

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

***CARACTERIZAÇÃO DA MICROFAUNA NO SISTEMA INSULAR  
DE TRATAMENTO DE ESGOTOS DE FLORIANÓPOLIS/SC:  
UM INSTRUMENTO DE CONTROLE OPERACIONAL E  
AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO PROCESSO***

ALESSANDRA PELLIZZARO BENTO

Orientador: Prof. Dr. LUIZ SÉRGIO PHILIPPI

Co-orientadora : Profª. Dra. TEREZA CRISTINA BARBOSA

Dissertação apresentada à  
Universidade Federal de Santa  
Catarina, como parte dos requisitos  
para a obtenção do título de Mestre  
em Engenharia Ambiental.

FLORIANÓPOLIS – SC

Dezembro de 2000

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**

**Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental**

**Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental**

**ALESSANDRA PELLIZZARO BENTO**

***CARACTERIZAÇÃO DA MICROFAUNA NO SISTEMA INSULAR DE  
TRATAMENTO DE ESGOTOS DE FLORIANÓPOLIS/SC:  
UM INSTRUMENTO DE CONTROLE OPERACIONAL E  
AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO PROCESSO***

Dissertação apresentada à  
Universidade Federal de Santa  
Catarina, para obtenção do título de  
Mestre em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. LUIZ SÉRGIO PHILIPPI  
Co-orientadora : Profa. Dra. TEREZA CRISTINA BARBOSA

FLORIANÓPOLIS  
SANTA CATARINA  
DEZEMBRO DE 2000

**CARACTERIZAÇÃO DA MICROFAUNA NO SISTEMA INSULAR DE TRATAMENTO DE ESGOTOS DE FLORIANÓPOLIS/SC : UM INSTRUMENTO DE CONTROLE OPERACIONAL E AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO PROCESSO.**

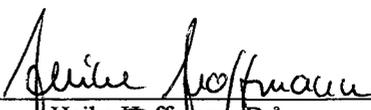
**ALESSANDRA PELLIZZARO BENTO**

Dissertação submetida ao corpo docente do Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de

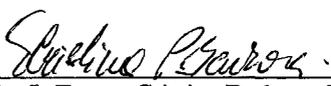
**MESTRE EM ENGENHARIA AMBIENTAL**

na Área de Tecnologias de Saneamento Ambiental.

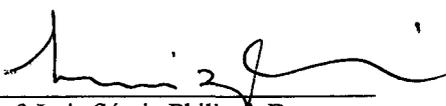
Aprovado por:

  
Heike Hoffmann, Dr.<sup>a</sup>

  
Prof. Flávio Rubens Lapolli, Dr.

  
Prof.<sup>a</sup>. Tereza Cristina Barbosa, Dr.<sup>a</sup>.  
(Co-Orientadora)

  
Prof. Flávio Rubens Lapolli, Dr.  
(Coordenador)

  
Prof. Luiz Sérgio Philipp, Dr.  
(Orientador)

FLORIANÓPOLIS, SC – BRASIL  
DEZEMBRO/2000

***“Ainda que eu falasse a língua dos  
homens e dos anjos e conhecesse todos  
os mistérios das ciências, se não tivesse  
amor, nada seria.”***

1 Coríntios, 13  
Bíblia Sagrada, Novo Testamento

## AGRADECIMENTOS

Agradeço às várias pessoas que me ajudaram e apoiaram durante a realização deste trabalho, em especial:

Ao professor *LUIZ SÉRGIO PHILIPPI*, pela confiança e orientação;

A professora *TEREZA CRISTINA BARBOSA*, pela co-orientação, apoio e amizade constante desde o início do trabalho;

Ao meu noivo Eng. *PABLO HELENO SEZERINO*, por todo carinho, incentivo, e ajuda;

Ao meu *PAI*, minha *MÃE*, pelo amor, paciência e compreensão;

Ao maninho *IAGO*, para que um dia ele compreenda os motivos pelos quais, muitas vezes, deixei de brincar e passear com ele;

A *CASAN*, pela oportunidade de aprofundar minha formação profissional;

A *JAIR SARTORATO*, pela colaboração apoio, incentivo;

A *LEDA*, pela amizade, experiência e colaboração;

Aos colegas e técnicos do laboratório : *TEREZINHA, RUTH, JONAS, JAIRZINHO, CIDA* e a estagiária *NIRA* ;

A todo pessoal do Insular, em especial: *ADRIANA, REGINALDO, REJANE, GILVANE, EDIMAR, LUCIANA, MÁRCIA, DEOVANE*,

Ao *VILSON*, pelo carisma, o sorriso e a alegria de sempre;

A *FERNANDA* e *ANA*, pela amizade e colaboração;

Ao biólogo *ANTÔNIO JARDIM*, da COPASA, pelo envio de bibliografia especializada;

Ao professor *CARLOS* do MIP-UFSC, pelo auxílio na identificação de alguns protozoários;

A *HEIKE HOFFMANN*, pela colaboração.

## SUMÁRIO

- Lista de Figuras.....	v
- Lista de Quadros.....	viii
- Lista de Tabelas.....	x
- Lista de Anexos.....	xii
- Lista de Abreviaturas.....	xii
- Resumo.....	xiii
- Abstract.....	xiv
1. INTRODUÇÃO.....	001
2. OBJETIVOS.....	003
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	004
3.1. O PROCESSO DE LODOS ATIVADOS.....	004
3.2. BIOQUÍMICA DO SISTEMA DE LODOS ATIVADOS.....	011
3.2.1. Metabolismo dos compostos carbonados.....	012
3.2.2. Metabolismo dos compostos nitrogenados.....	015
3.2.3. Metabolismo do fósforo.....	018
3.2.4. Metabolismo do enxofre.....	020
3.3. MICROBIOLOGIA DE LODOS ATIVADOS.....	021
3.3.1. Nutrição dos organismos .....	022
3.3.2. Bactérias.....	024
3.3.2.1. Respiração aeróbia.....	025
3.3.2.2. Crescimento bacteriano.....	026
3.3.2.3. Formação dos flocos.....	028
3.3.2.4. Problemas relacionados a formação dos flocos.....	031
3.3.3. Fungos.....	039
3.3.4. A Microfauna.....	040
3.3.4.1. Protozoários.....	040
3.3.4.2. Micrometazoários.....	046
3.3.4.3. O papel da microfauna no lodo ativado.....	050
4. SISTEMA DE TRATAMENTO EM ESTUDO: ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS INSULAR – ETE INSULAR.....	061

4.1. Descrição do sistema.....	064
5. MATERIAIS E MÉTODOS.....	069
5.1. Coleta e conservação das amostras.....	069
5.2. Locais amostrados.....	070
5.3. Parâmetros avaliados.....	071
5.3.1. Parâmetros Microscópicos.....	071
5.3.2. Parâmetros Físico-químicos, Operacionais e Bacteriológicos.....	073
6. RESULTADOS.....	074
6.1. Parâmetros Microscópicos.....	074
6.2. Parâmetros Físico-químicos e Operacionais.....	085
6.3. Parâmetros Bacteriológicos.....	102
6.4. Correlação entre os parâmetros microscópicos, físico-químicos, operacionais e bacteriológicos.....	103
6.5. Aplicação de correlações pré-estabelecidas para a avaliação do sistema.....	106
7. DISCUSSÃO.....	109
8. CONCLUSÕES.....	118
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	121
10. ANEXOS.....	126

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 01 -</b>	Esquema representativo do processo típico de lodos ativados.....	005
<b>Figura 02 -</b>	Processo de remoção biológica da carga orgânica das águas residuárias.....	013
<b>Figura 03 -</b>	Evolução simultânea do substrato-biomassa em função do tempo.....	014
<b>Figura 04 -</b>	Biossíntese celular e degradação da matéria orgânica no tratamento por lodos ativados.....	015
<b>Figura 05 -</b>	Modelo da curva de crescimento de microrganismos em cultura pura.....	027
<b>Figura 06 -</b>	Esquematização da sucessão de protozoários no processo de lodos ativados.....	052
<b>Figura 07 -</b>	Sucessão de protozoas no lodo ativado em função das condições do meio.....	054
<b>Figura 08 -</b>	A sucessão de protozoas e o número relativo de bactérias.....	054
<b>Figura 09 -</b>	Vista aérea do Sistema Insular de Tratamento de Esgotos de Florianópolis/SC.....	061
<b>Figura 10 -</b>	Planta da situação da ETE Insular.....	062
<b>Figura 11 -</b>	Fluxograma do tratamento de esgotos da ETE Insular.....	065
<b>Figura 12 -</b>	Seletor biológico e parte do tanque de aeração.....	066
<b>Figura 13 -</b>	Aerador mecânico de eixo vertical no tanque de aeração.....	067
<b>Figura 14 -</b>	Vista parcial do Decantador secundário 1.....	068
<b>Figura 15 -</b>	Esquema representativo da ETE Insular.....	070
<b>Figura 16 -</b>	Flocos biológicos visualizados em aumento de 100 vezes.....	075
<b>Figura 17 -</b>	Filamentos de <i>Nocardia</i> sp (aumento 1000 vezes).....	075

<b>Figura 18 -</b>	Fungos filamentosos em aumento de 100 vezes.....	076
<b>Figura 19 -</b>	Número total de organismos da microfauna presentes na ETE Insular, durante o ano monitorado.....	077
<b>Figura 20 -</b>	Ocorrência média dos grupos representantes da microfauna durante o ano estudado, nas unidades de tratamento da ETE Insular.....	077
<b>Figura 21 -</b>	<i>Arcella</i> sp em aumento de 400 vezes.....	081
<b>Figura 22 -</b>	<i>Euglypha</i> sp em aumento de 400 vezes.....	081
<b>Figura 23 -</b>	<i>Aspidisca</i> sp em aumento de 400 vezes.....	082
<b>Figura 24 -</b>	<i>Vorticella</i> sp em aumento de 400 vezes.....	083
<b>Figura 25 -</b>	Rotífero em aumento de 400 vezes.....	083
<b>Figura 26 -</b>	Tardígrado em aumento de 100 vezes.....	084
<b>Figura 27 -</b>	Comportamento do pH nas unidades de tratamento da ETE Insular, durante o ano de estudo.....	090
<b>Figura 28 -</b>	Gráfico baseado nos valores médios das concentrações de alcalinidade e pH, nas unidades de tratamento da ETE Insular, durante o estudo.....	091
<b>Figura 29 -</b>	Gráfico baseado nas concentrações médias de DQOs, observados nas unidades de tratamento da ETE Insular, durante o período de estudo.....	092
<b>Figura 30 -</b>	Concentrações médias de DQOt, DQOs e DBOt do afluyente (EB) e efluyente (TAS) da ETE Insular, durante o período de estudo.....	094
<b>Figura 31 -</b>	Concentrações de cloretos no sistema insular de tratamento de esgotos, determinadas durante o estudo.....	095
<b>Figura 32 -</b>	Comportamento do N-NH <sub>4</sub> e N-NO <sub>3</sub> nas unidades de tratamento da ETE Insular, durante o período de estudo.....	096
<b>Figura 33 -</b>	Concentrações de N-NH <sub>4</sub> e N-NO <sub>3</sub> no efluyente final (TAS), observados na ETE Insular, durante o estudo.....	097

<b>Figura 34 -</b>	Comportamento da sedimentabilidade do lodo, determinada nos tanques de aeração, durante o estudo.....	098
<b>Figura 35 -</b>	Comportamento do Índice Volumétrico do Lodo – IVL, determinado nos tanques de aeração, durante o ano monitorado.....	099
<b>Figura 36 -</b>	Comportamento das frações sólidas nos tanques de aeração, durante o período de estudo.....	100
<b>Figura 37 -</b>	Comportamento das frações sólidas no efluente final (TAS), durante o período de estudo.....	100
<b>Figura 38 -</b>	Comportamento da turbidez e cor aparente no efluente final (TAS), durante o ano estudado.....	101
<b>Figura 39 -</b>	Correlação entre a densidade total da microfauna e a concentração de SS e turbidez no efluente.....	104

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 01</b> -	Vantagens e desvantagens do sistema de lodos ativados.....	006
<b>Quadro 02</b> -	Classificação dos sistemas em função da idade do lodo.....	006
<b>Quadro 03</b> -	Principais características dos sistemas de lodos ativados convencional e aeração prolongada.....	011
<b>Quadro 04</b> -	Grupos metabólicos de bactérias envolvidas no processo de lodos ativados.....	025
<b>Quadro 05</b> -	Causas e efeitos de problemas relacionados à formação dos flocos em sistemas de lodos ativados.....	032
<b>Quadro 06</b> -	Relação entre a concentração de bactérias filamentosas, o diâmetro médio dos flocos e as características do lodo.....	032
<b>Quadro 07</b> -	Classificação dos protozoas de interesse nos processos de tratamento de esgotos.....	042
<b>Quadro 08</b> -	Gêneros de protozoários freqüentemente associados ao processo de lodos ativados.....	046
<b>Quadro 09</b> -	Descrição dos gêneros de rotíferos comumente encontrados em sistemas aeróbios de tratamento de esgotos.....	048
<b>Quadro 10</b> -	Descrição dos gêneros de nematóides comumente encontrados em sistemas aeróbios de tratamento de esgotos.....	049
<b>Quadro 11</b> -	Microrganismos indicadores das condições de depuração.....	057
<b>Quadro 12</b> -	Desempenho das estações de tratamento indicadas por grupos dominantes da microfauna.....	057
<b>Quadro 13</b> -	Freqüência de ocorrência de alguns protozoários em estações de tratamento para diferentes concentrações de DBO produzidas.....	058
<b>Quadro 14</b> -	Determinação do IBL, com base nos grupos dominantes, densidade e número de unidades taxonômicas da microfauna.....	059
<b>Quadro 15</b> -	Conversão do IBL em 4 classes de qualidade e respectivas características do sistema.....	059
<b>Quadro 16</b> -	Parâmetros de projeto da ETE Insular.....	063
<b>Quadro 17</b> -	Parâmetros analisados nos locais de amostragem.....	071

