na realidade esta configuração é pouco propícia para a remoção de patógenos e a eficiência de remoção só é elevada porque o tempo de remoção do material orgânico é muito elevado (20 a 30 dias).

No caso de um reator UASB, a concentração de material orgânico é baixa (no efluente a concentração de matéria orgânica fica na faixa de 20 a 30 por cento da concentração em esgoto bruto em termos de Demanda Química de Oxigênio), de modo que a remoção da concentração residual nas lagoas será relativamente fácil (redução importante da demanda de oxigênio). Neste caso, as lagoas podem ser projetadas especificamente para maximizar a remoção de patógenos. Para tanto a lagoa deverá ter um regime de escoamento que se aproxima do reator tubular (plug flow).

Por outro lado, a boa transparência do efluente do reator UASB facilita a penetração da luz solar na lagoa intensificando a fotossíntese. A combinação da redução da oxidação devido a diminuição da concentração de material orgânico e do aumento da fotossíntese por causa da maior transparência, leva a uma produção de oxigênio e a um consumo de dióxido de carbono. Este consumo, por sua vez, leva a um aumento do pH que causa um aumento da taxa de morte dos patógenos. O aumento do pH será mais acentuado no caso de lagoas rasas porque, nestas, todo o volume estará disponível para a fotossíntese. Devido ao aumento do pH nas lagoas rasas, espera-se uma remoção mais eficiente de nutrientes devido a dessorção do gás amoníaco e precipitação de fósforo.

No presente relatório pretende-se quantificar e identificar o desenvolvimento algal em lagoas de polimento e qual a influência que as algas exercem sobre a qualidade dos efluentes das lagoas de polimento. Pretende-se ainda, correlacionar a identificação e a quantificação das algas com parâmetros como: temperatura, oxigênio dissolvido, pH, amônia e *clorofila a*.

2.0– OBJETIVOS GERAIS

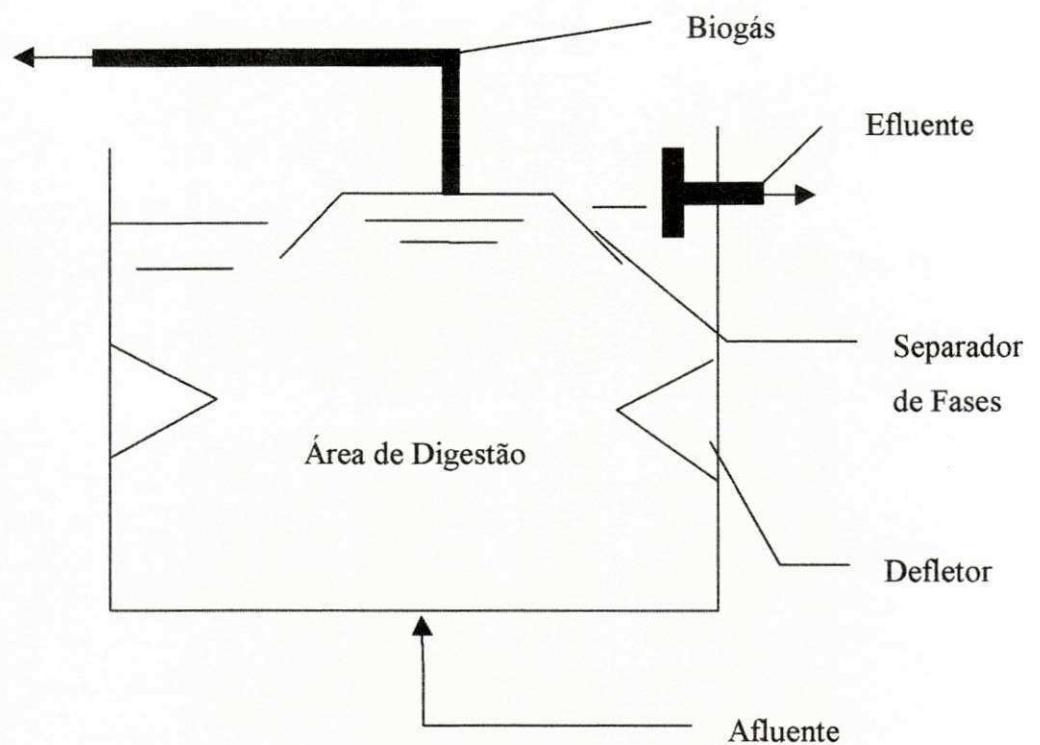
1. Identificar e quantificar o desenvolvimento algal no sistema de lagoas de polimento, tratando efluentes de digestores anaeróbios de fluxo ascendente (UASBs);
2. Correlacionar o desenvolvimento algal com parâmetros como: temperatura, oxigênio dissolvido, pH, amônia e clorofila;

3.0 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 – Digestor Anaeróbio de Fluxo Ascendente

O digestor anaeróbio de fluxo ascendente (UASB) é o sistema mais usado de tratamento anaeróbio de esgoto a taxa elevada. Estes digestores vem sendo empregados no tratamento de esgoto doméstico. O seu emprego para o tratamento de águas residuárias da agro-indústria já é consagrado na Europa.

A Figura 3.1 representa um esquema de um reator UASB e seus dispositivos.



3.1.1 – Elementos que Constitui o Reator UASB

Entre outros dispositivos o de maior importância é o separador de fases. O separador de fases divide o reator UASB em duas partes: uma parte inferior ou zona de digestão e a uma parte superior ou zona de sedimentação. A parte inferior do reator UASB é responsável pela digestão anaeróbia do lodo, e a parte superior é responsável pela retenção do lodo por permitir o retorno do mesmo para a zona de digestão. Entre as duas partes citadas existe uma área de transição, onde é encontrado o separador de fases gás – sólido – líquido com um dispositivo para coleta de gás. Devido a forma geométrica do separador, o fluxo de esgoto na zona de decantação fica com velocidade baixa. Isto ocorre porque a área disponível para o escoamento do líquido é maior, ocorrendo a sedimentação dos flocos do lodo. Os flocos se depositam sobre a superfície inclinada do separador de fase e vai se acumulando até formar uma manta de lodo, e quando esta manta adquire um peso suficiente para superar a força de atrito ali existente, os flocos retornam para a zona de digestão. Com isso, garante-se uma concentração elevada de lodo nesta área, melhorando a qualidade do efluente final.

Outro elemento do reator UASB é o defletor de gás, cuja função é desviar as bolhas de gás, evitando que estas bolhas passem para o separador de fases provocando assim turbulências na zona de sedimentação.

3.1.2 – Funcionamento do Reator UASB

O reator UASB funciona de maneira bastante simples, e se baseia no fluxo ascendente do esgoto no interior do reator. A água residuária entra na parte inferior do reator UASB e segue em movimento ascendente atravessando a zona de digestão, encontrando em seguida o separador de fases e a zona de sedimentação. Ao passar pela zona de digestão, a água residuária entra em contato com o lodo anaeróbio ali presente. Parte da matéria orgânica degradada são transformadas em biogás, e a outra parte transforma-se em bactérias que formarão o lodo. O biogás produzido pode ser queimado ou lançado na atmosfera. O líquido segue em trajetória ascendente e passa através das aberturas existentes no separador de fases, e logo em seguida passa para a zona de sedimentação do reator. Na zona de sedimentação, os flocos de lodo que foram arrastados pelo esgoto sedimentam e retornam para a zona de digestão, aumentando assim a massa de microorganismos essencial para a digestão anaeróbia. O lodo que não

sedimentada por ser mais leve é descartado e lançado para fora do sistema junto com o efluente.

3.1.3 – Vantagens e Desvantagens dos Reatores UASB

Segundo van Haandel e Lettinga (1994), as principais vantagens e desvantagens dos reatores UASB são respectivamente:

- ☺ Desenvolvimento de uma biomassa com elevada atividade;
- ☺ Projeto simples, não necessita de equipamentos sofisticados;
- ☺ Custo de implantação e operação relativamente baratos;
- ☺ Operação simples;
- ☺ Baixa demanda de área para construção;
- ☺ Bom desempenho, a eficiência de remoção de sólidos e de matéria orgânica varia entre 65% a 70%.
- ☺ Baixa produção de lodo com alta estabilidade;
- ☺ Baixo consumo de energia;
- ☺ Requer pouca manutenção;
- ☹ Intolerância à cargas tóxicas;
- ☹ Tempo de partida elevado;
- ☹ Baixa remoção de organismos patogênicos e nutrientes, requerendo assim um pós – tratamento, para que seja atendido aos padrões de potabilidade de água;
- ☹ Existência de mau odores;

3.2– Lagoas de Estabilização

As lagoas de estabilização são um processo de tratamento de águas residuárias recomendado pela OMS (WHO, 1989), quando se pretende usar o efluente como água de irrigação.

As lagoas de estabilização são tanques rasos cercado de taludes de terras destinados ao tratamento de águas residuárias domésticas, apresentando forma retangular ou quadrada. O tratamento por meio de lagoas de estabilização tem três objetivos importantes:

- Remover a matéria orgânica existente no esgoto, causadora de poluição;
- Eliminar organismos patogênicos que representam riscos para saúde;
- Produzir o efluente final tratado para ser reutilizado em diversas atividades, por exemplo agricultura;

As principais vantagens deste sistema são:

- ☺ Baixo custo, simples construção e manutenção
- ☺ São eficientes na de remoção de matéria orgânica e microorganismos patogênicos

A única desvantagem deste tipo tratamento é a necessidade de áreas extensas para sua construção.

As lagoas de estabilizações são classificadas em três tipos:

- Lagoas Anaeróbias
- Lagoas Facultativas
- Lagoas de Maturação

3.2.1 - Lagoas Anaeróbias

São reatores nos quais a matéria orgânica contida no esgoto após decantação é estabilizada através de processos fermentativos na ausência de oxigênio dissolvido. Estas lagoas são usadas como unidades de pré-tratamento de águas residuárias e depois disso o efluente precisa de um tratamento complementar. Nas lagoas anaeróbias a remoção de matéria orgânica é feita principalmente pela sedimentação dos sólidos encontrados no esgoto (van HAANDEL, A. C., LETTINGA, G.). Após essa sedimentação ocorre o processo de digestão anaeróbia, realizado por inúmeros grupos de bactérias pertencentes a dois grupos: as bactérias acidogênicas que convertem compostos orgânicos complexos em compostos simples, como ácido orgânicos e o grupo das bactérias produtoras de metano, as quais transformam ácidos orgânicos de metano e dióxido de carbono. As lagoas anaeróbias são usualmente profundas, da ordem de 4m a 5m. A profundidade é um fator importante, no sentido de reduzir a possibilidade da penetração de oxigênio produzido na superfície para as demais camadas, (von Sperling, 1996). Devido a profundidade usualmente mais elevada, as lagoas anaeróbias requerem uma menor área. Uma das vantagens das lagoas anaeróbias é que não requerem qualquer equipamento especial e têm consumo de energia praticamente desprezível, como também a eficiência de remoção de $DBO_{5,20}$ varia de 50% a 60%, contudo, a DBO do efluente é ainda elevada, implicando na necessidade de um pós-tratamento. Geralmente, o pós-tratamento mais utilizado para tal etapa são as lagoas facultativas, compondo o sistema lagoas anaeróbias + lagoas facultativas, também conhecido como sistema australiano.

3.2.2 - Lagoas Facultativas

São reatores que recebem os esgotos depois destes passarem pelas lagoas anaeróbias. Nestas lagoas a matéria orgânica em suspensão e dissolvida é estabilizada

pelas bactérias predominantemente facultativas, com liberação de nutrientes e dióxido de carbono. Os sólidos decantáveis são degradados sob condições anaeróbias no fundo da lagoa liberando nutrientes inorgânicos e compostos causadores de odores (von Sperling, 1996). Nestas etapas, o gás sulfídrico produzido é oxidado na camada superior anaeróbia, evitando a propagação de odores (Hammer, 1979).

Devido a baixa concentração de carga orgânica há o crescimento de algas próximo a superfície. As algas utilizam nutrientes e gás carbônico produzidos por bactérias e na presença de energia solar realizam a fotossíntese, reação que tem como produto o oxigênio fotossintético.

Existem vários tipos de configuração de lagoas de estabilização, sendo o mais comum, a de lagoas em série, com uma lagoa anaeróbia seguido de uma facultativa.