<b>Quadro 18 -</b>	Classificação utilizada para agrupar os organismos da microfauna.....	072
<b>Quadro 19 -</b>	Descrição sucinta dos métodos utilizados para a determinação dos parâmetros físico-químicos, operacionais e bacteriológicos.....	073

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 01</b> -	Frequência relativa dos grupos da microfauna encontrados no SB1, TD1 e T1 da ETE Insular.....	078
<b>Tabela 02</b> -	Frequência relativa dos grupos da microfauna encontrados no SB2, TD2 e T2 da ETE Insular.....	078
<b>Tabela 03</b> -	Densidade absoluta dos gêneros e grupos pertencentes a microfauna, visualizados na ETE Insular, durante o período de estudo.....	079
<b>Tabela 04</b> -	Frequência relativa e densidade média dos gêneros da microfauna, presentes no sistema, durante o estudo.....	080
<b>Tabela 05</b> -	Valores médios, máximos, mínimos e desvios médios dos parâmetros físico-químicos e operacionais, determinados no EB, durante o estudo.....	085
<b>Tabela 06</b> -	Valores médios, máximos, mínimos e desvios médios dos parâmetros físico-químicos e operacionais, determinados no SB1, durante o estudo.....	086
<b>Tabela 07</b> -	Valores médios, máximos, mínimos e desvios médios dos parâmetros físico-químicos e operacionais, determinados no SB2, durante o estudo.....	086
<b>Tabela 08</b> -	Valores médios, máximos, mínimos e desvios médios dos parâmetros físico-químicos e operacionais, determinados no TD1, durante o estudo.....	087
<b>Tabela 09</b> -	Valores médios, máximos, mínimos e desvios médios dos parâmetros físico-químicos e operacionais, determinados no TD2, durante o estudo.....	087
<b>Tabela 10</b> -	Valores médios, máximos, mínimos e desvios médios dos parâmetros físico-químicos e operacionais, determinados no T1, durante o estudo.....	088
<b>Tabela 11</b> -	Valores médios, máximos, mínimos e desvios médios dos parâmetros físico-químicos e operacionais, determinados no T2, durante o estudo.....	088
<b>Tabela 12</b> -	Valores médios, máximos, mínimos e desvios médios dos parâmetros físico-químicos e operacionais, determinados no TAS, durante o estudo.....	089

<b>Tabela 13 -</b>	Frequências relativas das temperaturas observadas nas unidades de tratamento do sistema, durante o período estudado.....	090
<b>Tabela 14 -</b>	Concentrações e médias da DQOt do afluyente (EB), efluente final (TAS) e remoções deste parâmetro, observadas nos sistema, durante as amostragens.....	092
<b>Tabela 15 -</b>	Concentrações e médias da DQOs do afluyente (EB), efluente final (TAS) e remoções deste parâmetro, observadas nos sistema, durante as amostragens.....	093
<b>Tabela 16 -</b>	Concentrações e médias da DBOt do afluyente (EB), efluente final (TAS) e remoções deste parâmetro, observadas nos sistema, durante as amostragens.....	094
<b>Tabela 17 -</b>	Concentrações e médias da NH <sub>4</sub> do afluyente (EB), efluente final (TAS) e, remoções deste parâmetro, observadas nos sistema, durante as amostragens.....	097
<b>Tabela 18 -</b>	Vazão afluyente verificada na ETE Insular, durante o estudo.....	101
<b>Tabela 19 -</b>	Densidades de coliformes totais e, valor médio observado no EB e TAS, durante o estudo.....	102
<b>Tabela 20 -</b>	Densidades de <i>Escherichia coli</i> e, valor médio observado no EB e TAS, durante o estudo.....	102
<b>Tabela 21 -</b>	Correlação entre densidade total da microfauna nos reatores e parâmetros físico-químicos, operacionais e bacteriológicos.....	103
<b>Tabela 22 -</b>	Correlação entre densidade dos grupos da microfauna nos reatores e parâmetros físico-químicos, operacionais e bacteriológicos.....	105
<b>Tabela 23 -</b>	Aplicação do IBL, da densidade total da microfauna e da relação CPF/CF para classificação do sistema.....	106
<b>Tabela 24 -</b>	Relação entre os microrganismos encontrados no sistema e as características do processo.....	108

## LISTA DE ANEXOS

<b>Anexo 1</b> - Protocolo das análises microscópicas realizadas na ETE Insular durante o estudo.....	126
<b>Anexo 2</b> - Protocolo das análises físico-químicas, operacionais e bacteriológicas realizadas na ETE Insular durante o estudo.....	146
<b>Anexo 3</b> - Protocolo das análises microscópicas implantadas na ETE Insular.....	166

## LISTA DE ABREVIATURAS

ETE – Estação de Tratamento de Esgoto	CLN – Ciliados Livre-natantes
A/M – Alimento/Microrganismos	CF – Ciliados Fixos
ST – Sólidos Totais	FLG - Flagelados
SS – Sólidos Suspensos	MTZ – Micrometazoários
SSV – Sólidos Suspensos Voláteis	AMB – Amebas
SSF – Sólidos Suspensos Fixos	IVL – Índice Volumétrico do Lodo
NT – Nitrogênio Total	OD – Oxigênio Dissolvido
DQO – Demanda Química de Oxigênio	OAPs – Organismos Acumuladores de Fósforo
DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio	PHB - Polihidroxiburato
CPF – Ciliados Predadores de Flocos	
IBL – Índice Biótico do Lodo	
N-NH <sub>4</sub> – Nitrogênio amoniacal	
N-NO <sub>2</sub> – Nitrogênio nítrico	
N-NO <sub>3</sub> – Nitrogênio nitrato	

## RESUMO

O processo de lodos ativados, caracterizado por altas cargas de matéria orgânica, grande número de bactérias e condições aeróbias fornecidas artificialmente, constitui em excelente habitat para muitos componentes da microfauna. Estes microrganismos presentes em elevadas densidades no lodo, colaboram na clarificação do efluente, na degradação da matéria carbonácea, na floculação do material suspenso, e podem ser utilizados como indicadores das condições do lodo e da qualidade do efluente. Durante o período de Setembro de 1999 à Agosto de 2000, avaliou-se qualitativamente e quantitativamente, a microfauna presente nos reatores biológicos da ETE Insular de Florianópolis/SC e suas correlações com os parâmetros físico-químicos, operacionais e bacteriológicos. A ETE, possui, além dos tanques de aeração, zonas anóxicas (seletores biológicos e tanques de desnitrificação) que têm como objetivos principais, a prevenção do *bulking* filamentoso e a redução dos nitratos. Os resultados revelaram que o monitoramento microscópico do sistema, pode ser realizado em apenas um reator, pois a ocorrência e frequência dos organismos não variou nas zonas anóxicas e aeróbias. As análises qualitativas demonstraram ser suficientes para um diagnóstico das condições do processo. Verificou-se a presença de flocos pequenos, com poucos e curtos filamentos de *Nocardia* sp e a presença constante de tecamebas, caracterizando baixa relação A/M, alta idade do lodo e boas condições de depuração. A densidade total da microfauna esteve diretamente relacionada com as remoções de DQOt, DBOt e *E. coli* do sistema. As tecamebas *Arcella* e *Euglypha* e o ciliado *Aspidisca*, com frequências de 100% para os dois primeiros e 91% para o segundo, e densidades médias de 181, 179 e 460 organismos.mL<sup>-1</sup>, respectivamente, foram os principais indicativos da estabilidade do processo e das boas remoções de DBOt (97%), DQOt (80%) e N-NH<sub>4</sub> (96%). Os zooflagelados estiveram presentes em densidades superiores a 1000 organismos.mL<sup>-1</sup> em situações de IVL maior que 100mL.g<sup>-1</sup>, sedimentabilidade superior a 800mL.L<sup>-1</sup> e maiores quantidades de sólidos no efluente. A ocorrência de micrometazoários em 55% do período, indicou, juntamente com a presença de tecamebas, alto tempo de detenção celular no sistema. Através do método de Pearson, não foram constatadas correlações da microfauna com a nitrificação, mas, as remoções de N-NH<sub>4</sub> afluente e concentrações médias de 8,1mg.L<sup>-1</sup> de N-NO<sub>3</sub> no efluente, evidenciaram este processo. A aplicação de modelos pré-existentes (IBL, relação CPF/CF e densidade total) de avaliação do sistema através da microfauna, indicou que o sistema apresentou boas características depurativas em 80-90% do período. As análises da microfauna na ETE Insular, demonstraram as condições de sedimentabilidade e a alta eficiência do sistema, sendo por isso, adotadas como parte do monitoramento periódico da ETE. Entretanto, no Brasil, essas análises, são pouco utilizados para a avaliação dos sistemas de tratamento. A realização regular destas análises permite uma melhor compreensão do processo e sua otimização, além de reduções nas frequências de alguns parâmetros físico-químicos.

**Palavras chave:** lodos ativados, ETE Insular, análises microscópicas, microfauna.

## ABSTRACT

The activated sludge process, characterized by a high concentration of organic matter, a large number of bacteria and aerobic conditions artificially supplied, presents an excellent habitat for many microfauna components. These microorganisms highly present in the sludge help the effluent clarification, the organic waste degradation, the flocculation of suspended matter and can also be used as sludge conditions indicator and effluent quality. From September 1999 to August 2000 the microfauna present in the biologic reactors of the WTP – wastewater treatment plant - center of Florianópolis as well as its correlations with physic-chemical, operational and bacteriologic parameters, were qualitatively and quantitatively analyzed. The WTP has, besides the aeration tanks, the anoxic zones (biological selectors and denitrification tanks) which are responsible for the bulking prevention and nitrate reduction. The results showed that the microscopic system monitoring can be made in just one reactor since the occurrence and frequency of the organisms had no variation in the anoxic and aerobics zones. The qualitative analysis proved to be enough for a diagnosis of the process conditions. The presence of small flocs with short *Nocardia* sp filaments and the constant presence of testate amoebae were noticed, characterizing a low F/M relation, high sludge age and good depuration conditions. The microfauna total density was directly related to the COD, BOD and *E. coli* system remotion. The *Arcella* and *Euglypha* testate amoebae and the *Aspidisca* ciliate, with a frequency of 100% for the first two and 91% for the second and average densities of 181, 179 and 456 organisms.mL<sup>-1</sup> respectively, were the main indicators of the process stability and good BOD (97%), COD (80%) and N-NH<sub>4</sub> (96%) remotion. The zooflagelates were present in densities higher than 1000organisms.mL<sup>-1</sup> in SVL situations bigger than 100mL.g<sup>-1</sup>, sedimentably higher than 800mL<sup>-1</sup> and bigger quantities of solid in the effluent. The occurrence of micrometazoa in 55% of the period, together with the testate amoebae presence, showed a high cellular detention time in the system. Through the Pearson method, the microfauna correlation with nitrification, was not observed, but the remotions of N-NH<sub>4</sub> influent and average concentrations of N-NO<sub>3</sub> of 8,1mg.L<sup>-1</sup> in effluent showed this process. The application of the existent system evaluation models through the microfauna (SBI, crawling ciliates/attached ciliate relation and total density), showed that the system presented good depurative characteristics in 80 to 90% of period studied. The microfauna analysis at WTP showed the sedimentability conditions and the high system efficient, being therefore adapted as part of a periodic monitoring of the WTP. In Brazil, however, these analyses are not very used to evaluate the treatment systems. The constant realization of these analysis allows a better understanding of the process an its optimization, as well as reductions in the frequency of some physic-chemical parameters.

**Key words:** actived sludge, WTP Insular, microscopic analyses, microfauna.

## 1. INTRODUÇÃO

---

Os despejos orgânicos, de origem doméstica ou industrial, constituem fator altamente seletivo quando introduzidos em um corpo d'água. A seleção por eles produzida é geralmente negativa do ponto de vista prático da utilização da água, seja porque os seres aquáticos de interesse econômico não são capazes de resistir a presença dos despejos, ou porque, o próprio esgoto é portador de elementos nocivos a saúde humana. Porém, estes elementos seletivos, condicionam a possibilidade da estabilização dos esgotos por via biológica, dependendo apenas de que sejam criadas condições favoráveis.

A maior parte dos processos de tratamento de esgotos inclui a depuração biológica, isto é, a estabilização dos compostos orgânicos por atividade de microrganismos aeróbios ou anaeróbios. Além das bactérias, responsáveis direta por esta estabilização, existe um número muito grande de outros organismos com interesse no processo, especialmente protozoários, fungos, micrometazoários e algas.

Com o crescente desenvolvimento urbano associado a ocupação territorial desordenada, verifica-se uma tendência na utilização intensiva de sistemas compactos de tratamento de esgotos, dentre os quais, pode ser destacado o processo de lodos ativados. Este processo, vêm sendo utilizado desde o início do século, com considerável sucesso na remoção de material orgânico.

O princípio do processo empregado em sistemas de tratamento de esgotos por lodos ativados, baseia-se na oxidação bioquímica dos compostos orgânicos e inorgânicos presentes nestes esgotos, a qual é mediada por uma população microbiana diversificada e mantida em suspensão num meio aeróbio. A eficiência do processo depende, dentre outros fatores, da capacidade de floculação da biomassa ativa e da composição dos flocos formados.

Os flocos biológicos constituem um "ecossistema" formado por bactérias, fungos, protozoários e micrometazoários. As bactérias são as principais responsáveis pela depuração da matéria carbonácea e a estruturação do floco. Mas, os componentes da microfauna

(protozoários e micrometazoários), também, têm papel fundamental removendo matéria orgânica e bactérias, colaborando na floculação, mantendo o equilíbrio ecológico e indicando as características do sistema, pois, são extremamente sensíveis as alterações das condições de funcionamento do sistema.

As análises microscópicas qualitativas (identificação) e quantitativas (contagem de indivíduos) de espécies da microbiota presente no lodo ativado, quando realizadas regularmente, indicam o comportamento do processo e a eficiência do tratamento, pois, a microfauna é indicadora do conjunto de parâmetros de funcionamento do processo, uma vez que sua natureza varia com o nível de depuração, com a concentração de oxigênio dissolvido, com a presença de substâncias tóxicas, enfim, com todas as variações nas características físico-químicas dentro do reator.

Contudo, percebe-se ainda uma supervalorização dos aspectos físico-químicos em detrimento dos aspectos biológicos da composição, dimensionamento e operação dos sistemas biológicos de tratamento de águas residuárias. No Brasil, a maioria dos sistemas de lodos ativados são monitorados através de análises físico-químicas. A observação microscópica ainda é um instrumento raro, geralmente realizado em curtos períodos de tempo. Em outros países, como na Alemanha, a realização de análise microscópicas do lodo ativado é prescrita legalmente para sistemas que atendem mais de 10.000 habitantes.

A observação da microfauna em lodos ativados vem sendo há anos realizada no controle do processo, entretanto, como instrumento de diagnóstico ainda se encontra pouco desenvolvida, pois, na prática, surgem problemas de aproveitamento dos dados obtidos, devido à complexidade de interações entre os microrganismos. O fato da microfauna sofrer a ação simultânea de todos os parâmetros do processo e de subsistir em condições não ideais, torna-a um indicador sensível, permitindo uma caracterização do lodo, o que, facilita a operação e permite tomar, antecipadamente, medidas preventivas e/ou corretivas como o controle dos descartes e das taxas de recirculação.

## 2. OBJETIVOS

---

### ▪ **OBJETIVO GERAL**

Caracterizar a microfauna presente nos reatores biológicos do Sistema Insular de Tratamento de Esgotos de Florianópolis/SC, relacionando os grupos taxonômicos encontrados com os parâmetros físico-químicos e operacionais, como forma de monitoramento das condições do lodo e qualidade do efluente final.

### ▪ **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- i. Identificar e quantificar os componentes da microfauna presentes nos seletores biológicos (SB1 e SB2), tanques de desnitrificação (TD1 e TD2) e tanques de aeração (T1 e T2) da ETE Insular de Florianópolis;
- ii. Relacionar a presença e a quantidade de espécies da microfauna com os processos de nitrificação e desnitrificação;
- iii. Verificar a relação entre a composição faunística presente no processo e a redução de material carbonáceo e coliformes;
- iv. Avaliar a capacidade de sedimentação do lodo com base na estrutura dos flocos biológicos e na composição faunística presente no sistema;
- v. Acompanhar a ocorrência e frequência das espécies microscópicas durante alterações sazonais;
- vi. Fornecer subsídios para a implantação de parâmetros microscópicos para o monitoramento da ETE Insular e outros sistemas de lodos ativados da grande Florianópolis monitorados e operados pela Companhia Catarinense de Água e Saneamento – CASAN.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

---

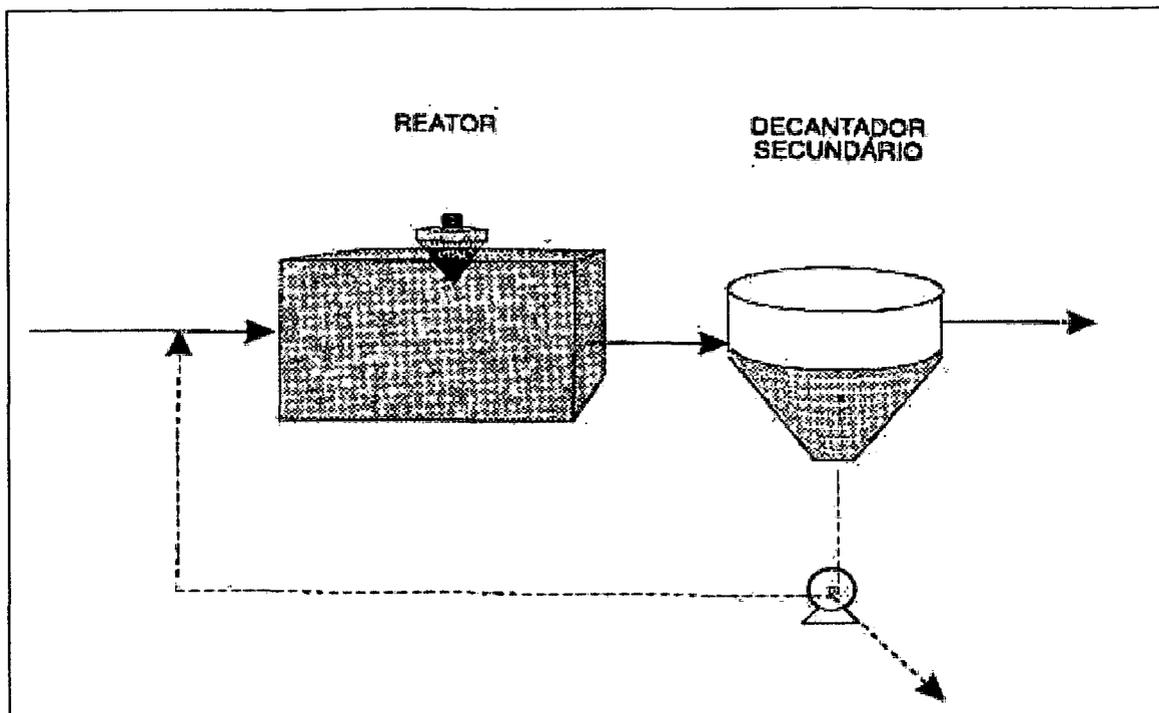
#### 3.1. O PROCESSO DE LODOS ATIVADOS

O processo de lodos ativados foi desenvolvido na Inglaterra em 1913, e vem sendo amplamente utilizado para o tratamento de esgotos domésticos e/ou industriais, tanto em sua forma original como em várias de suas formas modificadas. O princípio de funcionamento baseia-se na retenção de um volume considerável de biomassa ativa, denominada lodo ativado, constituído principalmente por bactérias e protozoários, no interior de um tanque onde o oxigênio é fornecido para o metabolismo aeróbio. A biomassa é mantida em suspensão através de um sistema de agitação, que pode ser também o responsável pela aeração, evitando-se assim o estabelecimento de zonas anaeróbias.

O sistema de lodos ativados constitui-se, basicamente, de duas unidades: um tanque de aeração (reator), e uma unidade de separação de sólidos, o decantador, de onde parte do lodo é separada e recirculado para o tanque de aeração e outra parte é descartada, enquanto o líquido tratado deixa o sistema (Figura 1).

No reator biológico ocorre o crescimento de microrganismos atuantes no material contido nos esgotos, formando os flocos biológicos ou lodo ativado, que são aglomerados de partículas e microrganismos ativos e responsáveis pela remoção de matéria orgânica e, em determinadas condições, da matéria nitrogenada. Os microrganismos também atuam na capacidade de separação do lodo, no decantador secundário, através da floculação biológica.

Os flocos biológicos que formam o lodo ativado apresentam uma estrutura heterogênea formada por microrganismos ativos na degradação dos componentes do esgoto e material orgânico e inerte adsorvido, enzimas microbianas excretadas e células mortas (Branco, 1986; von Sperling, 1997 e CETESB, 1997). O tamanho do floco é regulado pelo balanço entre as forças de coesão e as tensões de cisalhamento causadas pela aeração e agitação artificial (La Revière, 1977 apud von Sperling, 1996).



**Figura 1** – Esquema representativo do processo típico de lodos ativados.  
**Fonte:** von Sperling, 1997.

Com a recirculação do lodo, a biomassa permanece por um grande período no sistema, o que confere a elevada eficiência ao tratamento de esgotos por lodos ativados, sendo o lodo de retorno um excelente acelerador do processo de estabilização da matéria carbonácea, possuindo alta capacidade de depuração e servindo como inóculo ao afluente do tanque de aeração. O tempo de detenção da biomassa (sólidos) no sistema, denominado idade do lodo, é maior que o tempo de detenção do líquido, reduzindo-se, com isso, a área de implantação do sistema.

A matéria orgânica presente no afluente ao misturar-se com o lodo no tanque de aeração, é convertida em microrganismos e vários outros produtos, incluindo o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ). A matéria nitrogenada, principalmente na forma de amônia ( $\text{NH}_4$ ), é oxidada a nitrito ( $\text{NO}_2$ ) e nitrato ( $\text{NO}_3$ ).

Parte do lodo produzido nos sistemas deve ser descartado periodicamente para a manutenção da quantidade de microrganismos desejáveis ao processo. Os microrganismos crescem e multiplicam-se de acordo com a quantidade de alimento (substrato) disponível no esgoto. O sucesso da operação de um sistema de lodos ativados, consiste na manutenção de

um balanço entre a quantidade de microrganismos e a quantidade de alimento, além de uma boa oxigenação. Este balanço é geralmente relacionado à carga do processo, que é expressa pela taxa A/M (alimento/microrganismos).

O sistema de tratamento por lodos ativados, quando comparado a outros tipos de tratamento biológico, apresenta diversas vantagens e desvantagens, as quais encontram-se descritas sucintamente no quadro 1.

**Quadro 1 – Vantagens e desvantagens do sistema de lodos ativados.**

<b>VANTAGENS</b>	<b>DESVANTAGENS</b>
Grande adaptação as transições hidráulicas e de carga.	Elevados custos de investimento, operação e manutenção.
Elevada eficiência na remoção de matéria orgânica, nitrogênio e fósforo.	Necessidade de operação 24 horas por dia
Utilização de menores áreas para implantação (sistemas compactos)	Elevados gastos relativos ao consumo de energia com sistema de aeração, recirculação, descarte de lodo e manutenção dos equipamentos.
Boa capacidade de mineralização do lodo.	Emissões de ruídos provocados pelos sistemas de aeração, recirculação e descarte do lodo.
Flexibilidade operacional, permitindo diferentes objetivos de qualidade.	Menor eficiência em termos de remoção de elementos conservativos (metais pesados, fenóis, pesticidas, etc.).
A utilização do lodo na agricultura, após tratamento	Grande produção de lodo, que necessita de tratamento e transporte antes de ser reutilizado.

Fonte: adaptado de Lopes, 1996.

A alimentação do sistema de tratamento pelo afluente, pode ocorrer de forma contínua ou intermitente (batelada). Em relação a idade do lodo, o sistema pode ser dividido em quatro categorias: lodo ativado convencional, aeração prolongada, aeração modificada e um tipo intermediário, conforme descrito resumidamente no quadro 2.

**Quadro 2 – Classificação dos sistemas em função da idade do lodo**

<b>Idade do lodo</b>	<b>Carga de DBO aplicada por unidade de volume</b>	<b>Faixa de idade do lodo</b>	<b>Denominação usual</b>
Reduzidíssima	Altíssima	Inferior a 3 dias	Aeração modificada
Reduzida	Alta	4 a 10 dias	Lodos ativados convencional
Intermediária	Intermediária	11 a 17 dias	
Elevada	Baixa	18 a 30 dias	Aeração prolongada

Fonte: von Sperling, 1997.

Os sistemas de lodos ativados do tipo convencional possuem unidades integrantes do tratamento primário, normalmente, o decantador primário. A função destes no processo é a remoção da matéria orgânica sedimentável do esgoto, e com isso, reduzir a energia para a aeração e os custos de funcionamento. Neste sistema, a idade do lodo varia entre 4 a 10 dias, e o tempo de detenção hidráulico no reator, entre 6 a 8 horas. Portanto, a biomassa retirada do sistema no lodo excedente requer uma etapa de estabilização no tratamento do lodo, por conter um elevado teor de matéria orgânica armazenada nas suas células (von Sperling, 1997).

Outra variante, muito similar ao sistema convencional, mas com maior carga de DBO por unidade de volume do reator, é o sistema de lodos ativados com aeração modificada ou de altíssima carga. Devido às maiores cargas aplicadas, os volumes das unidades são menores, implicando em economia do ponto de vista de custo de implantação, mas trazendo a preocupação de operação mais sensível (von Sperling, 1997; van Haandel & Marais, 1999).

No processo de lodo ativado com aeração prolongada, a biomassa permanece no sistema por um período mais longo, cerca de 18 a 30 dias, recebendo a mesma carga de DBO que o sistema convencional. Desse modo, a disponibilidade de alimento para a biomassa é menor do que no sistema convencional. Para que a biomassa permaneça mais tempo no sistema, é necessário que o reator seja maior (o tempo de detenção do líquido fica em torno de 16 a 24 horas). Portanto, há menor quantidade de matéria orgânica por unidade de volume do tanque de aeração. Conseqüentemente, para sobreviverem, as bactérias passam a utilizar a matéria orgânica componente de suas células para os seus processos metabólicos, ou seja, entram na fase de crescimento endógeno. Isto corresponde a uma estabilização da biomassa, ocorrendo no próprio tanque de aeração (Metcalf & Eddy, 1991; von Sperling, 1997).

Tendo em vista que no sistema com aeração prolongada não existe a necessidade de estabilização do lodo biológico excedente, procura-se evitar a geração de alguma outra forma de lodo que necessite posterior tratamento. Deste modo, neste tipo de sistema, normalmente não fazem parte os decantadores primários e os digestores de lodo. O custo dessa simplificação é o gasto de energia para aeração. Por outro lado, a reduzida disponibilidade de alimento e a sua elevada assimilação, fazem com que o sistema de lodos

ativados com aeração prolongada seja o processo mais eficiente na redução da concentração de DBO afluente (von Sperling, 1997).