3.2.3 – Lagoas de Maturação

O principal objetivo das lagoas de maturação é a remoção de patogênicos, e não a remoção de DBO. As lagoas de maturação são consideradas uma alternativa econômica de desinfecção do efluente por métodos convencionais, como a cloração.

A lagoa de maturação é dimensionada de modo a fazer uma ótima utilização de fatores como: temperatura, insolação. pH, escassez de alimentos, organismos predadores, competição, compostos tóxicos etc, pois assim, pode-se garantir a mortandade dos organismos patogênicos. Vários destes fatores se tornam mais efetivos com menores profundidades da lagoa, o que justifica o fato de que as lagoas de maturação serem mais rasas de que outros tipos de lagoas (von Sperling, 1996). Dentre os mecanismos associados à profundidade da lagoa pode-se citar (van Haandel et Lettinga, 1994):

- Radiação Solar;
- Elevado pH ($\text{pH} > 8,5$);
- Elevada Concentração de Oxigênio Dissolvido;

As lagoas de maturação devem atingir elevadas eficiências na remoção de coliformes ($E > 99,99\%$), para que possam ser cumpridos os padrões exigidos pela Organização Mundial da Saúde (OMS), quando o efluente for utilizado na agricultura irrestrita, ou padrões para os corpos d'água em função da classe que pertencem (Resolução CONAMA No. 20).

Segundo von Sperling (1996), outros organismos de interesse da saúde pública, como helmintos, ovos e cistos são totalmente eliminados pelo o tratamento com lagoas de maturação.

3.3 - Reuso de Efluentes de Lagoas de Estabilização Para Fins Não Potáveis

A utilização de efluentes tratados por lagoas de estabilização em série, tem sido cada vez maior, devido aos bons resultados obtidos com este tipo de tratamento, já que o mesmo apresenta elevada remoção de matéria orgânica e microorganismos patogênicos. Há muito tempo, os esgotos vem sendo reutilizados em diversos países, a primeira experiência foi com as fazendas de esgotos localizadas na Alemanha em 1531, e depois espalharam-se por muitas cidades da Europa. Entretanto, problemas de odores e de saúde pública ocasionaram o abandono das fazendas de esgotos. Mais tarde, com a aceleração do processo de urbanização e o desenvolvimento tecnológico surgiram melhores técnicas de tratamento e a disposição de esgotos tratados em corpos d'água (Santos, 1997). Atualmente, em muitos países a utilização de efluentes tratados por lagoas de estabilização em série são usados em diversas atividades, destacando-se a irrigação e criação de peixes e produção de algas. O uso de efluentes tratados na irrigação de diversas culturas tem sido praticado em diversos países, com retorno econômico aceitável. O tratamento por lagoas de estabilização é de menor custo que o convencional e como a disponibilidade de água potável é baixa em muitas regiões semi-áridas, o reuso de efluentes é a fonte de água usada para irrigação.

Além disso esse efluente é muito rico em nutrientes de fósforo e nitrogênio, beneficiando assim a correção de solos improdutivos e aumentando a produção de culturas irrigadas com o efluente.

A seguir algumas experiências com reuso em diversos países:

1. **Argentina:** irrigação com esgoto tratado em uma área de 2000 ha para produção de verduras;
2. **Alemanha:** irrigação com esgoto em uma área de 250.000 ha para pesquisas de aspectos agrários, de engenharia e de saúde.
3. **Brasil:** irrigação com esgoto tratado nas culturas de capim e cana-de-açúcar, no SITEL, localizado em RS.
4. **EUA:** Irrigação com esgoto tratado em grandes áreas e em diversas culturas, principalmente no estado da Califórnia.
5. **Israel:** o país recicla 70% de seus esgotos, e estes 70% são revertidos para irrigação de culturas, principalmente, o algodão.
6. **Namíbia:** a capital Windhoek foi a primeira a praticar o reuso de efluentes para fins potáveis (abastecimento público). A água da represa é misturada com esgoto tratado.
7. **Peru:** o país tem um Programa Nacional de Águas Residuárias para irrigação, que prevê implantação de 18.000 ha para irrigação de culturas. Ao sul da capital Lima, cerca de 4.000 ha são irrigados com efluentes tratados.

3.4- Aspectos de Saúde Pública

A utilização de esgotos e efluentes para irrigação e outros fins deve ser acompanhada de uma rigorosa avaliação dos possíveis efeitos na saúde pública.

Dentre eles destacam-se os contaminantes biológicos, apesar de nos esgotos da zona urbana apresentarem quantidades de metais pesados e de contaminantes químicos. Porém, os riscos à saúde não estão associados a água residuária, mas sim a concentração que vai ser aplicada na irrigação, o período de latência, a persistência e a capacidade de multiplicação dos microorganismos, para que se atinja assim um dosagem de alto poder infectivo e assim possa atingir uma pessoa saudável, provocando danos a sua saúde.

Segundo alguns estudiosos, a irrigação com esgoto bruto contendo grande números de vírus, bactérias, protozoários e helmintos provocam riscos a saúde humana. Com relação aos vírus e aos protozoários não existem evidências de riscos reais a saúde.

Geralmente, a contaminação das culturas cultivadas acontecem de maneira direta, no momento que irriga-se a cultura, ou de maneira indireta, pela a acumulação de microorganismos patogênicos no solo, que na hora da colheita entram em contato com as culturas através do solo (Miranda, 1995). Dentre as várias doenças causadas por este tipo de contaminação podemos citar: febre tifóide, cólera e verminoses.

Entre as culturas que se apresentam como melhores veículos de contaminação estão aquelas que crescem rente ao solo e com inúmeras folhas de superfície irregular que propicia a retenção e sobrevivência de microorganismos ali depositados (Barros, 1997). Entre as hortaliças, a alface (*Lactuca sativa, L.*) apresenta papel importante, por apresentar estas característica e ser ingerida crua.

Com a redução das águas superficiais de boa qualidade para irrigação e para a produção de alimentos é necessário buscar fontes alternativas de água para a agricultura. Dentre estas alternativas encontram-se as águas residuárias domésticas tratadas, que com o controle sanitário cuidadoso poderá ser utilizadas permitindo o desenvolvimento agrícola nas zonas áridas e semi-áridas.

3.5– Algas

Talvez a mais importante coleção de microorganismos a ser empregada na classificação ecológica dos mananciais seja constituída pelas algas, dada sua presença quase invariável em todas as águas doces, além do fato de incluir espécies tolerantes e outras muito sensíveis à poluição (Branco,1978). Além disso a sua importância como participantes ativas nos processos de autodepuração dos cursos d'água só é comparável à das bactérias, constituindo um grupo característico de certas zonas de depuração, permitindo pela presença de certas algas, medir o grau de recuperação sofrido pela massa d'água em um determinado ponto (Palmer, 1959).

A simples presença de uma espécie resistente à poluição ou a ausência de espécies permite definir se o manancial estudado está poluído ou não, pois como as algas são organismos de vida livre, não pertencem ao material poluidor, não constituem e nem estão associados diretamente às causas da poluição, mas a sua presença decorre em consequência desta. Geralmente, as algas morrem e, depois adaptam-se ou beneficiam-se do material poluidor, nutrindo-se a partir deste e livrando-se da concorrência das outras espécies que são sensíveis às suas espécies.

O esgoto geralmente, causa a morte da maior parte das algas presentes nos corpos d'água. Em pontos que a degradação é mais intensa, especialmente em zonas de anaerobiose, não existem algas. Entretanto podem ocorrer na superfície ou na margem alguns tipos de algas filamentosas. Segundo Palmer, 1959, essa destruição ocorre devido a fenômenos como:

- Presença de certas substâncias tóxicas, como sulfetos e amônia;
- Presença de cor e turbidez muito elevadas que dificultam ou impedem totalmente a passagem de luz;
- Presença de substâncias que aumentam o valor osmótico do meio, causando plasmólise das células;

- Falta de oxigênio no meio impedindo a respiração das algas à noite, quando não há fotossíntese;

Certas espécies são mais resistentes a essas condições, e serão as primeiras a aparecer. Após a autodepuração do manancial aparecerão as espécies mais sensíveis. Dentre os gêneros, as espécies mais indicativas de poluição orgânica são: *Euglena*, *Oscillatoria*, *Chlamydomonas*, *Chlorella* e *Scenedemus* (Branco, 1978).

Do ponto de vista biológico, as algas são seres fotoautotófico, embora algumas cresçam heterotroficamente. Quando crescem fotossinteticamente, produzem oxigênio e utilizam dióxido de carbono como a única fonte de carbono. Segundo (Pelczar, 1996), ao contrário das plantas superiores fotossintetizantes, as algas não necessitam de um sistema vascular para transportar nutrientes, uma vez que toda célula algácea é autotófica e pode absorver nutrientes dissolvidos diretamente. Com exceção das algas azuis, as algas diferem das bactérias pela presença de núcleo celular, reprodução sexuada e plastos contendo pigmentos fotossintetizantes. Muitas algas são móveis ou desenvolvem estágio móvel durante um ciclo de sua vida.

Nem todas as algas são microscópicas, existindo algumas espécies marinhas com dimensões de até 50m ou mais de comprimento. Alguns gêneros de águas doces com *Chara* e *Nitella* e alguns gêneros filamentosos formam densas “cabeleiras verdes” que podem ser vistos a simples vista.

As algas podem se apresentar sob forma de células isoladas, dotadas de movimentos ou não como (*Chlamydomonas* e *Chlorellas*) respectivamente, ou formando colônias filamentosas (*Anabaena*), esféricas (*Volvox*), planas (*Agmenellum*, *Gomnium*), irregulares (*Microcystis*).

De acordo com as divisões taxonômicas os grupos principais de algas variam de 4 a 13. Entretanto as algas são classificadas conforme as seguintes características:

- Natureza e propriedades de pigmentos;
- Natureza dos produtos de reserva e armazenamento;
- Tipo, número, inserção e morfologia dos flagelos;
- Composição química e física das paredes celular;
- Morfologia e características das células e talos;

Os principais grupos de algas e suas características diferenciais são mostradas na Tabela 3.0.

Nestes grupos, as euglenóides, as crisófitas e as pirrófitas são unicelular e os outros grupos são multicelulares. Todas as algas possuem clorofila a como principal pigmento fotossintético, outros pigmentos encontrados são: clorofila b, c e d, ficobilinas e caratenóides. As algas são capazes de armazenar energia na forma de gorduras, óleos e carboidratos. Muitas algas se movimentam através de flagelos, que variam em estrutura, número e ponto de fixação.

Tabela 3.0: Características diferenciais dos principais grupos de algas

Divisão	Hábitat	Morfologia	Pigmentos	Reservas	Composição da parede Celular
Algas Verdes (Chlorophyta)	Água doce, águas poluídas, e algumas ambientes marinhos	Uni ou multicelulares; microscópicas	Clorofila a e c; Caratenóides;	Amido	Celulose e pectina
Algas Marrons (Phaeophyta)	Ambientes marinhos (quase todas)	Multicelulares; Macroscópicas; presença de flagelos	Clorofila a e c; Caratenóides;	Laminarina e gordura	Celulose com ácido glúnicos
Algas Vermelhas (Rhodophyta)	Ambientes marinhos (quase todas) e algumas de água doce	Multicelulares; Macroscópicas; Ausência de flagelos	Clorofila a e d; Caratenóides; Ficobilinas;	Amido	Celulose e pectina
Diatomáceas (Chrysophyta)	Ambientes marinhos (quase todas)	Multicelulares; microscópicas	Clorofila a e c; Caratenóides;	Crisolaminarina	Compostos pectícos com materias silicosos
Euglenóide (Euglenoficea)	Água doce, águas poluídas	Unicelulares; microscópicas; flagelos laterais	Clorofila a e b; Caratenóides;	Paramilon e Óleo	S/ parede celular
Dinoflagelados (Pyrrophyta)	Ambientes marinhos (quase todas) e algumas de água doce	Unicelulares; microscópicas; dois flagelos laterais	Clorofila a e b; Caratenóides;	Amido e Óleo	S/ parede celular

Fonte: Pelczar, (1996)

3.5.1 – Algas Verdes

As algas verdes se caracterizam por possuírem clorofila semelhantes às de plantas verdes superiores terrestres e a de algas pertencentes à divisão Euglenophyta. Contudo, ao contrário das Euglenóides, as algas verdes possuem paredes celular

(Pelczar, 1996). A maioria das algas verdes possuem um cloroplasto por célula, armazenando seu alimento como amido verdadeiro.