O princípio do processo de lodos ativados com operação intermitente consiste na incorporação de todas as unidades em apenas uma. Esse tipo de sistema é composto de uma única unidade de tratamento a qual recebe o afluente descontinuamente, e onde ocorrem todos os processos e operações normalmente associados ao tratamento convencional, quais sejam: a decantação primária, a oxidação biológica e a decantação secundária.

Com a utilização de uma única unidade para o tratamento de esgoto, as etapas do processo passam a ser simplesmente sequências no tempo e não unidades separadas onde os processos ocorrem paralelamente, como acontece nos sistemas de fluxo contínuo. O processo de fluxo descontínuo pode ser utilizado tanto na modalidade convencional quanto na prolongada.

O processo intermitente é composto por um reator de mistura completa onde ocorrem todas as etapas do tratamento. Isso é realizado através do estabelecimento de ciclos de operação com durações definidas. A massa biológica permanece no reator durante todos os ciclos, eliminando dessa forma a necessidade de decantadores. De acordo com von Sperling (1997) e van Haandel & Marais (1999), os ciclos normais de tratamento são:

- i.* Enchimento do reator com água residuária bruta ou decantada. No reator há uma camada de lodo e os aeradores podem estar ligados ou não;
- ii.* Tratamento da água residuária (remoção da matéria orgânica e dos sólidos em suspensão) com o reator cheio e os aeradores ligados;
- iii.* Sedimentação do lodo no reator (separação dos sólidos em suspensão do esgoto tratado). Nesta etapa os aeradores ficam desligados;
- iv.* Descarga do efluente tratado e eventualmente de lodo em excesso;

- v. Repouso para ajuste dos ciclos. Esta fase é opcional.

A duração usual de cada ciclo pode ser alterada em função das variações da vazão afluyente, das necessidades do tratamento e das características do esgoto e da biomassa no sistema.

Há algumas modificações nos sistemas de fluxo intermitente, relacionadas, tanto à forma de operação (alimentação contínua e esvaziamento descontínuo), quanto à sequência e duração dos ciclos associados a cada fase do processo. Estas variações permitem simplificações adicionais no processo ou a remoção biológica de nutrientes (von Sperling, 1997).

Uma das maiores desvantagens do processo de lodos ativados, consiste na produção de grandes quantidades de lodo. O tratamento e disposição final deste torna-se um problema de elevado custo.

De maneira geral, os subprodutos sólidos gerados no tratamento por lodos ativados são: o material gradeado, areias, escumas, lodo primário e lodo secundário. O principal em termos de volume é representado pelo lodo secundário.

De acordo com van Haandel & Marais (1999), o lodo em excesso de sistemas de tratamento de esgotos, apresenta basicamente três aspectos indesejáveis:

- i. Instabilidade biológica: a alta fração de material orgânico biodegradável torna o lodo putrescível, entrando em decomposição poucas horas depois da interrupção da aeração;
- ii. A péssima qualidade higiênica, tendo-se uma grande variedade de vírus, bactérias e parasitas (protozoários, ovos de nematóides e helmintos) que constituem uma ameaça para a saúde pública;
- iii. A concentração dos sólidos suspensos no lodo é baixa (na faixa de 5 a 50 g.L<sup>-1</sup>, dependendo da natureza do lodo), de modo que o volume de lodo em excesso é grande.

O tratamento do lodo em excesso geralmente é realizado na própria estação de tratamento, sendo as principais etapas: (a) o adensamento; para remoção da umidade e com isso redução do volume; (b) a estabilização a fim de remover a matéria orgânica (redução dos sólidos voláteis); (c) o acondicionamento, visando preparar o lodo para a desidratação; (d) a desidratação para remover a umidade; e, (e) a disposição final.

O adensamento do lodo, na maioria das vezes, ocorre em unidades denominadas adensadores. A estabilização, geralmente em digestores anaeróbios, podendo também ocorrer em digestores aeróbios, sistemas de *Wetlands*, entre outros. O lodo pode ser desidratado em leitos de secagem, prensas desaguadoras, estufas, centrífugas, etc. O lodo desidratado, na maioria dos casos, é disposto em aterro sanitário, embora atualmente existam vários estudos sobre a utilização desse lodo principalmente na agricultura, visto o alto poder fertilizante que este apresenta.

Os sistemas de lodos ativados com aeração prolongada não geram lodo primário, geram apenas lodo secundário em menores volumes do que o processo convencional; além disso, esse tipo de processo elimina a necessidade da etapa de tratamento do lodo, pois o lodo excedente sai com elevado nível de estabilização. O contrário ocorre nos sistemas convencionais, onde a existência da decantação primária produzindo lodo primário e a reduzida idade do lodo excedente, com elevado teor de material orgânico, gera a necessidade de uma unidade para o tratamento desse material.

As variantes do sistema de lodos ativados apresentam diferenças em termos de eficiências, requisitos de área, quantidade de lodo a tratar e custos de implantação. Essas diferenças podem ser observadas no quadro 3.

**Quadro 3** – Principais características dos sistemas de lodos ativados convencional e aeração prolongada.

Característica geral	Característica específica	Idade do lodo	
		Convencional	Aeração prolongada
Eficiência	DBO (%)	85 – 93	93 – 98
	Nitrogênio (%)	30 – 40	15 – 30
	Fósforo (%)	30 – 45	10 – 20
	Coliformes (%)	60 – 90	65 – 90
Requisitos	Área (m <sup>2</sup> /hab.)	0,2 – 0,3	0,25 – 0,35
	Potência (W/hab.ano)	1,5 – 2,8	2,5 – 4,0
Quantidade de lodo a tratar	Volume (m <sup>3</sup> /hab.ano)	1,1 – 1,5	0,7 – 1,2
Custos	Implantação (US\$/hab)	60 – 120	40 – 80

Fonte: von Sperling, 1997

No Brasil, os sistemas de lodos ativados são muito utilizados, principalmente, nas modalidades convencional e aeração prolongada. Estes, quando projetados e operados adequadamente, apresentam elevada eficiência na redução de matéria orgânica e nitrogênio amoniacal presente nos esgotos domésticos. O clima tropical favorece o processo, tornando a nitrificação praticamente inevitável (van Haandell & Marais, 1999).

### **3.2. BIOQUÍMICA DO PROCESSO DE LODOS ATIVADOS**

No tratamento de esgoto há uma interação de diversos mecanismos, alguns ocorrendo simultaneamente e outros sequencialmente. A atividade microbiana principia-se no próprio sistema de coleta e interceptação de esgotos e atinge seu máximo na estação de tratamento, onde acontece, principalmente, a oxidação da matéria carbonácea e, muitas vezes, a oxidação da matéria nitrogenada (nitrificação).

Os processos de tratamento biológico funcionam de modo a proporcionarem um ambiente que promova o crescimento das células microbianas, ou seja, da biomassa responsável pela remoção da matéria orgânica. As reações que ocorrem durante o processo são determinadas pelo metabolismo das espécies presentes no sistema. 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.

No processo de lodos ativados, os microrganismos aeróbios obtêm energia através da oxidação aeróbia dos compostos carbonados, mas, em condições anóxicas ou de anaerobiose, algumas espécies utilizam-se de um modo alternativo, envolvendo os ciclos metabólicos do nitrogênio, do fósforo e do enxofre. Dada sua importância no processo biológico de tratamento de esgotos, apresenta-se uma breve revisão do metabolismo desses compostos.

### **3.2.1. Metabolismo dos compostos carbonados**

A degradação dos compostos carbonados constitui a principal fonte de energia para os microrganismos presentes no lodo ativado. A Demanda Química de Oxigênio - DQO afluente à Estação de Tratamento de Esgoto - ETE, normalmente, subdivide-se em duas componentes principais: uma fração não biodegradável ou inerte, e outra biodegradável. A fração inerte, solúvel e/ou suspensa, pode estar presente no afluente ou ser produzida através do metabolismo dos microrganismos do próprio sistema. A fração biodegradável pode ser de rápida ou de lenta degradação, estando presente na forma solúvel e na forma particulada.

Durante o tratamento, a fração da DQO inerte particulada é envolvida pelos flocos sendo removida no decantador secundário junto com o lodo. Porém, a fração da DQO inerte solúvel não sofre qualquer alteração, saindo do sistema na mesma concentração de entrada (Metcalf & Eddy, 1991; von Sperling, 1995).

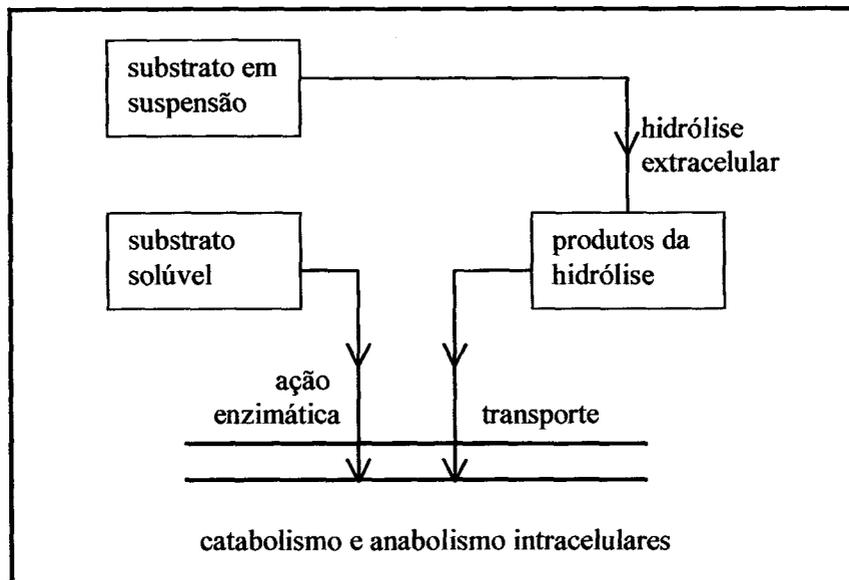
A DQO de rápida degradação biológica inclui compostos orgânicos constituídos por moléculas orgânicas pequenas e simples, rapidamente absorvidas e metabolizadas no interior das células, como monossacarídeos, ácidos graxos de baixo peso molecular, aminoácidos e álcoois. A fração lentamente biodegradável inclui, além das moléculas orgânicas complexas, moléculas em solução e sob a forma coloidal, que têm em comum o fato de não serem absorvidas pelas células sem antes sofrerem hidrólise extracelular. Este mecanismo constitui o passo limitante da utilização da matéria orgânica lentamente biodegradável pelas células, e permite subdividir esta fração em DQO rapidamente hidrolisável e DQO lentamente hidrolisável (von Sperling, 1995).

No caso de existir uma mistura de substratos rapidamente e lentamente biodegradáveis, a biomassa do sistema se desenvolve de acordo com o fornecimento e a concentração de substâncias rapidamente biodegradáveis (Lopes, 1996).

Durante o processo de tratamento por lodos ativados, a matéria orgânica afluenta é removida através de três mecanismos:

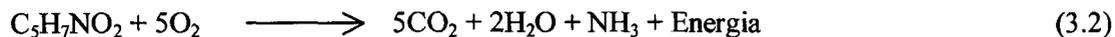
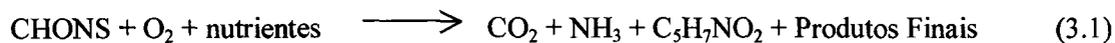
- i.* Remoção do material particulado, biodegradável ou inerte, por incorporação aos flocos;
- ii.* Remoção do material coloidal por adsorção físico-química à superfície dos flocos;
- iii.* Remoção da matéria orgânica solúvel pelos microrganismos.

O metabolismo celular dos microrganismos envolve reações de anabolismo, fase construtiva em que os substratos orgânicos são transformados nos compostos que constituem o protoplasma e as substâncias de reserva, e reações de catabolismo, fase degradativa onde se processa a transformação do substrato de modo a obter a energia necessária aos processos de síntese e manutenção celular. A figura 2 resume os processo de remoção biológica da carga orgânica das águas residuárias.



**Figura 2** – Processo de remoção biológica da carga orgânica das águas residuárias.  
**Fonte:** Lopes, 1996.

Os principais mecanismos de degradação, que traduzem a evolução da biomassa em função do tempo, envolvem reações de oxidação e síntese (3.1) e respiração endógena (3.2):

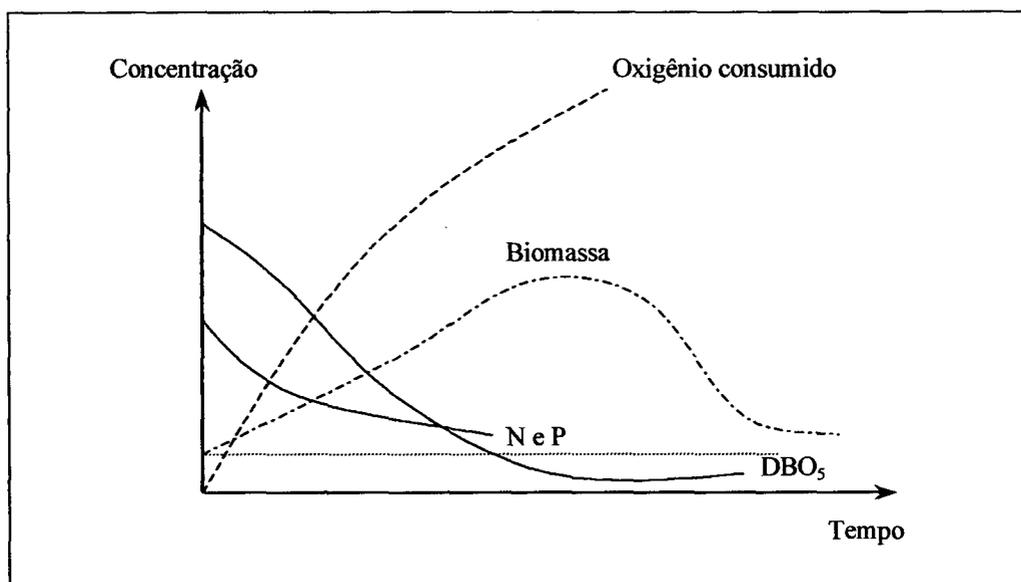


onde: CHONS – representação da matéria orgânica

$\text{C}_5\text{H}_7\text{NO}_2$  – representação da biomassa bacteriana

Durante a oxidação e síntese, a matéria orgânica é oxidada a produtos finais e utilizada pelos microrganismos para o seu metabolismo e desenvolvimento. Neste período o substrato é abundante. Na respiração endógena, predominam os mecanismos de auto-oxidação, onde a principal fonte de alimento passa a ser o protoplasma celular.