Mais de sete mil espécies foram catalogadas e descritas. Muitas espécies são aquáticas, entretanto podem ser encontradas em diferentes habitats, como: superfície da neve, solo úmido, manchas verdes em troncos de árvores e etc. Muitas algas verdes são unicelulares e movimentam-se por meio de flagelos (*Chlamydomonas*), enquanto outras, formam colônias e não se movimentam (*Chlorellas*). Em relação a reprodução, as algas verdes utilizam meios sexuais ou métodos assexuais como fissão e produção de zoósporos. A reprodução em *Chlamydomonas* ocorre de forma sexuada, enquanto que a reprodução nas *Chlorellas* é assexuada, e ocorre de duas a trinta e duas células a cada divisão. A *Chlorella* se divide rapidamente e no máximo em duas horas atinge o crescimento máximo.

3.5.2 – Diatomáceas e as Algas Douradas

As diatomáceas e as algas douradas pertencem à divisão *Crysophyta*. São organismos microscópicos, unicelulares e são componentes muito importantes para o fitoplâncton. As crisófitas servem como fonte primária de alimento para animais aquáticos. Existem cerca de seis mil a dez mil espécies catalogadas nesta divisão. As crisófitas são caracterizadas pela presença de pigmentos como: *clorofila a, c* e carotenóides, o que lhes conferem a cor dourada. Estes pigmentos também estão presentes nas algas da divisão *Phaeophyta*, entretanto estas últimas são macroscópicas, podendo ser vistas a olho nu. As diatomáceas podem ser encontradas em água doce e salgada e solo úmido, podem juntar-se para formar filamentos ou colônias simples. A reprodução é sexuada pela formação de zigoto. As algas douradas movem-se por meio de dois flagelos de comprimentos diferentes. A reprodução das algas douradas é assexuada por meios de zoósporos.

3.5.3 - Euglenóides

As algas do gênero *euglenophyta* são unicelulares e se diferenciam de outras algas pela presença de *clorofilas a e b* e a ausência de parede celular. Existem mais de 800 espécies catalogadas, muitas das quais encontradas em água doce, como também em águas poluídas com alto teor de matéria orgânica, pois certos gêneros

podem encistar-se para sobreviver em condições adversas do ambiente. Devido a esta característica as euglenóides podem crescer seja como heterotróficas ou autotróficas. As euglenóides possuem formas variadas e seu tamanho varia entre 10µm a 500µm de comprimento. A reprodução das euglenóides é assexuada e ocorre por divisão binária da célula.

3.5.4 – Influência das Algas em Lagoas de Estabilização

Numa lagoa de estabilização facultativa, as algas exercem um papel fundamental, e a concentração existente nas lagoas é maior que a concentração de bactérias, fazendo com que a água apresente uma cor esverdeada. Em termos de sólidos em suspensão secos, a concentração é usualmente inferior, entretanto em termos de numerosas algas possam atingir contagens na faixa de 10.000 a 1.000.000 de organismos por ml (von Sperling, 1996).

As algas fazem fotossíntese durante as horas do dia em há uma maior radiação luminosa. É neste período que as algas produzem a matéria orgânica necessária para sua sobrevivência, convertendo assim, energia luminosa em energia química na forma de alimento. Durante o período de vinte e quatro horas elas respiram, oxidando a matéria orgânica produzida, e liberam energia para reprodução, crescimento e locomoção.

Como as algas necessitam de energia luminosa, a maior quantidade de algas situa-se próximo à superfície da lagoa, devido a alta incidência de luz existente ali. À medida que há o aumento da profundidade da lagoa a passagem do espectro de luz diminui, ocasionando a redução da concentração de algas na fundo da lagoa. Como decorrência do gradiente de algas em lagoas ocorre um gradiente semelhante com a concentração de oxigênio dissolvido: ou seja, na superfície, há uma concentração mais alta, e diminui com o aumento da profundidade da lagoa.

Nas lagoas de estabilização o pH também varia ao longo da profundidade e ao longo do dia, e o mesmo depende da respiração e da fotossíntese, através das seguintes relações:

- **Fotossíntese:**
 - Consumo de CO_2 ;
 - íon HCO_3^- se dissocia em CO_2 e OH^- ;
 - pH se eleva;

- **Respiração**

- Produção de CO_2 ;
- O CO_2 reage com H_2O formando o íon H_2CO_3^- , que por sua vez forma H^+ e H_2CO_3^- ;
- pH se reduz;

Durante o dia, quando há a maior incidência de energia luminosa e maior atividade fotossintética, o pH pode atingir valores em torno de 10 e, nestas condições, podem ocorrer os seguintes fenômenos:

- Conversão da amônia ionizada em amônia livre, a qual é tóxica, entretanto tende a ser liberada para a atmosfera;
- Precipitação de fosfatos (remoção de nutrientes);
- Conversão de sulfeto causador de mau cheiro a biossulfeto que é inodoro;

As Figuras em anexo mostram diversas espécies de algas, sendo que as algas identificadas neste trabalho encontram-se destacadas.

3.5.5 – Descrição dos Parâmetros Analíticos Analisados

3.5.5.1 - Temperatura

A temperatura é um importante parâmetro no estudo e análise de despejos domésticos e industriais. Sua elevação provoca perda de oxigênio na água, interferindo significativamente nas atividades dos microorganismos ali presentes. E, a sua diminuição excessiva causa o retardamento da atividade enzimática dos microorganismos, o que pode comprometer a eficiência do sistema de tratamento.

Nos tratamentos biológicos, este parâmetro é de extrema importância, tendo em vista que as reações químicas e as relações mutualísticas entre algas e bactérias só se processam a determinada faixa de temperatura.

3.5.5.2 – Oxigênio Dissolvido

A determinação do oxigênio dissolvido é uma das principais análises em levantamento de poluição. Sua concentração varia com a pressão atmosférica e a temperatura. É um parâmetro fundamental para se verificar e manter as condições aeróbias em um ambiente aquático. Este, quando recebe agentes poluidores, permite o aparecimento de microorganismos que, ao degradarem a matéria orgânica, reduzem a concentração de oxigênio dissolvido.

A redução de OD num corpo aquático pode provocar o desaparecimento de toda a vida aquática, favorecendo assim, o surgimento de condições sépticas, com a presença de odores e aspecto estético desagradável.

3.5.5.3 – pH

Este parâmetro permite avaliar o grau de acidez ou alcalinidade de determinado corpo aquático, o qual é definido pelo teor de íons (H^+) presentes no meio. Variando numa escala de 0 a 14 o pH tem seu ponto neutro em torno de 7,0. Valores inferiores a este ponto indicam ambientes ácidos e acima deste, ambientes alcalinos. Os principais efeitos do pH são:

- quando acima de 9,0, pode provocar a precipitação do fósforo sob a forma de ortofosfato solúvel, limitando o crescimento de algas;
- muitas bactérias são sensíveis a variação além do limite entre 6,0 - 9,0;
- a taxa de fotossíntese pode ser reduzida pela elevação acentuada do pH.

Em relação as culturas irrigadas, segundo Primavesi (1990), cada cultura se desenvolve e tem uma produtividade melhor em valores de pH moderadamente ácido ou alcalino, dependendo da variedade da cultura, do solo e das condições físico-químicas e biológicas.

3.5.5.4- Amônia

Segundo Malavolta (1990) as principais fontes de amônia contida nos corpos receptores e nas águas superficiais provém do lançamento de despejos industriais, excretas humanas e fertilizantes inorgânicos. Aproximadamente 40% está na forma de amônia e 60% na forma orgânica com uma fração desprezível na forma de nitrato. O conteúdo total, nas águas residuárias, é de 4 a 6 kg de nitrogênio por habitante por ano. Em geral, o nitrogênio apresenta-se nas águas residuárias sob a forma de: nitrogênio orgânico, amoniacal, nitratos, nitritos e nitrogênio gasoso.

Na concentração de amônia, estão enquadrados duas formas de concentração de nitrogênio amoniacal, o NH_3 (amônia) e NH_4^+ (amônio). O íon de amônio em altas concentrações pode ter implicações tóxicas que influenciam no oxigênio dissolvido, aumentando seu consumo no meio aquático por bactérias nitrificantes.

Os compostos nitrogenados contidos nas águas de irrigação servem como nutrientes e estimulam o crescimento das plantas, entretanto quantidades excessivas causam o crescimento exagerado da cultura e retardo na maturação, reduzindo a qualidade das culturas.

3.5.5.5 – Clorofila a.

A clorofila é o pigmento verde presente em todos os vegetais clorofilados e desempenha um papel importante no processo da fotossíntese, ou seja, ela auxilia na transformação de substâncias de estruturas simples em compostos orgânicos utilizando sempre a energia luminosa. Frequentemente, o pigmento verde não se apresenta só, mas ao lado de outros pigmentos de cores diferentes como: azul (*ficocianina*), vermelho (*fico eritrina*), alaranjado (*caroteno*), amarelo (*xantofila*), que quando se encontra em grande quantidade pode mascarar a presença de clorofila, dando à planta uma coloração

diferente do verde. Alguns desses pigmentos podem absorver raios luminosos de determinados comprimentos de onda e desempenhar, também algum papel na fotossíntese, mas não substituem a clorofila em certas espécies de algas. Segundo Branco (1978), é possível que a predominância de um outro pigmento, associado à clorofila, tenha importância ecológica em certas algas, pois cada um deles absorvendo uma determinada cor de luz e, como a penetração desta varia com a profundidade e as características da massa d'água, os diversos "climas luminosos" existentes nas várias profundidades devem propiciar o aparecimento de diferentes tipos de algas, capazes de aproveitar diversas condições adversas.

Em ambientes aquáticos é necessário avaliar a capacidade de produção primária das populações de vegetais de uma dada massa d'água, pois o aumento desordenado desta produtividade primária pode desencadear o processo de eutrofização do corpo d'água. Mede-se, então, a taxa de fotossíntese que essa flora no seu conjunto é capaz de produzir em várias horas do dia, o que permite-se conhecer a carga orgânica, que em média é produzida nesta massa de água. Esta avaliação pode ser feitas de várias maneiras mas, geralmente, utiliza-se a determinação da quantidade de oxigênio que é liberada como subproduto da reação fotossintética; e a concentração de clorofila sintetizada.

A determinação da concentração de clorofila além de avaliar a capacidade de reoxigenação de um corpo d'água, permite também a avaliação da densidade da população de algas existente na massa d'água.

4.0 – MATERIAIS E MÉTODOS

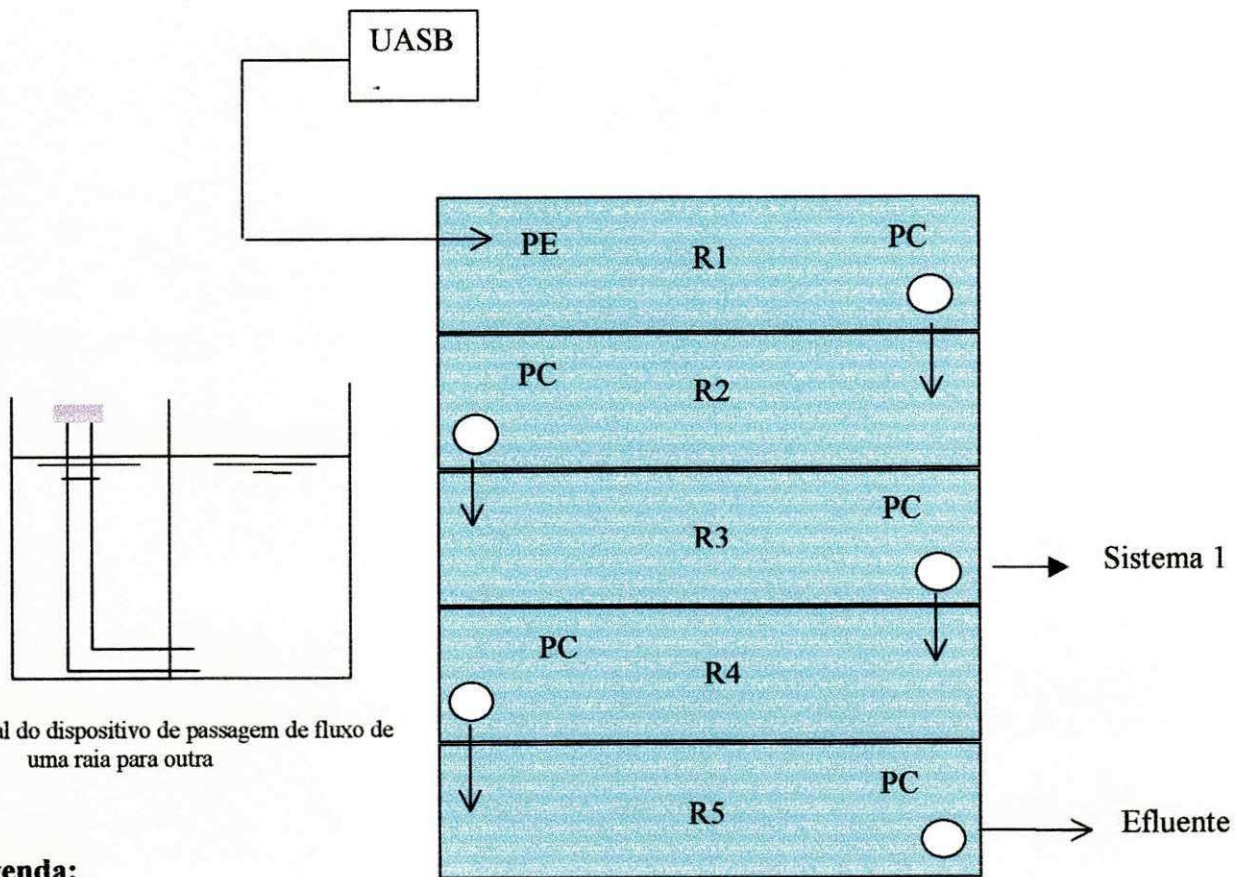
4.1 – Descrição do Sistema Experimental

Durante a investigação experimental foi acompanhado um sistema de lagoas em escala piloto: o sistema I. O sistema I era alimentado com o efluente de um reator UASB tratando esgoto da cidade de Campina Grande.

O sistema I era formado por uma lagoa de polimento dividida internamente por paredes confeccionadas com alvenaria de tijolos, formando cinco raia denominadas de R1, R2, R3, R4 e R5. Todas as raia mediam um metro de largura por dez metros de comprimento e sessenta centímetro de profundidade. A passagem do efluente de uma raia para era no sentido topo-fundo, realizado com o auxílio de um tubo de PVC de cinquenta milímetros de diâmetro. Na parte superior do tubo havia um disco que servia para reter a massa algal das lagoas e direcionar o fluxo de uma lagoa para outra.

Observa-se nas Tabelas 4.1 e 4.2 os principais parâmetros de dimensionamento e operação do sistema I.

A Figura 4.0 ilustra a disposição do sistema I monitorado, mostrando também o corte transversal do dispositivo de passagem do efluente de uma raia para outra (topo-fundo).



Corte transversal do dispositivo de passagem de fluxo de uma raia para outra

Legenda:

- R1 – Raia 1
- R2 – Raia 2
- R3 – Raia 3
- R4 – Raia 4
- R5 – Raia 5
- PC – Ponto de Coleta
- PE – Ponto de Entrada do Efluente

Figura 4.0 – Vista superior do sistema I

4.2– Operação dos Sistemas Experimentais

O sistema I foi alimentado com efluente tratado por um reator UASB, o qual anteriormente, foi alimentado com esgoto bruto proveniente da cidade de Campina Grande.

Foram realizados dois experimentos, envolvendo as seguintes fases: enchimento, estabilização dos sistemas e análises das amostras. O primeiro experimento foi realizado de maio de 1999 até julho de 1999, e o segundo experimento realizou-se de julho de 1999 até novembro de 1999. As características operacionais do sistema I e do reator UASB estão apresentadas nas Tabelas 4.1 e 4.2.

Tabela 4.1: Características Operacionais do Sistema I

Características Operacionais	Experimentos	
	I	II
Fonte de Alimentação	Efluente UASB	Efluente UASB
Vazão (m ³ /dia)	4,5	3,0
Tempo de Detenção Hidráulica (dias)	5	7

Tabela 4.3: Características Operacionais do Reator UASB

Características Operacionais	Experimentos	
	I	II
Volume do reator (l)	1500	1500
Vazão do efluente(l/min)	8,33	4,15
Tempo de Detenção Hidráulica (horas)	3,00	6,00

Teoricamente, o segundo experimento deveria ter sido operado com tempo de detenção hidráulica igual a sete dias, entretanto ocorreram fatores como a falta de esgoto, devido ao racionamento de água que vem ocorrendo no período da

investigação experimental. À noite, a vazão de esgoto não era suficiente para manter as vazões estabelecidas, aumentando assim o tempo de detenção hidráulica dos sistemas de sete dias para nove dias de detenção.

4.3 – Coleta das Amostras

A amostragem da água residuária do sistema I foi realizada em diferentes níveis de profundidade da massa líquida. Para a coleta das amostras foi utilizado um tubo de PVC com 70 cm de altura e 50mm de diâmetro. Este tubo continha um aparato em uma de suas extremidade que servia como tampa, ligada a outra extremidade através de uma mola (ver Figura 4.1). O amostrador era introduzido perpendicularmente à superfície da massa líquida até a altura desejada nos pontos de coleta (ver Figura 4.1), tendo-se o cuidado para que o aparelho não atingisse a zona de lodo. Chegando a profundidade desejada, puxava-se a mola para a extremidade superior, de modo que extremidade inferior fosse vedada, havendo assim, a coleta das amostras. As coletas das amostras eram realizadas em pontos de coletas (PC), onde se encontravam localizados os dispositivos de passagem de fluxo de uma raia para outra (Figura 4.0). As amostras eram coletadas e analisadas semanalmente, e eram determinados os seguintes parâmetros: *clorofila a.*, identificação, contagem de algas e amônia. Para os parâmetros oxigênio dissolvido e pH, as leituras eram realizadas no campo de acordo com os métodos a serem citados.

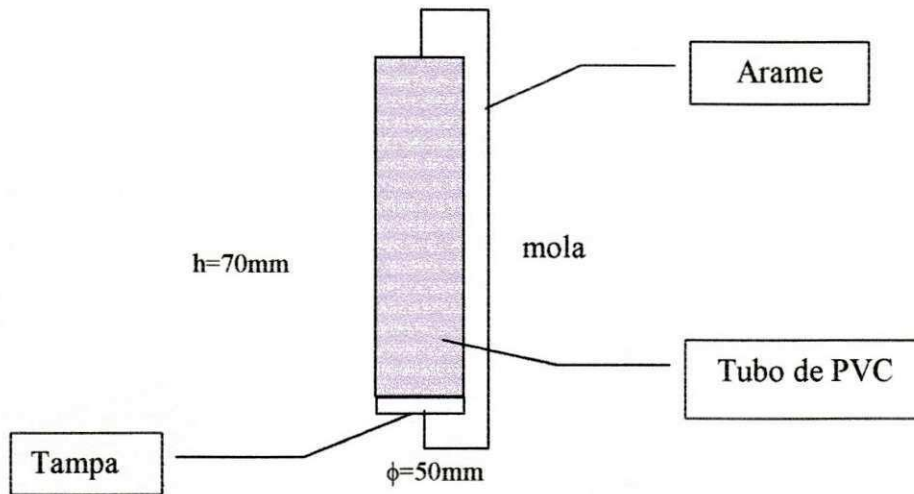


Figura 4.1 – Corte transversal do amostrador de PVC

4.4– Procedimentos Analíticos

Todos os procedimentos analíticos seguiram as recomendações de APHA *et al.* (1995), com exceção do método para contagem de algas e determinação da clorofila a.

4.4.1. - Oxigênio Dissolvido

As leituras de oxigênio dissolvido foram realizadas através de um medidor de oxigênio YSI, modelo YSI 52, com eletrodo de membrana seletiva (YSI 52).

4.4.2- pH

Os valores de pH foram determinados potenciométricamente, com a utilização de um medidor de pH de marca Orion, modelo 230 A, com eletrodo combinado Orion, modelo 230 A.

4.4.1.3- Amônia

Os valores da amônia foram determinados por destilação, com a utilização de um destilador Tecnal TE 036/1.

4.4.1.4- Clorofila *a*

Os valores da concentração de clorofila foram determinados pelo método de Jones (1979), utilizando extração com metanol 90% à quente. As leituras foram realizadas em um espectrofotômetro modelo Milton Roi 21, à 663 nm e à 750 nm, com recomendação do método.

**** Observação:** O método para contagem e identificação de algas não foi apresentado em virtude do mesmo não encontrar-se no Standart Methods. O método utilizado encontra-se descrito no apêndice.

5.0 - APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

No presente capítulo estão apresentados e analisados os resultados experimentais obtidos durante a investigação experimental. A metodologia e os materiais utilizados na investigação experimental foram descritos no capítulo quatro.

Os resultados experimentais apresentados se referem as médias aritméticas semanais dos valores de cada parâmetro, determinadas de amostras coletadas.

Observa-se através da Tabela 5.1 e 5.2 os resultados médios encontrados para as amostras EB (esgoto bruto), UASB (digestor anaeróbio de fluxo ascendente), R1 (raia 1), R2 (raia 2), R3 (raia 3), R4 (raia 4) e R5 (raia 5), como também os parâmetros analisados: temperatura, pH, oxigênio dissolvido máximo e mínimo e amônia.

Tabela 5.1: Resultados médios dos parâmetros analisados no sistema I para tempo de detenção hidráulica igual a 5 dias.

Amostras Parâmetros	Sistema I						
	EB	UASB	R1	R2	R3	R4	R5
Temperatura (°C)	27,4	26,7	26,3	26,2	26,2	26,4	26,2
PH	7,43	6,89	7,08	7,29	7,69	8,10	8,20
OD Máximo (mg/l)	<1	<1	1,13	>20	>20	>20	>20
OD Mínimo (mg/l)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Clorofila a (mg/l)	-	-	123	464	916	1466	1700
Amônia (mg/l)	46,00	42,00	40,63	38,95	38,27	35,78	33,79

** Observações

EB – Esgoto Bruto

UASB – Digestor Anaeróbio de Fluxo Ascendente

R1 – Raia 1

R2 – Raia 2

R3 – Raia 3

R4 – Raia 4

R5 – Raia 5

Oxigênio Dissolvido – Oxigênio Dissolvido

Tabela 5.2: Resultados médios dos parâmetros analisados no sistema I para tempo de detenção hidráulica igual a 9 dias.

Amostras Parâmetros	Sistema I						
	EB	UASB	R1	R2	R3	R4	R5
Temperatura (°C)	23,0	23,8	22,9	23,0	22,8	23,0	23,0
PH	7,2	6,76	7,04	7,38	7,71	7,97	8,00
OD Máximo (mg/l)	<1	<1	<1	2,88	6,08	>20	16,62
OD Mínimo (mg/l)	<1	<1	<1	<1	<1	1,64	1,33
Clorofila a (mg/l)	-	-	1149	2157	2154	2680	2182
Amônia (mg/l)	45,02	44,46	40,88	39,48	40,18	39,83	29,40

** Observação:

EB – Esgoto Bruto

UASB – Digestor Anaeróbio de Fluxo Ascendente

R1 – Raia 1

R2 – Raia 2

R3 – Raia 3

R4 – Raia 4

R5 – Raia 5

Oxigênio Dissolvido – Oxigênio Dissolvido

5.1.1- Temperatura

O sistema I quando operava com tempo de detenção hidráulica igual a cinco dias mostrou valores médios da temperatura em torno de 26,5° C para as raia e para o reator UASB, enquanto para o esgoto bruto obteve uma temperatura um pouco mais alta 27,4° C.

O sistema I quando operava com nove dias de detenção hidráulica apresentou valores médios de temperatura em torno de 23,1 °C para todas as amostras coletadas.