A figura 3 representa graficamente a evolução da biomassa bacteriana ao longo do tempo em função da concentração de substrato, expresso pela Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO, e o Oxigênio Consumido - OC. A DBO presente na água residuária é utilizada pelos microrganismos (biomassa) para realização de suas atividades metabólicas de crescimento e obtenção de energia (oxidação e síntese). Este processo resulta no consumo de oxigênio e aumento da população de microrganismos. Quando a maior parte da DBO, inicialmente presente, encontra-se reduzida, e os nutrientes, escassos, a população de microrganismos passa a declinar (crescimento endógeno).



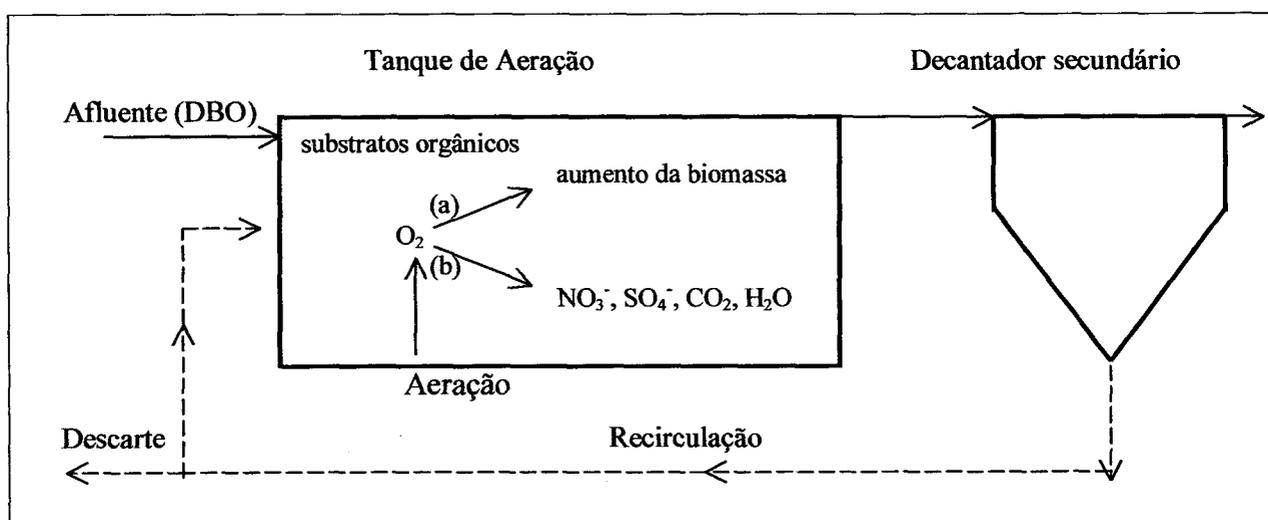
**Figura 3** – Evolução simultânea do substrato-biomassa em função do tempo.

Fonte: adaptado de Metcalf & Eddy, 1991.

Os reatores biológicos são sistemas de cultura mista, onde coexistem microrganismos com diferentes taxas de crescimento e decaimento. Em consequência, algumas espécies podem estar em uma determinada etapa da síntese ou respiração endógena, enquanto outras espécies encontram-se em fases mais atrasadas ou adiantadas (von Sperling, 1995). Os modelos adotados para os sistemas de lodos ativados baseiam-se nas taxas de crescimento dos microrganismos heterotróficos.

Na figura 4 estão esquematizados os processos de degradação da matéria orgânica e de biossíntese celular nos sistemas de lodos ativados.

Alguns fatores podem ser limitantes para a degradação biológica da matéria carbonácea no sistema, destacando-se a natureza química do material afluente e as condições de operação, como a carga orgânica, a idade do lodo, a quantidade de oxigênio dissolvido disponível aos microrganismos, e, a natureza e concentração da biomassa.



**Figura 4** – Biossíntese celular (a) e degradação da matéria orgânica (b) no tratamento por lodos ativados.

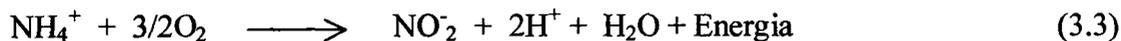
**Fonte:** adaptado de Lopes, 1996.

### 3.2.2. Metabolismo dos compostos nitrogenados

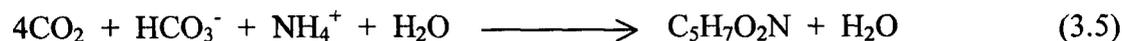
O material nitrogenado em águas residuárias de origem doméstica é composto, principalmente, por nitrogênio amoniacal (gasoso,  $\text{NH}_3$ , e salino,  $\text{NH}_4^+$ ), nitrogênio orgânico (uréia, aminoácidos e outras substâncias orgânicas com o grupo amino) e, raramente, traços de formas oxidadas de nitrogênio, nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) e, principalmente, nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ). No sistema de lodos ativados, podem ocorrer quatro tipos de reações

envolvendo esses compostos: a nitrificação, a assimilação para síntese da biomassa, a amonificação e a desnitrificação.

A nitrificação consiste na oxidação biológica de amônia, tendo como produto final o nitrato. A reação é mediada por bactérias específicas e se realiza em duas etapas. Na primeira (3.3), a amônia é oxidada à nitrito através da ação bioquímica das *Nitrossomonas* sp. Na etapa seguinte (3.4), ocorre a oxidação do nitrito a nitrato, e as bactérias mediadoras são as *Nitrobacter* sp. Ambos os gêneros são aeróbios obrigatórios.



O processo de nitrificação é quimioautotrófico, envolvendo organismos que utilizam o carbono inorgânico ( $\text{CO}_2$ ) para síntese de novas células. A representação da reação de síntese da biomassa nitrificante pode ser verificada na reação (3.5). Os íons amônio são assimilados pelo protoplasma celular, utilizando-se a energia derivada da nitrificação.



A oxidação total (nitrificação) e a síntese da amônia encontram-se representadas na reação (3.6).

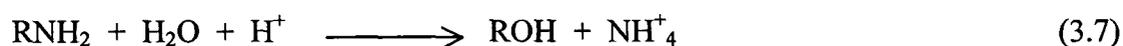


No lodo ativado a nitrificação ocorre no tanque de aeração, sendo o processo muito sensível às variações de pH, temperatura e idade do lodo (Metcalf & Eddy, 1991). A taxa de crescimento das nitrificantes, principalmente *Nitrossomonas* sp, é lenta e bastante inferior à das bactérias heterotróficas responsáveis pela remoção da matéria orgânica. As *Nitrobacter* sp têm uma taxa de crescimento mais rápida, razão pela qual, dificilmente ocorrem acúmulos de nitritos nos sistemas de tratamento (von Sperling, 1997).

As reações de nitrificação influenciam indiretamente na biocenose do lodo ativado, pois conduzem ao estabelecimento de determinadas condições, seletivas para alguns microrganismos:

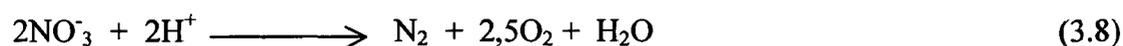
- I. As bactérias nitrificantes são microrganismos de crescimento lento, necessitando por isso de valores elevados de idade de lodo e, portanto, baixos valores da razão A/M;
- II. As nitrificantes apresentam uma grande sensibilidade a baixas concentrações de oxigênio, sendo que os tanques de aeração necessitam ser operados com valores de oxigênio dissolvido superiores a 2 mg.L<sup>-1</sup>(von Sperling, 1995; Lopes, 1996; van Haandel & Maraes, 1999);
- III. A primeira reação da nitrificação produz uma quantidade significativa de acidez, o que, em casos de águas residuárias com baixa alcalinidade, conduz a uma diminuição do pH.

Na reação de amonificação (3.7) o nitrogênio orgânico é convertido em nitrogênio amoniacal, inversamente à reação de assimilação (3.5).



onde: R = representação do radical

O processo de desnitrificação biológica (3.8), caracteriza-se pela produção de nitrogênio gasoso a partir da redução microbiológica de óxidos de nitrogênio. Os principais produtos são dinitrogênio (N<sub>2</sub>) e óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), embora tenha sido detectado ocasionalmente o óxido nítrico (NO). Os substratos usuais são nitrato e nitrito. Nesse processo, os óxidos de nitrogênio atuam como aceptores finais de elétrons.



O consumo de íon hidrogênio (H<sup>+</sup>) na desnitrificação implica numa economia da alcalinidade do meio. Em sistemas onde ocorrem a nitrificação, o pH pode reduzir-se a valores inaceitavelmente baixos, mas, se no mesmo sistema, ocorrer a desnitrificação, cerca de metade da alcalinidade consumida pode ser recuperada (van Handell & Maraes, 1999).

As bactérias responsáveis pela desnitrificação são aeróbias, mas capazes de crescerem em meios anaeróbios, utilizando o nitrato e/ou nitrito como aceptor final de elétrons durante a oxidação da matéria orgânica. No processo de lodos ativados, destacam-se as desnitrificantes: *Pseudomonas* sp, *Achromobacter* sp, *Bacillus* sp e *Paracoccus* sp. A desnitrificação pode ocorrer em zonas anóxicas presentes no próprio tanque de aeração, no decantador ou em compartimentos anóxicos específicos e acoplados ao sistema, geralmente designados de câmara ou tanque de desnitrificação. A aplicação da nitrificação/desnitrificação no sistema conduz a minimização do lançamento de nitrogênio no corpo receptor.

De acordo com van Haandel & Maraes (1999), os critérios de projeto utilizados no Brasil para sistemas de tratamento por lodos ativados com nitrificação, são adaptações dos critérios adotados em regiões de clima moderado, e na prática não se aplicam ao clima tropical. Nas regiões de clima moderado, a nitrificação só se desenvolve quando o sistema é projetado especificamente para esta finalidade, aplicando-se uma alta idade do lodo. No Brasil, a principal limitação consiste na capacidade de oxigenação do sistema, se esta for insuficiente, acontece competição entre as bactérias que oxidam o material orgânico e as nitrificantes, sendo as primeiras favorecidas pelas condições do meio (Lopes, 1996).

### **3.2.3. Metabolismo do Fósforo**

Os mecanismos de remoção biológica do fósforo em sistemas de lodos ativados têm sido alvo de muitos estudos nos últimos anos. O tratamento físico-químico através da precipitação com metais, formando fosfatos pouco solúveis, como fosfato de cálcio, apatita ou estruvita, estão tornando-se práticas evitáveis, principalmente devido ao elevado custo com a adição de sais e a acumulação de íons na água, restringindo sua aplicabilidade para vários usos.

Para que ocorra a remoção biológica do fósforo em sistemas de tratamento é essencial a alternância de zonas anaeróbias e zonas aeróbias durante o processo. O princípio da remoção baseia-se no fato da zona anaeróbia provocar uma condição de estresse bacteriano resultando na liberação de fósforo. Na zona aeróbia seguinte, ocorre uma elevada assimilação do fósforo disponível no meio líquido, superior à dos requisitos metabólicos

normais das bactérias. Ao remover o lodo excedente, remove-se bactérias com teores de fósforo muito mais elevado de que aquelas encontradas em sistemas convencionais.

A zona anaeróbia é considerada um seletor biológico para os microrganismos armazenadores de fósforo, pois nesta zona, as condições do meio lhes propiciam a vantagem de assimilar o substrato antes de quaisquer outros microrganismos.

Em anaerobiose, parte da matéria orgânica facilmente biodegradável (DBO solúvel) é convertida em moléculas orgânicas simples de baixo peso molecular, como ácidos graxos voláteis, que passam a estar disponíveis no meio. Os Organismos Acumuladores de Fósforo - OAPs preferem estes compostos, os quais são rapidamente assimilados e acumulados dentro das células. Os fosfatos acumulados na etapa aeróbia, são liberados das células no fornecimento de energia, transporte do substrato e formação e armazenamento de produtos metabólicos orgânicos, como polihidroxiburato - PHB.

O PHB é oxidado a gás carbônico e água. O fósforo solúvel é retirado da solução pelos OAPs, sendo armazenado em suas células para geração de energia na fase anaeróbia. Em decorrência da disponibilidade de substrato, a população de OAPs aumenta.

A remoção do fósforo do sistema é realizada através do descarte do lodo excedente, visto que, após a alternância das etapas anaeróbias e aeróbias, o fósforo foi incorporado em grandes quantidades nas células dos OAPs incorporados ao floco.