O decréscimo dos valores médios da temperatura para o sistema I operando nove dias de detenção, provavelmente se deu porque as amostras eram coletadas no intervalo entre sete e sete horas e meia da manhã. Quando o sistema

operava com cinco dias de detenção, as coletas eram realizadas no intervalo entre oito e nove horas da manhã.

Observa-se na Figura 5.1 como a temperatura variou durante o período amostral, para os tempos de detenção igual a cinco e nove dias.

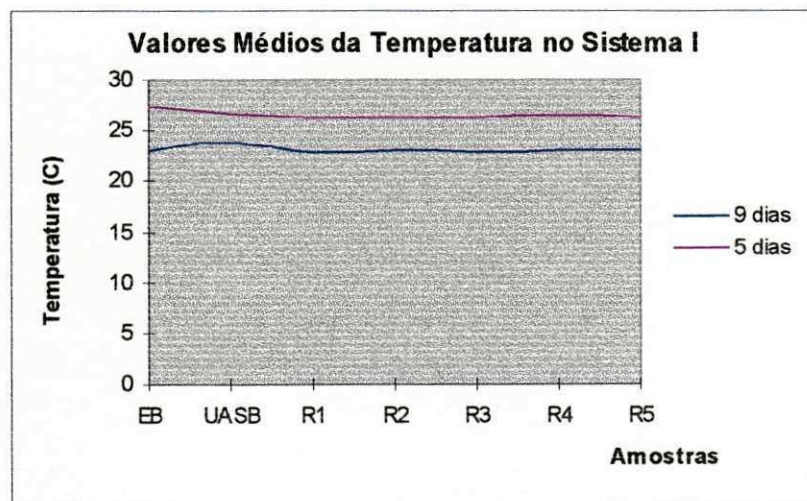


Figura 5.1 – Valores médios da temperatura no sistema I

5.1.2 - Potencial Hidrogeniônico (pH)

De acordo com as Tabelas 5.1 e 5.2, pode-se notar que não houve grandes variações nos valores de pH no sistema I.

O sistema I quando operava com tempo de detenção hidráulica igual a cinco dias, apresentou valores médios de pH em torno de 7,30 para as amostras de esgoto bruto e as três primeiras raias. As raias R4 e R5 apresentaram um leve aumento nos valores médio do pH, ficando em torno 8,05. O menor valor de pH (6,89) foi obtido no efluente do reator UASB.

O sistema I operando com nove dias de detenção hidráulica apresentou valores médios de pH em torno de 7,30 para as amostras. O maior e o menor valor de pH foi apresentado na raia R5 (8,00) e no efluente do reator UASB (6,76), respectivamente.

Observa-se na Figura 5.2 como o pH variou durante o período amostral, para os tempos de detenção igual a cinco e nove dias.

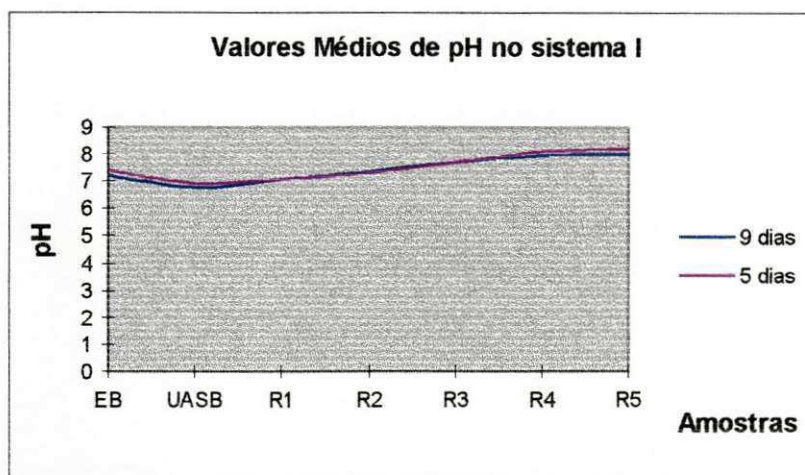


Figura 5.2 – Valores médios do pH nos sistemas I

5.1.3 – Oxigênio Dissolvido

Pode-se observar nas Tabelas 5.1 e 5.2, que os valores de oxigênio dissolvido varia consideravelmente com a profundidade nas lagoas. Os valores máximos de oxigênio dissolvido foram lidos na superfície da lagoa, enquanto que os valores mínimos se referem as leituras realizadas no fundo da lagoa.

O sistema I, quando operava com tempo de detenção hidráulica igual a cinco dias, apresentou para o oxigênio máximo valores menores que (1 mg/l) para o esgoto bruto e o efluente do reator UASB. A raia R1 apresentou a menor concentração de oxigênio dissolvido de todas as raias (1,13 mg/l) e as outras raias apresentaram valores superiores a (20 mg/l). Os valores mínimos de oxigênio dissolvido obtidos foram menores que (1mg/l) para todas as raias, como também para o esgoto bruto e efluente do UASB.

O sistema I, quando operava com nove dias de detenção hidráulica, apresentou valores máximo de oxigênio dissolvido menores que (1mg/l) para o esgoto

bruto, efluente do reator UASB e raia 1. As raias R4 e R5 apresentaram os valores mais elevados (>20 mg/l) e (16 mg/l), respectivamente. Os valores de oxigênio dissolvido máximo para as raias 2 e 3 foram (2,88 mg/l) e (6,08 mg/l), respectivamente. Os valores mínimos de oxigênio dissolvidos foram (< 1 mg/l) no esgoto bruto, efluente do reator UASB e em quase todas as raias, com exceção das raias R4 e R5 que apresentaram (1,64 mg/l) e (1,33 mg/l), respectivamente.

O sistema I, quando operava com cinco dias de detenção hidráulica, apresentou uma decréscimo no oxigênio dissolvido em relação quando o mesmo operava com nove dias de detenção. Esta diminuição, que se verificou para o oxigênio dissolvido máximo, foi devido aos problemas de racionamento de água existente na cidade durante o período da investigação experimental. O racionamento ocasionou um acréscimo da concentração do esgoto bruto, aumentando assim a carga orgânica no afluente das lagoas

5.1.4 – Amônia

De acordo com as Tabelas 5.1 e 5.2 pode-se notar que não houve grandes variações nos valores de amônia no sistema I.

O sistema I, quando operava com tempo de detenção hidráulica igual a cinco dias, apresentou valor de amônia mais elevado para o esgoto bruto (46,04 mg/l), para o reator UASB (42,00 mg/l) e a raia R1 (40,63 mg/l). As raias R2, R3 apresentaram um leve decréscimo nos valores da amônia (38,95 mg/l) e (38,27 mg/l) em relação a raia R1, enquanto que as raias R4 e R5 apresentaram valores um pouco menores de amônia (35,78 mg/l) e (33,79 mg/l), ocasionado uma remoção 29% de amônia nestas duas raias em relação a raia R1.

O sistema I, quando operava com nove dias de detenção hidráulica, não apresentou muitas variações nos valores da amônia nas amostras. O maior e o menor valor de amônia foi apresentado no esgoto bruto (45,02 mg/l) e Raia R5 (29,49 mg/l), respectivamente. As outras quatro raia apresentaram valores entre (39,83 mg/l e 40,88 mg/l). O efluente do reator UASB apresentou valor igual a (44,46 mg/l), isto resulta em um acréscimo de 40 % em relação a operação do sistema I com cinco dias de detenção.

Observa-se na Figura 5.3 como a amônia variou durante o período amostral, para os tempos de detenção igual a cinco e nove dias.

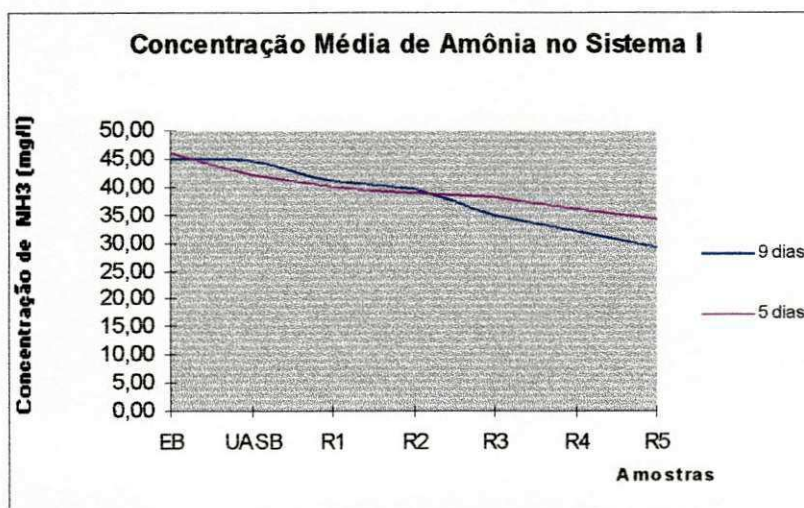


Figura 5.3 – Valores médios da Concentração de Amônia no sistemas I.

5.1.5 – Clorofila a.

As Tabelas 5.1 e 5.2 mostram que a concentração de *clorofila a.* variava muito no sistema I operando com cinco dias de detenção, o mesmo aconteceu para o sistema I, quando este operava com nove dias de detenção.

O sistema I, quando operava com tempo de detenção hidráulica igual a cinco dias, apresentou o maior e o menor valor de *clorofila a.* para a raia R5 (1700

mg/l) e a raia R1 (123 mg/l), respectivamente. As raias R2, R3 e R4 apresentaram os respectivos valores de *clorofila a*. (464 mg/l), (916 mg/l) e (1466 mg/l).

O sistema I, quando operava com nove dias de detenção hidráulica, apresentou um aumento na concentração de *clorofila a*. em relação ao mesmo sistema operando com cinco dias de detenção hidráulica. O maior e o menor valor de amônia foi apresentado na Raia R4 (2680 mg/l) e na Raia R1 (1149 mg/l), respectivamente. As outras três raias apresentaram valores entre (2157 mg/l e 2180 mg/l).

A variação ocorrida nos resultados do sistema I pode ter acontecido pelo fato de que no início do experimento, este sistema operava com cinco dias de detenção, e as lagoas talvez não estivessem perfeitamente estabilizadas, ocasionado um desequilíbrio no crescimento da população algal. Uma outra hipótese, é a competitividade existente no meio. As algas levam certo tempo para adaptar-se em meios competitivos, após a adaptação ocorre novamente o equilíbrio no crescimento das espécies.

Observa-se na Figura 5.4 como a *Clorofila a*. variou durante o período amostral, para os tempos de detenção igual a cinco e nove dias.

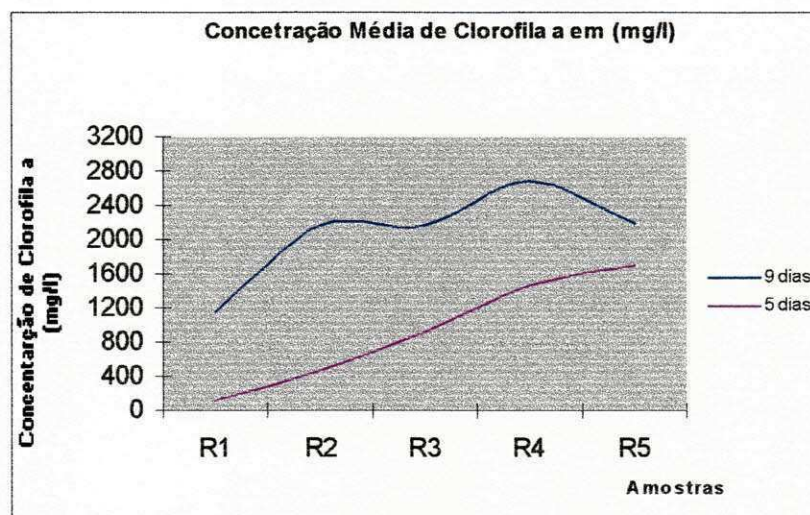


Figura 5.4: - Valores médios da concentração de *clorofila a*. no sistemas I.

5.1.6 – Quantificação e Identificação Algal

A quantificação algal das lagoas foi realizada no sistema I, quando o sistema operava com nove dias de detenção hidráulica. Os resultados médios por 100 ml da quantificação por espécie algal são mostrados na Tabela 5.3.

Tabela 5.3: Resultados médios quantificação algal no sistema I para tempo de detenção hidráulica igual a 9 dias.