Vários fatores interferem na remoção de fósforo no processo alterando a fisiologia e o desenvolvimento das OAPs. De acordo com Sedkal, 1991 apud von Sperling, 1997, alguns desses fatores são: pH inferior a 6,5; baixas temperaturas; presença de oxigênio dissolvido e nitratos nas zonas anaeróbias; concentrações de oxigênio dissolvido menores que 1,5 mg.L<sup>-1</sup> e maiores que 3,0 mg.L<sup>-1</sup> nas zonas aeróbias; baixa idade do lodo; entre outros.

No curto período em que se tem conhecimento sobre o mecanismo de remoção biológica do fósforo, já foram desenvolvidos vários sistemas que estão sendo aplicados na prática. A principal diferença entre eles diz respeito ao arranjo das zonas anaeróbias e aeróbias, e na recirculação, de modo a evitar a introdução de nitrato na zona anaeróbia. Alguns dos sistemas desenvolvidos para remover biologicamente o fósforo dos esgotos são: *Phoredox*,

*Bardenpho* modificado, *UCT*, *UCT* modificado e *Johannesburg*. Maiores detalhes sobre esses sistemas podem ser obtidos em van Haandel & Marais (1999).

#### 3.2.4. Metabolismo do enxofre

As principais formas de enxofre nas águas residuárias são os compostos orgânicos com enxofre em sua constituição, como algumas proteínas, lipídios e carboidratos, e os sulfatos. De acordo com Lopes (1996), destacam-se duas reações envolvendo o ciclo do enxofre, no processo de lodos ativados:

- I. A oxidação de compostos reduzidos de enxofre, mediada pelas sulfobactérias *Beggiatoa* sp, *Thiothrix* sp e *Thiobacillus* sp. Essas bactérias filamentosas obtêm energia a partir da oxidação do enxofre reduzido e possuem a capacidade de formar grânulos intracelulares de enxofre, os quais, na ausência de substratos orgânicos externos, podem ser utilizados como fonte de energia;
- II. A redução do sulfato e formação de sulforetos (utilizados posteriormente para a síntese de aminoácidos). Essa reação é mediada principalmente pelas *Desulfovibrio* sp, *Desulfobacter* sp e *Desulfococcus* sp.

A existência de enxofre reduzido no tanque de aeração, constitui em excelente indicativo da ocorrência de condições anaeróbias indesejáveis ao processo aeróbio (Lopes, 1996).

### **3.3. MICROBIOLOGIA DE LODOS ATIVADOS**

Os processos biológicos de tratamento de águas residuárias são protótipos artificiais, compactos e concentrados de processos naturais de depuração onde intervêm uma população biológica variada, complexa e em competição constante, ou seja, um ecossistema em que cada organismo tem uma taxa de crescimento específica dependente de fatores bióticos e abióticos, controláveis ou não, tais como: a disponibilidade de substrato, fatores ambientais e outros relativos ao dimensionamento e operação dos sistemas.

Nos sistemas de lodos ativados procura-se intensificar a proliferação de certos microrganismos, especialmente bactérias, que além da propriedade de oxidar aerobicamente a matéria orgânica e a amônia, possuem a característica especial de formarem massas capazes de adsorver partículas em suspensão – a floculação biológica. Essa característica é fundamental no tratamento da fase líquida do esgoto contendo finas partículas em suspensão. A formação dessas massas de maior tamanho e densidade, chamadas de flocos biológicos, confere à biomassa suspensa capacidade de rápida sedimentação.

Além das bactérias, outros microrganismos presentes e de papel fundamental no processo são os componentes da microfauna – protozoários e micrometazoários. A presença desses organismos pode ser utilizada como indicador biológico das condições e eficiência do sistema, tendo em vista que a microfauna pode ser facilmente observada ao Microscópio Óptico, enquanto a microflora (bactérias) requer processos lentos e onerosos de visualização e identificação.

A natureza da microfauna presente no lodo ativado é característica da idade do lodo, da saprobicidade, das concentrações de oxigênio dissolvido disponível ao metabolismo aeróbio, da presença e quantidade de determinados substratos, do pH do meio, etc.

No lodo ativado, as populações de bactérias (decompositores primários) fixam um substrato complexo, geralmente variável em qualidade e quantidade. A partir desses organismos, vive uma fauna de consumidores primários, também sujeitos à predação entre

si (protozoários). As interações, tanto de competição quanto de predação, são muito diversificadas (Drakides, 1980 apud CETESB, 1991).

### 3.3.1. Nutrição dos organismos

De maneira geral, os microrganismos juntamente com os demais seres vivos, são classificados em dois grandes grupos relativos às necessidades energéticas e nutricionais: os autotróficos e os heterotróficos. Os primeiros sintetizam substâncias orgânicas a partir de substratos inorgânicos ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ). Já os heterotróficos requerem substratos orgânicos para retirar a energia necessária ao seu metabolismo. Dentro dessa classificação subdividem-se quatro categorias nutricionais, baseadas na natureza da fonte energética e na fonte principal de carbono (Branco, 1986; CETESB, 1991):

- Fotoautotróficos – são organismos que utilizam a luz como fonte de energia e o  $\text{CO}_2$  como fonte de carbono. Fazem parte dessa categoria os fotossintéticos: as algas e os vegetais superiores, algumas bactérias e certos protozoários;
- Fotoheterotróficos – utilizam a luz como fonte de energia e um composto orgânico como fonte principal de carbono. Aqui se incluem as bactérias púrpuras e as bactérias verdes;
- Quimioautotróficos – utilizam uma fonte de energia química e o  $\text{CO}_2$  como fonte principal de carbono. A energia é obtida pela oxidação de compostos inorgânicos tais como  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{H}_2$ , formas reduzidas do enxofre ( $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{S}$ ,  $\text{S}_2\text{O}_3$ ) e compostos ferrosos. As bactérias pertencentes a essa categoria nutricional crescem em meios minerais simples, na ausência de luz, sendo por isso, conhecidas também como quimiolitotróficas;
- Quimioheterotróficos – utilizam uma fonte de energia química e um composto orgânico como fonte principal de carbono. Nessa categoria, tanto a fonte de carbono quanto a de energia podem ser derivadas de uma substância orgânica simples. Incluem-se entre os quimioheterotróficos, todos os metazoários, protozoários, fungos e a grande

maioria das bactérias. Em relação ao estado físico do nutriente orgânico que entra na célula, os organismos desta categoria podem ser subdivididos em:

- Osmotróficos – bactérias e fungos que retiram seus nutrientes do meio sob forma dissolvida;
- Fagotróficos – organismos que, através da fagocitose, retiram partículas sólidas como alimento.

Os quimioheterotróficos podem ainda serem subdivididos de acordo com o estado de decomposição da matéria orgânica utilizada:

- Holozóicos – utilizam matéria orgânica viva. Fazem parte dessa subdivisão, a maioria dos animais e alguns protozoários;
- Sapróbios – utilizam matéria orgânica morta (putrefação). São seres saprozóicos, a maioria dos protozoários, alguns animais, etc.

Os microrganismos possuem uma grande versatilidade nutricional para o seu crescimento e manutenção, podendo incluir-se em mais de uma categoria da classificação descrita acima.

Segundo Wanner (1994), os microrganismos presentes no lodo ativado, podem ser classificados, de forma geral, em dois grandes grupos:

- i.* os decompositores – constituindo cerca de 95% da população microbiana, são na maioria bactérias, alguns fungos, e também alguns protozoários osmotróficos. Estes microrganismos são responsáveis pela degradação bioquímica dos substratos presentes nos esgotos;
- ii.* os consumidores – alimentam-se de bactérias e protozoários, incluindo a microfauna, composta por protozoários fagotróficos e metazoários microscópicos. Possuem papel secundário na degradação da matéria orgânica, mas são de elevada importância na manutenção do balanço ecológico do sistema.

### **3.3.2. Bactérias**

As bactérias são os microrganismos mais importantes na decomposição da matéria orgânica e reciclagem de nutrientes (materiais). Foram os primeiros seres vivos a habitarem a Terra, possuem rápido crescimento, 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.

Componentes do Reino Monera, as bactérias, seres unicelulares e procariotas (possuem citoplasma não compartimentalizado), podem ser visualizadas apenas ao microscópio. O tamanho de suas células é de 0,5 – 25 micra. Possuem grande variedade morfológica: cocos, bacilos ou bastonetes, espiraladas e filamentosas em diversos arranjos.

No tratamento biológico de despejos, as bactérias são as principais responsáveis pela degradação. No processo de lodos ativados, elas desempenham três papéis básicos: a oxidação da matéria carbonácea, a nitrificação e a formação dos flocos que confere a capacidade de sedimentabilidade ao lodo. De acordo com as propriedades metabólicas, as bactérias presentes no lodo ativado podem ser englobadas em sete grandes grupos, os quais encontram-se resumidos no quadro 4.

#### **3.3.2.1. Respiração aeróbia**

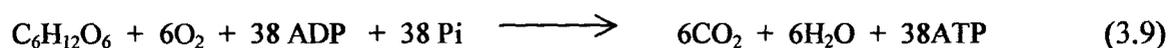
As bactérias aeróbias heterotróficas, presentes em grande densidade no lodo ativado, obtêm a maior parte de sua energia através da respiração, definida como oxidação de combustíveis orgânicos (substratos) pelo oxigênio molecular. Na respiração, o oxigênio serve como acceptor final de elétrons. A energia obtida como a oxidação do substrato é armazenada sob a forma de ligações químicas de alta energia que, posteriormente, será utilizada pela célula. A formação dessas ligações é o processo conhecido como fosforilação oxidativa, onde a adenosina-difosfato (ADP) é convertida em adenosina-trifosfato (ATP), sendo esta última, o composto que armazena a energia obtida na respiração.

**Quadro 4 – Grupos metabólicos de bactérias envolvidas no processo de lodos ativados.**

DESIGNAÇÃO	EXEMPLOS	CARBONO / ENERGIA / ACCEPTOR DE ELÉTRONS	FORMA DE CRESCIMENTO
Organotróficas aeróbias	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formadoras de flocos: <i>Bacillus</i>, <i>Pseudomonas</i>, <i>Micrococcus alcaligenes</i>, <i>Moraxella</i>, <i>Flavobacterium</i>.</li> <li>• Várias filamentosas</li> <li>• Cianobactérias</li> </ul>	Orgânico / Oxidação aeróbia / Oxigênio (O <sub>2</sub> ).	Formadoras de flocos Filamentosas
Fermentativas	<i>Aeromonas</i> <i>Pasteurella</i> <i>Alcaligenes</i>	Orgânico / Fermentação / Carbono orgânico.	Formadoras de flocos
Desnitrificantes (organotróficas anóxicas)	<i>Achromobacter</i> , <i>Alcaligenes</i> , <i>Arthrobacter</i> , <i>Bacillus</i> , <i>Flavobacterium</i> , <i>Pseudomonas</i> , <i>Moraxella</i> .	Orgânico / Oxidação em condições anóxicas / Nitrato (NO <sub>3</sub> ).	Formadoras de flocos Filamentosas
Nitrificantes	<i>Nitrossomonas</i> <i>Nitrobacter</i>	Inorgânico / Oxidação da amônia (NH <sub>4</sub> ) em condições aeróbias / Oxigênio (O <sub>2</sub> ).	Agregado (colônias)
Poli-P (OAP's)	<i>Acitobacter</i> <i>Pseudomonas</i> <i>Moraxella</i>	Orgânico / Polifosfatos e produtos orgânicos armazenados / Oxigênio (O <sub>2</sub> ).	Agregado (colônias) Forma filamentosa
Oxidativa de enxofre	<i>Beggiatoa</i> , <i>Triothrix</i> , <i>Thiobacillus</i>	Inorgânico / Oxidação aeróbia / Oxigênio (O <sub>2</sub> ).	Forma filamentosa Formadora de flocos
Redutoras de sulfato	<i>Desulfovibrio</i> <i>Desulfobacter</i>	Orgânico / Oxidação anaeróbia / Sulfato (SO <sub>4</sub> ).	Formadoras de flocos

Fonte: Lopes, 1995.

O processo respiratório dos aeróbios heterotróficos compreende as etapas da glicólise (degradação de uma molécula de glicose a duas de ácido pirúvico), o ciclo do ácido tricarbóxico e a cadeia respiratória. A quantidade de ATPs gerada em cada etapa é respectivamente, 2, 30 e 6 ATPs. A equação geral (3.9) da respiração bacteriana, durante a quebra da glicose, é representada da seguinte forma:



Em condições de ausência de oxigênio, o processo é dito anaeróbio e apresenta um rendimento baixo de 2 ATPs durante a glicólise.

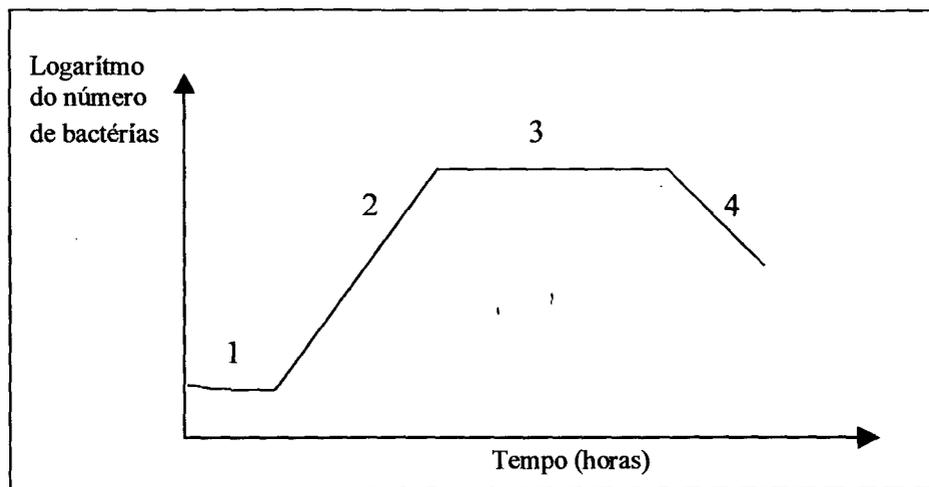
As bactérias quimioautotróficas utilizam a energia de ligação de compostos inorgânicos para sintetizar os compostos orgânicos celulares, processo conhecido como quimiossíntese. São exemplo dessas bactérias as nitrificantes, que utilizam a amônia ou nitrito.

### 3.3.2.2. Crescimento bacteriano

O crescimento dos microrganismos, em culturas puras, pode ser observado segundo o modelo da curva de crescimento descrita por Monod (1941) apud CETESB (1989), reproduzida na figura 5, e que representa as seguintes etapas ou fases:

- (1) Fase Lag ou de Aclimação: nesta fase não ocorre aumento do número de microrganismos, na medida em que eles elaboram o arsenal enzimático necessário ao consumo dos substratos;
- (1-2) Fase de Aceleração: nesta fase inicia-se o crescimento microbiano, face ao consumo de substrato. A velocidade de crescimento aumenta com o tempo;
- (2) Fase Log ou Exponencial: frente às condições adequadas de vida (substrato abundante, baixa concentração de metabólitos tóxicos, etc.), os microrganismos crescem em velocidade máxima, a qual pode ser representada por uma função exponencial;
- (2-3) Fase de Desaceleração: a velocidade de crescimento passa a diminuir, uma vez que o substrato disponível começa a escassear, e já existe o acúmulo ponderável de excretas tóxicas;
- (3) Fase Estacionária: a velocidade de crescimento dos microrganismos volta a ser nula, devido ao esgotamento dos substratos ou ao acúmulo de substâncias tóxicas em níveis incompatíveis com o desenvolvimento microbiano;
- (4) Fase de Declínio: ocorre a diminuição do número de microrganismos (velocidade de crescimento negativa) causada pela sua morte e lise.

A aeração do esgoto, por qualquer processo de tratamento, produz a oxidação rápida do material orgânico através de uma intensa proliferação de bactérias aeróbias, as quais consomem o material nutriente, entrando em fase endógena, por superpopulação.



**Figura 5** – Modelo de curva de crescimento de microrganismos em cultura pura. Convenções: 1 – Fase de Aclimação, 2 – Fase exponencial, 3 – Fase estacionária e 4 – Fase endógena. Fonte: CETESB, 1991.

Nas fases estacionárias e de declínio, os microrganismos consomem suas reservas protoplasmáticas, sendo este processo conhecido como metabolismo endógeno. Essas duas fases podem também ser chamadas de fase endógena. Embora a curva de crescimento tenha sido descrita para culturas puras, sua utilização é freqüente para culturas mistas, tal como no processo de lodos ativados (Metcalf & Eddy, 1991; von Sperling, 1995; CETESB, 1997).

No tanque de aeração, o lodo biológico encontra-se misturado com o meio líquido, sendo constituído, em sua maior parte, por uma população mista de bactérias agregadas sob a forma de flocos biologicamente ativos. O crescimento dessa população mista de microrganismos não é sincronizado, enquanto uma parte se encontra em fase exponencial de crescimento, portanto de renovação celular, outra parte encontra-se na fase estacionária e uma outra ainda, na fase de declínio. Dependendo das condições de operação do sistema, é possível manter uma parcela maior de bactérias nestas duas últimas fases, ou seja, na fase endógena. A importância da manutenção da fase endógena para o processo, está na diminuição da biomassa devido à auto-oxidação (metabolismo endógeno), e também porque nessas condições a floculação bacteriana é mais intensa.

### 3.3.2.3. Formação dos flocos

O floco biológico produzido nos sistemas de lodos ativados, consiste de uma estrutura heterogênea, composta principalmente, por microrganismos, dentre os quais: bactérias, protozoários, fungos, rotíferos, pequenos vermes, tardígrados e até mesmo larvas de inseto.

A fração não biológica dos flocos contém partículas orgânicas e inorgânicas constituintes da água residuária, e polímeros extracelulares, apresentando estes últimos, importante papel na biofloculação (Eikelboom, 1983, apud Lopes, 1996; Wanner, 1994).

A biofloculação parece resultar da interação de polímeros extracelulares produzidos pelas bactérias quimiorganotróficas, constituindo o glicocálix (camada que reveste a membrana externa das células gram negativas) e os peptidoglicanos das células gram positivas. Essa camada aumenta a viscosidade do líquido, favorecendo a atividade enzimática extracelular e a conseqüente agregação das células.

A bactéria *Zooglea ramigera*, cuja principal característica está na grande quantidade de massa gelatinosa que suas colônias são capazes de produzir, foi por muito tempo considerada a espécie mais importante para a floculação, no processo de lodos ativados. Hoje em dia, sabe-se que é possível obter floculação por inúmeras espécies de bactérias, e que essa característica de produzir floculação não está relacionada com propriedades especiais de um ou alguns tipos de bactérias, mas sim, com determinadas condições de vida em que estas se encontram (Branco, 1986).

De acordo com McKinney (1956) e Branco (1986), a floculação é proporcionada por características coloidais da massa de bactérias, relacionadas com a intensidade das atividades metabólicas destas. As bactérias comportam-se como micelas de um colóide do tipo hidrófobo ou líofobo, isto é, como colóides inorgânicos. Nesse tipo de colóides, as micelas se encontram sujeitas a duas ordens de forças antagônicas:

- (a) uma proporcionada pela sua própria carga superficial eletrocinética ou potencial zeta, originada pela adsorção de íons do meio pela partícula – sendo sempre

cargas de mesmo sinal, em todas as partículas, elas tendem a se repelir quando aproximadas umas das outras;

- (b) outra agindo em sentido oposto, responsável por uma atração que se verifica entre as partículas e que se denomina força de *Van der Waals*.

Sempre que as micelas do colóide se chocam umas com as outras, em virtude do movimento *Browniano*, duas coisas podem suceder: ou aglutinam-se, e isso acontece sempre que o potencial zeta das partículas é muito baixo, prevalecendo as forças de Van der Waals, ou tornam a se repelir, no caso do potencial eletrocinético ser elevado (Branco, 1986). No primeiro caso, diz-se que houve floculação do sistema, e esta pode ocorrer sempre que são misturados colóides de cargas opostas, ou quando se mistura um polieletrólito à solução .

As bactérias quando em um meio rico em nutrientes, apresentam-se dotadas de grande motilidade, sendo por isso, capazes de “fugir” a floculação, contrapondo a sua própria energia de locomoção, às forças de *Van der Waals* que procuram aproximá-las. Já no material floculado, as bactérias se apresentam imóveis e com o metabolismo reduzido ao mínimo (Branco, 1986).

A floculação não ocorre quando as bactérias encontram-se em fase logarítmica de crescimento (quando o meio é extremamente rico em nutrientes) e também na fase de declínio (quando o meio é mais pobre e a proliferação é apenas proporcional à quantidade de matéria nutritiva); apenas são floculadas as bactérias em fase endógena, quando esgotados os nutrientes, elas passam a viver, principalmente, de suas próprias reservas nutritivas, caindo a curva de reprodução. Sendo assim, a floculação está condicionada, além dos fatores coloidais, à capacidade energética do meio em que as bactérias encontram-se. Quando a relação DBO/Biomassa é muito elevada, as bactérias têm seu metabolismo intensificado e suas atividades locomotoras impedem a floculação; quando baixo, as bactérias entram em inatividade, aderindo-se umas às outras toda vez que o movimento Browniano as põe em contato. Se ao material floculado, forem adicionados compostos nutritivos, os flocos se desfazem novamente; se as bactérias não floculadas

forem retiradas do meio de cultura rico em nutrientes e colocadas em simples solução salina, passam a formar flocos (Branco, 1986).

Quanto à estrutura dos flocos, Sezgin *et al.* (1978) elaboraram a teoria do “esqueleto filamentosos”, cujo aspecto principal é considerar que os microrganismos filamentosos têm papel fundamental na estabilidade da estrutura dos flocos biológicos. De acordo com esta teoria, os flocos podem ser divididos em dois níveis estruturais: a microestrutura e a macroestrutura.

A macroestrutura, constituída por bactérias filamentosas, agregadas através dos seus polímeros extracelulares, exerce função de matriz estrutural compondo o “esqueleto” interno dos flocos. Nesta estrutura, agregam-se, através dos polímeros extracelulares, os microrganismos formadores de flocos, principalmente bactérias não filamentosas, constituintes da microestrutura.

A microestrutura é a base para a formação de qualquer floco. Um floco pequeno, também denominado *pin flocc* pode ser constituído apenas pela microestrutura. Sistemas de tratamento com esse tipo de floco apresentam Índice Volumétrico de lodo (IVL) menores que  $70 \text{ mL.g}^{-1}$  e após decantação produzem um sobrenadante com elevada turbidez (Jenkins *et al.*, 1993).

Os flocos de maior tamanho, constituídos de macroestrutura e microestrutura, são consistentes e de grandes dimensões (500 – 1000  $\mu\text{m}$ ), mas apresentam aspecto irregular, visto que desenvolvem-se na mesma direção que os microrganismos filamentosos (Jenkins *et al.*, 1993).

Segundo Jenkins *et al.* (1993), os flocos ideais são grandes, densos, compactos e com aspecto resistente. Nestes flocos verifica-se um equilíbrio entre os microrganismos formadores de flocos e os filamentosos. O lodo com essas características, normalmente apresenta IVL entre 80 – 120  $\text{mL.g}^{-1}$ , e quando sedimenta, produz um sobrenadante pouco turvo.

Tendo em vista que a população microbiana atuante nos processos metabólicos de degradação da matéria orgânica é a mesma que constitui os flocos biológicos, os nutrientes e o oxigênio devem penetrar até o centro do floco por um mecanismo de difusão, de modo a estarem disponíveis a todos os microrganismos. No entanto, a concentração de oxigênio diminui em direção ao centro do floco, permitindo que as reações aeróbias ocorram apenas nas proximidades da superfície do mesmo. No interior, onde a concentração de oxigênio normalmente chega a ser zero, formam-se zonas anóxicas, podendo ocorrer reações de desnitrificação. A formação destas zonas depende do tamanho do floco, da taxa respiratória das células que o constituem e da tensão do oxigênio dissolvido na massa líquida (*mixed liquor*).

#### **3.3.2.4. Problemas relacionados a formação dos flocos**

De acordo com Jenkins *et al.* (1993), os problemas existentes na fase de floculação podem ser interpretados como falhas na microestrutura e/ou na macroestrutura dos flocos. A nomenclatura desses problemas está relacionada aos efeitos que estes causam ao processo. No quadro 5 pode-se verificar a denominação usual, a causa e os efeitos desses problemas.

O número de filamentos e o diâmetro médio dos flocos presente no tanque de aeração, indicam as características do lodo (Quadro 6).

#### **I – Crescimento Disperso:**

O crescimento disperso corresponde a uma falha na microestrutura dos flocos, a qual impede a ligação dos microrganismos entre si (Jenkins *et al.*, 1993). As células microbianas não se unem, e portanto, não formam os flocos. Os microrganismos permanecem dispersos no meio de cultura como células individuais ou como pequenos agregados de diâmetro entre 10 e 20  $\mu\text{m}$ , resultando numa sedimentação pouco eficiente. O crescimento disperso é geralmente observado em sistemas operados com valores baixos de idade de lodo e na fase inicial do sistema ou posteriormente em fase de arrastamento de lodo (Wanner, 1994).

**Quadro 5 - Causas e efeitos de problemas relacionados à formação dos flocos em sistemas de lodos ativados**

DENOMINAÇÃO	CAUSA (s)	EFEITO (s)
Crescimento disperso	- Baixa produção de polímeros extracelulares. - Reduzida idade do lodo; - Alta concentração de substratos rapidamente biodegradáveis;	- Efluente com turbidez elevada; - Má sedimentação do lodo.
Lodos viscosos/gelatinosos (também conhecido como <i>bulking</i> não filamentoso)	- Elevada produção e presença de biopolímeros extracelulares produzidos por bactérias formadoras de flocos.	- Reduzida sedimentação; - Perda de lodo no decantador secundário; - Diluição da recirculação; - Aparecimento de espuma.
Microflocos ou <i>pin floc</i>	- Formação de flocos esféricos, pequenos e compactos que sedimentam lentamente .	- Baixo índice volumétrico do lodo (IVL); - Efluente final com elevada turbidez.
<i>Bulking</i> filamentoso	- Crescimento excessivo dos microrganismos filamentosos interferindo na compactação, sedimentação e concentração do lodo ativado.	- Alto índice volumétrico do lodo (IVL); - Dificuldades na sedimentação do lodo; - Dificuldades na manutenção da concentração da biomassa no tanque de aeração; - Baixa taxa de desidratação do lodo; - Excesso de carga hidráulica no processamento do lodo .
Manta ascendente	- Ocorrência de desnitrificação no decantador secundário.	- Formação de espuma na superfície do decantador secundário, devido ao arraste de sólidos pelas bolhas de gás nitrogênio resultantes da desnitrificação.
Escumas	- Presença de surfactantes não degradáveis e de <i>Nocardia</i> spp., <i>Microthrix parvicella</i> ou Tipo 1863.	- Formação de espuma na superfície do tanque de aeração; - Putrefação do material contido nas escumas.

Fonte: adaptado de Jenkins *et al.*, 1993.