Resultados Médios por 100 ml						
Espécie Amostras	<i>Chlorella</i>	<i>Euglena</i>	<i>Phacus</i>	<i>Pandorina</i>	<i>Pyrobotrys</i>	<i>Gomphosphaeria</i>
Raia1	32400	21625	0	0	0	0
Raia 2	24830	10960	0	0	8000	0
Raia 3	22000	12000	0	0	4000	0
Raia 4	6000	24966	0	84	4000	4000
Raia 5	10000	33960	160	0	4000	0

Observa-se na Tabela 5.3 que as raias R1 e R5 obtiveram maior concentração média de algas por 100 ml. A raia R1 obteve (32400 *Chlorellas* e 21625 *Euglena*), totalizando 54025 algas por 100 ml, e a raia R5 obteve (10000 *Chlorellas*, 33960 *Euglenas*, 160 *Phacus*, e 4000 *Pyrobotrys*), totalizando 48120 algas por 100 ml. As Raias R2, R3 e R4 obtiveram no total uma concentração média sem grandes variações. A concentração média total de algas por 100 ml das Raia R1, R2 e R3 foram (43790 algas, 38000 algas e 39050 algas) respectivamente.

De acordo com os resultados obtidos, a raia R1 apresentou uma maior concentração média de algas, entretanto esta raia não obteve muita diversidade de espécie. A duas espécies quantificadas em R1 são bem resistentes a ambientes poluídos, assim como a espécie *Pyrobotrys*, a qual foi quantificada nas Raias R2 e R3. As Raias R4 e R5 apresentaram considerável diversificação de espécie, e todas as espécies apresentadas são também de ambientes poluídos. Entretanto, algumas como a espécie *Phacus*, *Pandorina* e *Gomphophaeria* são menos resistentes, podendo-se, então, concluir que as Raias R4 e R5 tinham um efluente menos poluído, oferecendo assim pouca competitividade para esta três espécies.

A identificação algal foi realizada para os dois tempos de detenção hidráulica. Nas Figuras 5.5, 5.6, 5.7, 5.8 e 5.9, observa-se os resultados da identificação

algal obtidos na primeira e na segunda etapa do experimento. Estes resultados foram obtidos, verificando-se quantas vezes cada espécie apareceu em cada coleta, se a espécie foi identificada em todas as coletas, ela atinge 100% de identificação. Entretanto, se a espécie não foi identificada em todas as coletas, calcula-se o valor percentual da sua identificação por coleta. A explanação dos resultados mostrados pelas Figuras 5.5, 5.6, 5.7, 5.8 e 5.9 são mostrados a seguir.

As espécies *Chlorella* e *Euglena* foram encontradas em todas as raias, da lagoa. Estas duas espécies apresentam importante significado sanitário, pois adaptam-se bem em águas poluídas por matéria orgânica ou muito ricas em sais minerais, sendo muito freqüentes em lagoas de estabilização onde serve como indicadores de certas fases do tratamento.

A espécie *Phacus* foi encontrada nas R4 e R5 no sistema I operando com cinco e nove dias de detenção hidráulica. A raia R3 apresentou a espécie quando o sistema estava operado com cinco dias de detenção. Esta espécie, geralmente, vive em águas poluídas, ricas em matéria orgânica e lagoas de estabilização, porém algumas espécies, como por exemplo *P. Longicauda* é característica de águas limpas.

A espécie *Pandorina* foi encontrada na raia R4 do sistema I, o qual estava operando com nove dias de detenção. Esta espécie vive em águas poluídas e lagoas de estabilização.

A espécie *Pyrobotrys* foi encontrada em todas as raias quando sistema I estava operando com nove dias de detenção. Quando o sistema I operava com cinco de detenção a espécie foi identificada nas raias R3, R4 e R5. Esta espécie vive em águas poluídas e lagoas de estabilização.

A espécie *Gomphospheria* foi encontrada nas raias R3 e R4, quando o sistema operava com nove dias de detenção. Esta espécie vive em águas poluídas e em lagoas de estabilização, podem provocar floração em lagoas de estabilização e são tóxicas a saúde humana e dos animais.

Foram identificadas, mas não quantificadas as espécies *Lepocinclis*, *Chlamydomonas* e *Oscillatoria* no sistema I para os dois tempos de detenção. A primeira e a segunda espécie pertencem ao gênero *Chlorophyta* e vivem em ambientes poluídos e ricos em matéria orgânica, podendo servir como indicadores de certas fases do tratamento. A espécie *Lepocinclis* assemelha-se muito as *Euglenas*, sendo que esta espécie resiste bem a ambientes com pH baixo.

A espécie *Oscillatoria* foi identificada em quase todas as raias no sistema I para os dois tempos de detenção. Esta espécie vive em ambientes poluídos e ricos em matéria orgânica, e podem provocar obstruções de filtros, corrosão de ferros, floração de lagoas e indicar presença de despejos de indústrias de papel e poluição salina.

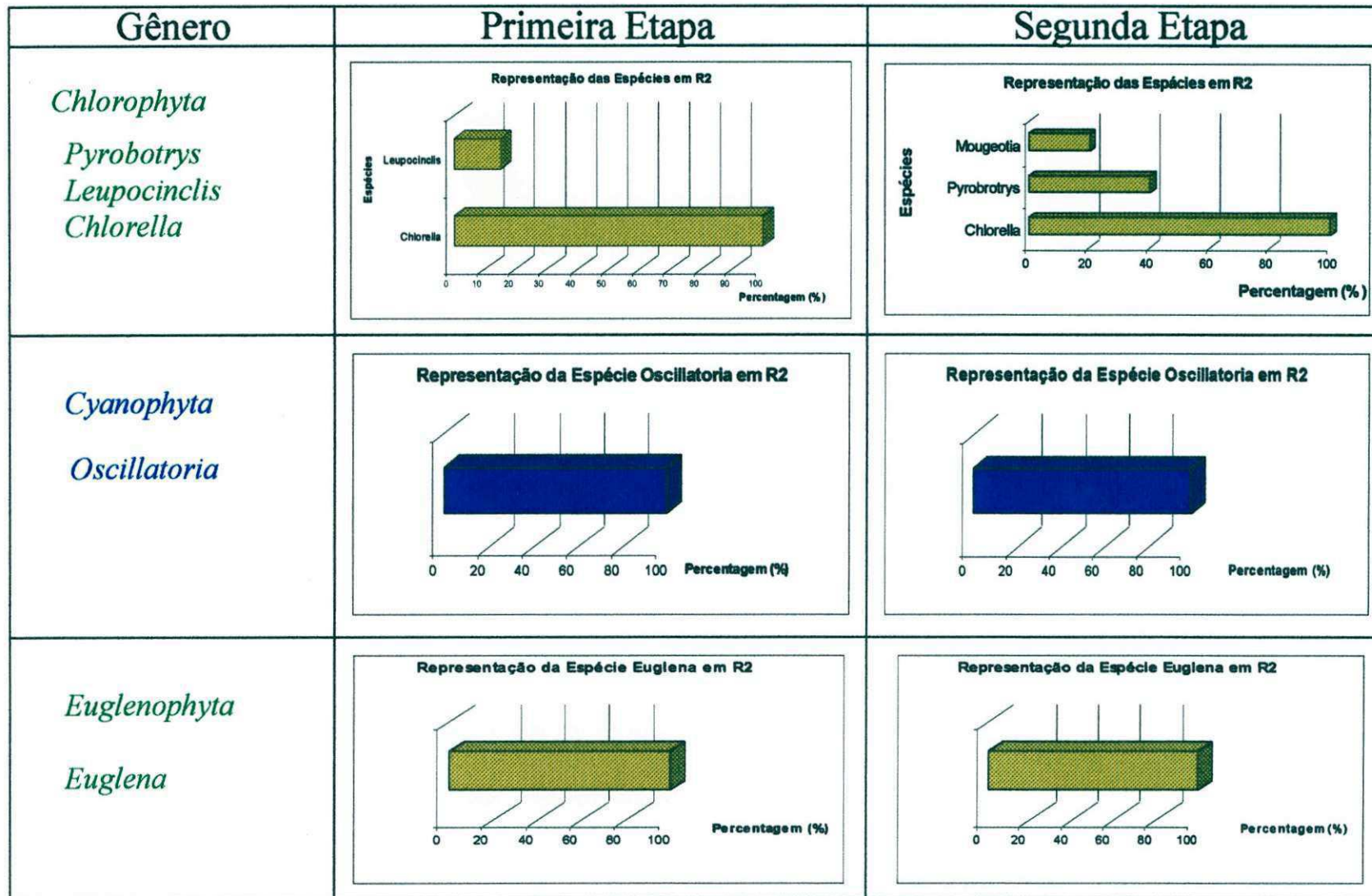


Figura 5.6 - Resultados Médios da Identificação algal na raia R2 para a primeira e segunda etapa para o TDH de cinco e nove dias.

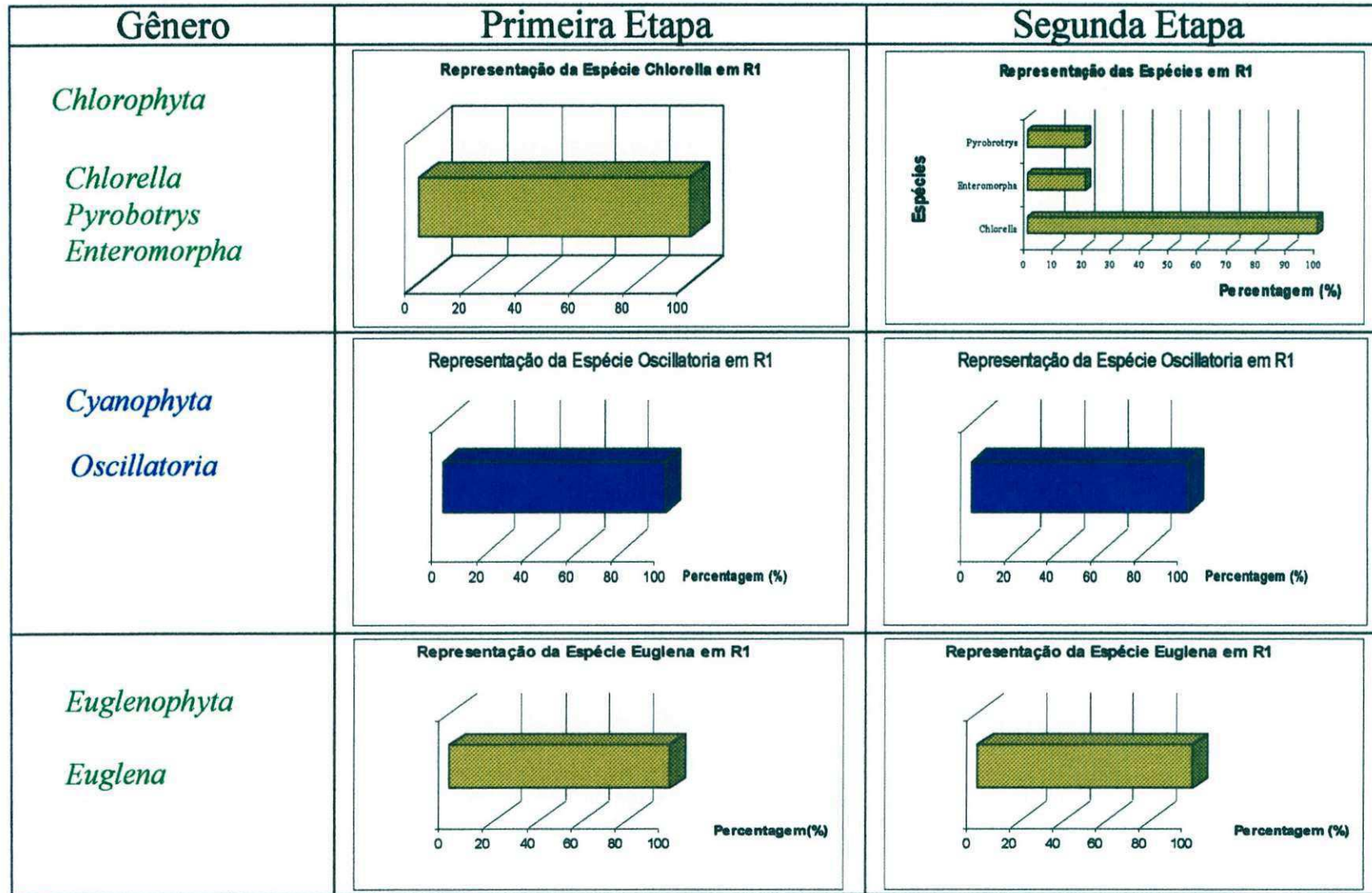


Figura 5.5 - Resultados Médios da Identificação algal na raia R1 para primeira e segunda etapa para o TDH de cinco e nove dias.

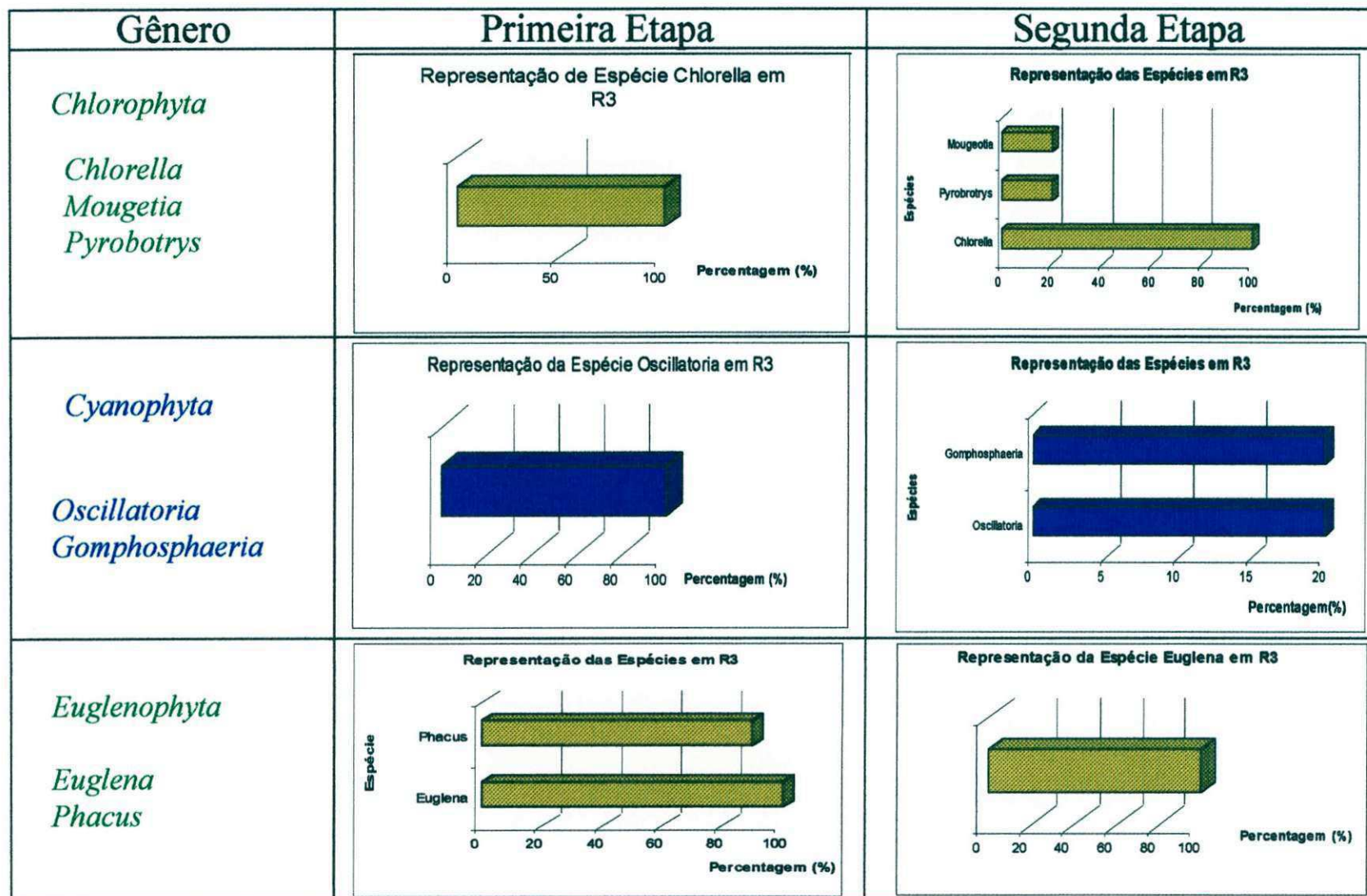


Figura 5.7 - Resultados Médios da Identificação algal na raia R3 para a primeira e segunda etapa para o TDH de cinco e nove dias.

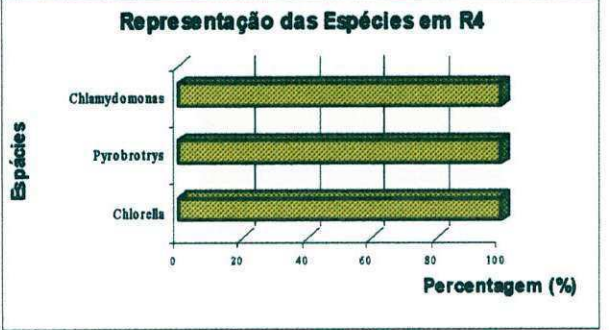
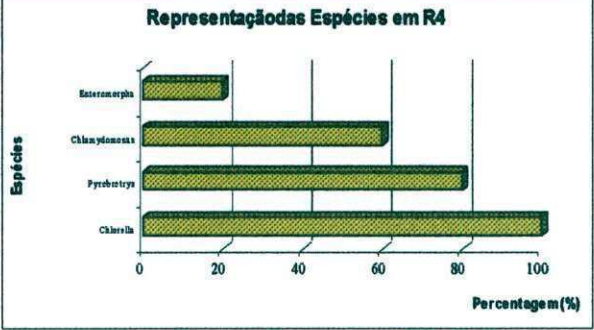
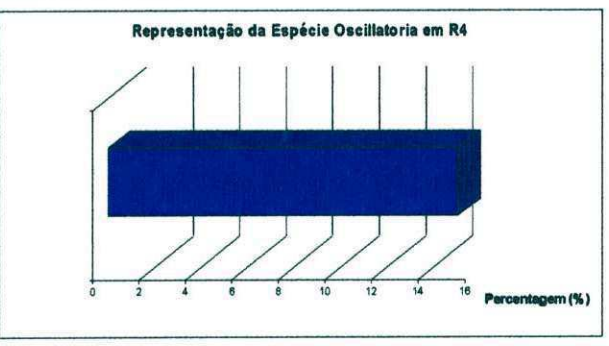
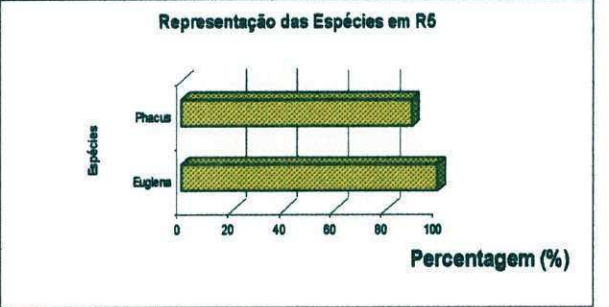
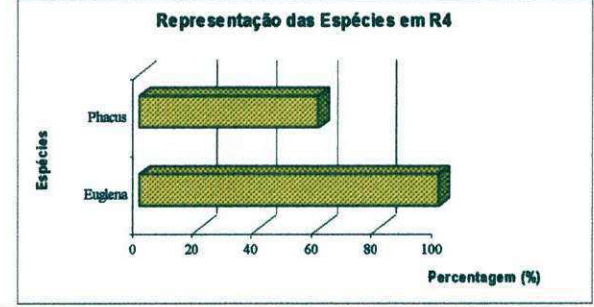
Gênero	Primeira Etapa	Segunda Etapa																		
<p><i>Chlorophyta</i></p> <p>Chlorella Chlamydomonas Pyrobotrys Enteromorpha</p>	<p>Representação das Espécies em R4</p>  <table border="1"> <caption>Representação das Espécies em R4 (Primeira Etapa)</caption> <thead> <tr> <th>Espécies</th> <th>Porcentagem (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Chlamydomonas</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>Pyrobotrys</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>Chlorella</td> <td>100</td> </tr> </tbody> </table>	Espécies	Porcentagem (%)	Chlamydomonas	100	Pyrobotrys	100	Chlorella	100	<p>Representação das Espécies em R4</p>  <table border="1"> <caption>Representação das Espécies em R4 (Segunda Etapa)</caption> <thead> <tr> <th>Espécies</th> <th>Porcentagem (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Enteromorpha</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>Chlamydomonas</td> <td>65</td> </tr> <tr> <td>Pyrobotrys</td> <td>85</td> </tr> <tr> <td>Chlorella</td> <td>100</td> </tr> </tbody> </table>	Espécies	Porcentagem (%)	Enteromorpha	25	Chlamydomonas	65	Pyrobotrys	85	Chlorella	100
Espécies	Porcentagem (%)																			
Chlamydomonas	100																			
Pyrobotrys	100																			
Chlorella	100																			
Espécies	Porcentagem (%)																			
Enteromorpha	25																			
Chlamydomonas	65																			
Pyrobotrys	85																			
Chlorella	100																			
<p><i>Cyanophyta</i></p> <p><i>Oscillatoria</i></p>	<p>Representação da Espécie Oscillatoria em R4</p>  <table border="1"> <caption>Representação da Espécie Oscillatoria em R4 (Primeira Etapa)</caption> <thead> <tr> <th>Espécie</th> <th>Porcentagem (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Oscillatoria</td> <td>15</td> </tr> </tbody> </table>	Espécie	Porcentagem (%)	Oscillatoria	15	<p>Não houve algas deste gênero.</p>														
Espécie	Porcentagem (%)																			
Oscillatoria	15																			
<p><i>Euglenophyta</i></p> <p><i>Euglena</i> <i>Phacus</i></p>	<p>Representação das Espécies em R6</p>  <table border="1"> <caption>Representação das Espécies em R6 (Primeira Etapa)</caption> <thead> <tr> <th>Espécies</th> <th>Porcentagem (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Phacus</td> <td>95</td> </tr> <tr> <td>Euglena</td> <td>100</td> </tr> </tbody> </table>	Espécies	Porcentagem (%)	Phacus	95	Euglena	100	<p>Representação das Espécies em R4</p>  <table border="1"> <caption>Representação das Espécies em R4 (Segunda Etapa)</caption> <thead> <tr> <th>Espécies</th> <th>Porcentagem (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Phacus</td> <td>65</td> </tr> <tr> <td>Euglena</td> <td>100</td> </tr> </tbody> </table>	Espécies	Porcentagem (%)	Phacus	65	Euglena	100						
Espécies	Porcentagem (%)																			
Phacus	95																			
Euglena	100																			
Espécies	Porcentagem (%)																			
Phacus	65																			
Euglena	100																			

Figura 5.8 - Resultados Médios da Identificação algal na raia R4 para a primeira e segunda etapa para o TDH de cinco e nove dias.

Gênero	Primeira Etapa	Segunda Etapa																		
<p><i>Chlorophyta</i></p> <p><i>Chlorella</i> <i>Chlamydomonas</i> <i>Pyrobotrys</i> <i>Enteromorpha</i></p>	<p>Representação das Espécies em R5</p> <table border="1"> <caption>Representação das Espécies em R5 (Chlorophyta)</caption> <thead> <tr> <th>Espécies</th> <th>Porcentagem (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Chlamydomonas</td> <td>~95</td> </tr> <tr> <td>Pyrobotrys</td> <td>~95</td> </tr> <tr> <td>Chlorella</td> <td>~95</td> </tr> </tbody> </table>	Espécies	Porcentagem (%)	Chlamydomonas	~95	Pyrobotrys	~95	Chlorella	~95	<p>Representação das Espécies em R4</p> <table border="1"> <caption>Representação das Espécies em R4 (Chlorophyta)</caption> <thead> <tr> <th>Espécies</th> <th>Porcentagem (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Enteromorpha</td> <td>~25</td> </tr> <tr> <td>Chlamydomonas</td> <td>~85</td> </tr> <tr> <td>Pyrobotrys</td> <td>~85</td> </tr> <tr> <td>Chlorella</td> <td>~100</td> </tr> </tbody> </table>	Espécies	Porcentagem (%)	Enteromorpha	~25	Chlamydomonas	~85	Pyrobotrys	~85	Chlorella	~100
Espécies	Porcentagem (%)																			
Chlamydomonas	~95																			
Pyrobotrys	~95																			
Chlorella	~95																			
Espécies	Porcentagem (%)																			
Enteromorpha	~25																			
Chlamydomonas	~85																			
Pyrobotrys	~85																			
Chlorella	~100																			
<p><i>Euglenophyta</i></p> <p><i>Euglena</i> <i>Phacus</i></p>	<p>Representação das Espécies em R5</p> <table border="1"> <caption>Representação das Espécies em R5 (Euglenophyta)</caption> <thead> <tr> <th>Espécies</th> <th>Porcentagem (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Phacus</td> <td>~95</td> </tr> <tr> <td>Euglena</td> <td>~100</td> </tr> </tbody> </table>	Espécies	Porcentagem (%)	Phacus	~95	Euglena	~100	<p>Representação das Espécies em R6</p> <table border="1"> <caption>Representação das Espécies em R6 (Euglenophyta)</caption> <thead> <tr> <th>Espécies</th> <th>Porcentagem (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Phacus</td> <td>~95</td> </tr> <tr> <td>Euglena</td> <td>~100</td> </tr> </tbody> </table>	Espécies	Porcentagem (%)	Phacus	~95	Euglena	~100						
Espécies	Porcentagem (%)																			
Phacus	~95																			
Euglena	~100																			
Espécies	Porcentagem (%)																			
Phacus	~95																			
Euglena	~100																			
	<p>Obs: Não houve Algas do Gênero Cyanophyta em R5</p>																			

Figura 5.9 - Resultados Médios da Identificação algal na raia R5 para a primeira e segunda etapa para o TDH de cinco e nove dias.

6.0 – DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Uma lagoa com chicanas, apresentando a configuração de dez metros de comprimento por um metro de largura e sessenta centímetros de profundidade, aproximando o regime hidráulico ao fluxo-pistão, tratando efluentes de um reator UASB e operando com tempo de detenção hidráulica de cinco e nove dias, apresentou o seguinte comportamento, quanto aos parâmetros analisados:

6.1 - Temperatura

Os valores médios semanais das amostras analisadas não apresentaram variações bruscas nas duas etapas da investigação experimental. Observa-se na Figura 5.1, que a temperatura para o tempo de cinco dias de detenção hidráulica foi maior que para o tempo de detenção hidráulica de nove dias, este fato ocorreu provavelmente porque as amostras eram coletadas no intervalo entre sete e sete horas e meia da manhã, e quando o sistema operava com cinco dias de detenção, as coletas eram realizadas no intervalo entre oito e nove horas da manhã.

A temperatura média registrada para as amostras ficou em torno de 25°C o que, segundo alguns especialistas não é uma temperatura suficientemente alta para provocar perda de oxigênio na água, sendo assim não há interferência nas atividades dos microorganismos ali presentes.

6.2 – pH

Os valores do pH nas duas etapas da investigação experimental apresentados na Figura 5.2 variou entre 7,0 e 8,0 não atingindo, portanto valores que levassem a predominância do gás amônio sobre o íon amônia. Caso o pH tivesse alcançado valores maior que 9,0, o gás amônio se transformaria em amônia livre, e esta por sua vez, escaparia para a atmosfera, o que provocaria segundo von Spearling, (1996) a precipitação de fosfatos (remoção de nutrientes), decaimento da taxa dos organismos

patogênicos e a conversão de sulfeto causador de mau cheiro a biosulfeto que é inodoro.

6.3 – Amônia

Observa-se na Figura 5.3, que houve uma remoção de 36% de amônia para o tempo de nove dias de detenção hidráulica, e para o tempo de detenção hidráulica de cinco dias, a remoção foi de 29 %.

A concentração média de amônia para a primeira e a segunda etapa da investigação experimental foi de 40mg/l e 38 mg/l, respectivamente. Este decréscimo nos valores médios da amônia se deu por conta do aumento do tempo de detenção, que. Entretanto, este aumento do tempo de detenção não foi suficiente para que o sistema removesse melhor a amônia, já que no efluente da raia R5 ainda se encontrou um concentração média de 34 mg/l na primeira etapa e 29 mg/l na segunda etapa.

Segundo Palmer (1959), algumas espécies de algas são muito sensíveis a presença de amônia, prejudicando assim a biota aquática existente.

6.4 – Clorofila a.

A concentração média de *clorofila a.* para o tempo de detenção hidráulica de cinco dias, foi de 123 mg/l para a raia R1, onde o ambiente é mais poluído e de 1700 mg/l para a raia R5, para qual o efluente é menos poluído. Para o tempo de detenção hidráulica de nove dias a concentração média foi de 1149 mg/l para a raia R1 e de 2182 mg/l para a raia R5. De posse destes resultados, pode-se verificar que houve uma grande variação na concentração de *clorofila a.* entre a primeira e a segunda etapa. Esta variação ocorreu em todas as raias da lagoa, e este acréscimo pode ter sido em virtude do aumento do tempo de detenção do reator UASB, que na primeira etapa operava com três horas detenção e na segunda passou a operar com seis horas de detenção, somado a este fato tem-se também o aumento do tempo de detenção das lagoas. Isso fez o seu efluente torna-se menos poluído e conseqüentemente, ocorreu a diminuição da carga orgânica poluidora lançada nas lagoas. Com o decréscimo da carga orgânica poluidora no meio, há melhores condições para que biota aquática se

desenvolva, contribuindo para que a lagoa torne-se um ambiente mais aeróbio, isto é menos poluído.

6.5 – Quantificação e Identificação algal.

Observa-se na Tabela 5.3 que os resultados médios para as raias foi de 44597 algas por 100 ml, isto indica que o ambiente é poluído, já que segundo von Spearlig (1996), em águas residuárias, o número médio de algas varia entre 30000 a 40000 algas por 100 ml.

As raias R1, R2 e R3 obtiveram maior número de algas e menos diversidade de espécie. Nas raias R4 e R5 aconteceu a situação inversa. Este fato ocorreu provavelmente devido as espécies quantificadas nas raias R1, R2 e R3 serem resistentes a ambientes poluídos, enquanto que algumas algas encontradas nas raias R4 e R5, apesar de viverem em ambientes poluídos, são menos resistentes a algumas substâncias presente no meio aquático, como por exemplo a amônia e o sulfato.

Em relação à primeira etapa da investigação experimental, não foi realizada a quantificação algal. Em virtude disso, não se pode comprovar se o maior número de algas ocorreu na primeira ou na segunda etapa da investigação.

Quanto a identificação algal, as espécies *Euglena* e *Chlorella* foram predominantes em todas as raias para as duas etapas. Na primeira e na segunda etapa, as espécies *Pyrobotrys*, *Chlamydomonas* e *Phacus* apareceram com frequência considerável. As espécies *Oscillatoria*, *Gomphosphaeria*, *Mougeotia* e *Leupocinclis* foram identificadas, mas não quantificadas. Este fato pode ter acontecido devido as estas espécies não serem muito numerosas, e no ato da leitura era necessário fazer diluições para melhorar as condições de quantificação, então quando se diluía a amostra para ler as espécies, não era possível a quantificação da espécie menos numerosa.

7.0 – CONCLUSÕES

Os resultados obtidos em uma lagoa com chicanas, apresentando a configuração de dez metros de comprimento por um metro de largura e sessenta centímetros de profundidade, aproximando o regime hidráulico ao fluxo-pistão, tratando efluentes de um reator UASB e operando com tempo de detenção hidráulica de cinco e nove dias, permitem concluir que:

- Nas duas etapas do experimento os valores de pH de $\pm 8,00$ atingidos na raia R5 não foram suficientemente altos para uma remoção mais efetiva do nitrogênio amoniacal. Sendo essa remoção 29 % para a primeira etapa, e de 36% para a segunda etapa;
- Todas as algas identificadas são puramente de ambientes poluídos.
- O valor médio de 44597 algas por 100 ml encontrado nas raias mostra que o ambiente aquático era fortemente eutrófico.
- As espécies *Chlorella* e *Euglena* foram as espécies dominantes em todas as raias para as duas etapas da investigação experimental, sendo que: a espécie *Chlorella* foi dominante nas raias R1, R2 e R3, enquanto que a espécie *Euglena* foi dominante nas raias R4 e R5.
- A predominância das espécies *Chlorella* sobre a *Euglena* nas raias R1, R2 e R3, mostra ser a espécie *Chlorella* mais resistente do que a *Euglena*.

8.0 – RECOMENDAÇÕES

Tendo em vista os resultados obtidos nesta pesquisa, recomenda-se novas investigações:

- Realizar um estudo de outros métodos de quantificação de algas. Por exemplo o método padronizado 10.200 F do Standart Methods.
- Realizar um estudo da influência de parâmetros como sulfato, cobre e zinco sobre a população algal existente no meio.

Apêndice

1) Método para a determinação da *Clorofila a*.

Método de Jones (1979).

- Coleta-se a amostra com um amostrador de PVC;
- Toma-se 50 ml da amostra;
- Adiciona-se 2ml de uma suspensão de carbonato de magnésio;
- Dobra-se o filtro cuidadosamente com o auxílio de uma pinça;
- Coloca-se o filtro dentro de um tubo de amônia;
- Coloca-se 20 ml de metanol a 90% no tubo de amônia;
- Marca-se com lápis o volume de metanol no tubo;
- Coloca-se água em um becker;
- Coloca-se dentro do becker o tubo contendo a amostra;
- Ferve-se em banho-maria até que o metanol entre em ebulição;
- Chegando-se à ebulição, marca-se 2 minutos;
- Tira-se o tubo do becker;
- Deixa-se esfriar dentro de um recipiente escuro;
- Centrifuga-se por 15 minutos;
- Completa-se, se necessário, com metanol o volume do frasco que fora marcado antes;
- Calibra-se o espectrofotômetro com metanol a 90%
- Lê-se com auxílio de uma curveta de vidro as amostras em espectrofotômetro a 663 μm e 750 μm ;

Cálculo da concentração de *Clorofila a*.

$$Cla. = (X - Y) \times \frac{1000}{77} \times \frac{Vm}{0,5}$$

onde :

$X = \text{absorbância}(663 \mu\text{m})$

$Y = \text{absorbância}(750 \mu\text{m})$

$Vm = \text{vol. me tanol}$

Preparo do Metanol a 90 %

- Com auxílio de uma bureta, mede-se 900 ml de metanol;
- Completa-se para 1000 ml com água destilada;

☺ **Preparo do Carbonato de Magnésio**

- Adiciona-se 10 g de Carbonato de Magnésio em 1000 ml de água destilada;
- Agita-se bem, para homogeneizar a suspensão;

2) Método para Quantificação Algal

- Coleta-se a amostra com um amostrador;
- Toma-se 250 ml da amostra;
- Preserva-se a amostra com 1ml de formaldeído;
- Deixa-se em repouso por 24 horas;
- Remove-se o sobrenadante com auxílio de uma bomba à vácuo;
- Dilui-se amostra, até o ponto em que a leitura seja feita sem dificuldade;
- Transfere-se uma alíquota para a câmara de Neubauer;
- Lê-se no microscópio amostra;

3) Identificação Algal

- Coleta-se a amostra com auxílio de um amostrador;
- Homogeneiza-se a amostra;
- Coleta-se 50ml desta amostra;
- Lê-se a amostra em microscópio com a objetiva de 100 X;

**** Recomendações**

- Os dois últimos métodos não são padronizado pelo Standart Methods, ele é utilizado pela Extrabes;
- As diluições do método para quantificação são necessária, pois a amostra bruta possui uma enorme quantidade de algas, e é impossível fazer uma boa leitura;
- A identificação das algas deve ser realizada com a amostra fresca, pois após um certo tempo (20 minutos em média), as algas morrem;
- A leitura da absorbância da clorofila a. deve ser feita sem demora e colocando-se sempre as amostras em um recipiente escuro;
- O método para determinação da *Clorofila a.* foi referenciado no artigo “Remoção de Fósforo em um Sistema de Lagoas de Estabilização com Diferentes Configurações e