**Quadro 6 – Relação entre a concentração de bactérias filamentosas, o diâmetro médio dos flocos e as características do lodo.**

Filamentos (bactérias/mL)	Diâmetro médio dos flocos	Características do lodo
$10^1$ a $10^2$	Pequeno diâmetro (<50 $\mu$ m)	Lodo disperso ( <i>pin-point</i> )
$10^2$ a $10^6$	Pequeno diâmetro (<50 $\mu$ m)	Provável intumescimento do lodo
$10^6$ a $10^8$	Pequeno a médio diâmetro (<100 $\mu$ m)	Muito provável intumescimento do lodo
	Grande diâmetro (>150 $\mu$ m)	Provável intumescimento do lodo
> $10^8$		Intumescimento do lodo

Fonte: CETESB, 1991.

A existência de crescimento disperso impede a ocorrência de biofloculação devido à baixa produção de polímeros extracelulares (produtos de armazenamento de bactérias organotróficas). Este fato pode ser explicado pela elevada concentração de substratos rapidamente biodegradáveis no reator biológico, não estimulando as bactérias a sintetizarem estes tipos de compostos ou, pela presença de algum composto tóxico ou inibitório na água residuária, provocando o bloqueio da síntese de biopolímeros (Wanner, 1994).

Ocasionalmente, o crescimento disperso dos flocos pode surgir devido à presença de agentes tensoativos, pouco biodegradáveis causadores da “desfloculação” de lodos ativados já floculados (Jenkins *et al.*, 1993).

## **II – Lodos viscosos/gelatinosos**

Inicialmente, este problema foi designado de “*bulking* viscoso”, mais tarde Eikelboom & van Buisen (1983) designaram-no *Zooglea bulking*.

Este fenômeno corresponde a uma falha na microestrutura dos flocos. O lodo ativado contém quantidade excessiva de biopolímeros extracelulares, os quais possuem características de colóides hidrofílicos o que torna-os retentores de água. Dessa forma adquirem uma consistência viscosa, tipo gelatina, pouco sedimentável e compacta (Jenkins *et al.*, 1993).

A denominação de “*Zooglea bulking*” utilizada por diversos autores, surgiu pelo fato das bactérias do tipo *Zooglea* serem grandes produtoras de biopolímeros e muitas vezes, constituírem colônias viscosas as quais produzem muito mais biopolímeros do que a quantidade considerada suficiente para a formação dos flocos ideais. O crescimento de colônias destas bactérias está geralmente associado à presença de substratos rapidamente biodegradáveis (especialmente ácidos voláteis) ou à um elevado gradiente de concentração dos mesmos (Lopes, 1996).

Num sistema que apresenta lodo viscoso, pode-se observar a perda de lodo no decantador secundário e a diluição do lodo da recirculação. Quando o sistema é excessivamente aerado, podem aparecer espumas na superfície do tanque de aeração. Estas espumas, muitas vezes, contém grande parte da biomassa do sistema.

Os métodos para controle deste problema ainda são pouco desenvolvidos, mas segundo Jenkins *et al.* (1993), o *bulking* não filamentoso não pode ser controlado através da adição de polímeros, cloração ou adição de peróxido de hidrogênio. van Leeuwem (1989) apud Lopes (1996) obteve resultados satisfatórios com a adição de ozônio.

### **III – Microflocos (*Pin Flocc*):**

A formação de microflocos deve-se a uma falha na macroestrutura dos flocos. Ocorre, normalmente, em sistemas com cargas orgânicas muito baixas ou, no caso de esgoto industrial, por interferência química na sua formação (Jenkins *et al.*, 1993). A ausência de microrganismos filamentosos nos flocos faz com que a microestrutura seja a única responsável pela estabilidade dos mesmos, por esse motivo, os flocos são pequenos, aproximadamente esféricos e de fraca consistência. A turbulência do líquido no tanque de aeração faz com que eles se quebrem facilmente formando outros flocos ainda menores designados de microflocos. As suas dimensões variam de 50 a 100  $\mu\text{m}$  (Wanner, 1994). Segundo o mesmo autor, a desintegração dos flocos em sistemas de lodos ativados, com subsequente formação de microflocos, resultam de elevadas idade de lodo e baixos valores da razão A/M.

Durante o teste de sedimentação em um lodo com microflocos, os flocos maiores sedimentam rapidamente (IVL baixo) e o sobrenadante turvo engloba uma fração substancial da biomassa total (Lopes, 1996).

### **IV – Manta Ascendente**

Comumente, verifica-se a ressuspensão de lodo nos decantadores secundários devido à produção de bolhas de gás por desnitrificação. O nitrato produzido no tanque de aeração é utilizado, na ausência de oxigênio, como aceptor final de elétrons para as bactérias

facultativas. As bolhas de gás nitrogênio aderem aos flocos que ascendem à superfície e ficam a flutuar. Este problema pode também estar associado com baixas concentrações de sólidos suspensos no tanque de aeração, altas taxas de recirculação ou aeração excessiva nos reatores (von Sperling, 1995; Lopes, 1996).

O problema da manta ascendente pode ser controlado com o aumento da recirculação de lodo, a redução do fluxo do tanque de aeração para o decantador e a redução da idade do lodo (Metcalf & Eddy, 1991).

## V – *Bulking*

O termo *bulking* pode ser analisado de diferentes pontos de vista, Eikelboom & van Buisen (1981) o definiram como o lodo que sedimenta lentamente e cuja compactação é fraca devido ao crescimento excessivo de microrganismos filamentosos e/ou *Zooglea*, definição esta que envolve o *bulking* não filamentosos.

Jenkins *et al.* (1993) definiram *bulking* como uma falha na macroestrutura originada pelo seu excesso, relacionando o aparecimento deste problema com a presença excessiva de microrganismos filamentosos.

Quando os microrganismos filamentosos estão ausentes, ou estão em número reduzido, os flocos são fortemente compactados, fazendo com que a água seja repelida dos espaços entre eles, através da gravidade. No contrário, quando os organismos filamentosos encontram-se em excesso, ocorrem dois tipos de interferência:

1. O acúmulo de água no interior do floco – quando os microrganismos filamentosos crescem no interior dos flocos, adquirindo uma estrutura aberta, eliminando-se assim uma quantidade considerável de água no *mixed liquor*;
2. O impedimento da agregação de flocos individuais – quando os filamentos emergem compactos e firmes para o *mixed liquor*.

Em qualquer um dos tipos de interferência, os microrganismos filamentosos impedem mecanicamente uma boa compactação dos flocos no tanque de aeração. O tipo de interferência na compactação e sedimentação depende da espécie do microrganismo filamentoso que predomina no sistema (Jenkins *et al.*, 1993).

Entretanto, o crescimento excessivo de microrganismos filamentosos não conduz necessariamente ao *bulking*. O aparecimento deste problema depende do tipo de filamento presente e da forma e morfologia dos flocos.

Novák *et al.* (1993) referem-se ao termo *bulking* para definir uma fase em que a taxa de sedimentação do lodo é baixa e a compactação dos flocos é fraca, sem qualquer relação com as causas. Daigger (1996), considera um sistema em *bulking* quando o lodo apresenta IVL igual ou superior à 150 mL.g<sup>-1</sup>.

As principais conseqüências do *bulking* são as dificuldades na sedimentação do lodo e na manutenção de sua concentração ideal ao tratamento, a baixa taxa de desidratação do lodo excedente e o excesso de carga hidráulica no processamento de lodo (Wanner, 1994).

Muitos autores têm estudado os fenômenos de *bulking* filamentoso, notadamente Eikelboom, 1975; Palm *et al.*, 1980; Eikelboom & van Buisen, 1983; Strom & Jenkins, 1984; Jenkins *et al.*, 1993; Pujol *et al.*, 1991; Blackall *et al.*, 1988, 1991, 1994; Hornsby, 1994; Kurnst & Reins, 1994; Lopes, 1996. Os estudos baseiam-se, essencialmente, na identificação taxonômica das espécies causadoras do problema.

## **VI – O uso de Seletores Biológicos**

Uma das maneiras de controle e prevenção do *bulking* é a utilização de Seletores Biológicos. Estas unidades controlam o desenvolvimento dos microrganismos filamentosos, através de mecanismos cinéticos e metabólicos seletivos. O efeito do seletor consiste no fato das populações microbianas, sujeitas às condições alternadas de disponibilidade de alimento, desenvolverem a capacidade de absorver e armazenar rapidamente substratos orgânicos solúveis durante o período de alimentação para posterior utilização no período de carência. Durante essas condições, a maioria dos organismos

filamentosos, possui menor capacidade de absorção e armazenamento, em relação aos formadores de flocos.

O Seletor Biológico pode ser aeróbio, se na oxidação do substrato for utilizado o oxigênio, anóxico, se a oxidação do substrato for efetuada com o nitrato e ocorrer a desnitrificação, e, anaeróbio, se ocorrer hidrólise dos polifosfatos armazenados nas células para obtenção de energia.

Nos seletores aeróbios, o processo seletivo baseia-se na velocidade dos microrganismos em absorver e armazenar rapidamente os substratos, visto que a maioria dos organismos filamentosos são aeróbios. É um tipo de seleção cinética. Quando o seletor opera em condições anóxicas ou anaeróbias, a seleção cinética é suplementada com a seleção metabólica, seja pela capacidade de realizar a desnitrificação (tendo em vista que a taxa de desnitrificação observada em microrganismos filamentosos é menor que a obtida para os formadores de flocos), ou seja pela capacidade de armazenar e hidrolisar as moléculas de polifosfato inorgânico intracelular (alguns filamentosos são incapazes de absorver os substratos em condições anaeróbias).

Apesar de controvérsias, a utilização de seletores têm demonstrado eficiência na prevenção do crescimento excessivo de alguns microrganismos filamentosos. No entanto, no caso de filamentos dos tipos 0041, 0675, 0092 e *M. Parvicella*, os seletores não constituem um bom método para o seu controle. Jenkins *et al.*, 1993, apresenta algumas razões para explicar o fato:

- esses microrganismos podem desnitrificar e portanto competir com sucesso nos seletores anóxicos (por exemplo *M. Parvicella* e o Tipo 0092);
- podem apresentar uma elevada taxa de absorção e armazenamento de substratos orgânicos solúveis (*M. Parvicella*);
- alguns têm capacidade de crescimento tanto na presença de substratos solúveis quanto na presença de substratos em suspensão, os quais não são removidos do seletor (Tipos 0675, 0041 e 0092).

Outros métodos, utilizados para o controle do *bulking*, são fundamentados na remediação do problema já estabelecido. Incluem a manipulação da idade do lodo, e, a adição de ozônio, polímeros, preparados enzimáticos, cloro ou peróxido de hidrogênio.

## VI – Escumas

A formação de espuma é um dos problemas mais comuns observados na operação dos sistemas por lodos ativados. Algumas dessas escumas são instáveis e, portanto, rapidamente controláveis; outras persistem e são difíceis de remover. Torna-se necessário distinguir as escumas provocadas por certos tipos de microrganismos filamentosos, de outras provocadas pela presença de grandes quantidades de compostos tensoativos de superfície.

Os microrganismos filamentosos, geralmente associados às escumas, são *Nocardia* sp e *Microthrix parvicella*. Ambos possuem superfícies hidrofóbicas e, quando presentes em excesso, permitem a ligação do floco às bolhas de ar. Estes agregados de menor densidade que a água, flutuam à superfície do reator formando escumas espessas de cor acastanhada, semelhantes às formadas pela manta ascendente (Jenkins *et al.*, 1993). Em sistemas operados com elevada carga orgânica (alta razão A/M e baixa idade do lodo) e na presença de níveis elevados de óleos e gorduras, o tipo bacteriano 1863 pode surgir. Outras espécies de microrganismos também podem ser observados nas escumas, mas, não como dominantes.

Na maioria dos casos, as escumas são provocadas por actinomicetos, grupo de organismos que não se diferenciam microscopicamente, e por isso, são designados por nocardiformes (Soddell *et al.*, 1992 apud Lopes, 1996) ou filamentos do tipo *Nocardia*, podendo também serem do gênero *Rhodococcus* sp.

São vários os problemas associados à presença de escumas formadas por microrganismos filamentosos, incluindo odores, desequilíbrio na concentração de sólidos e diminuição da qualidade do efluente (Lopes, 1996).

O controle sobre a formação de escumas baseia-se em ações preventivas e corretivas, entre as quais: a manipulação da idade do lodo, a seleção cinética e metabólica, a utilização de produtos anti-escumas e a remoção física. Maiores informações a respeito da utilização desses métodos, bem como sobre os organismos causadores do problema, podem ser obtidas nos trabalhos de Strom & Jenkins (1984); Blackall *et al.* (1988), Pit & Jenkins (1990), Foot *et al.* (1992), Jenkins *et al.* (1993), Eikelboom (1994); Lopes (1996).

### 3.3.3. Fungos

Os fungos são organismos eucariontes que não possuem tecidos verdadeiramente diferenciados, mas sim, um entrelaçado de inúmeros filamentos ou hifas compondo uma estrutura às vezes muito compacta, denominada micélio. Existem, desde formas unicelulares ou coloniais, formas filamentosas, geralmente ramificadas, até estruturas complexas, maciças e grandes, como os cogumelos. São heterotróficos de hábitos parasitários, ou saprofiticos (Branco, 1986).

Grande parte dos fungos são estritamente aeróbios com capacidade de crescimento em meios de baixo pH. O pH ótimo para a maioria das espécies situa-se entre 5 e 6, mas este valor pode variar entre 2 e 9. Estes organismos, possuem capacidade para sobreviverem em condições de deficiência de nitrogênio (Metcalf & Eddy, 1991).

Nos sistemas de tratamento por lodos ativados, os fungos não são habitantes frequentes, mas seu desenvolvimento pode ser estimulado se prevalecerem determinadas condições, tais como: pH próximo de 5, presença de grande quantidade de cabriolarmos e deficiência de nutrientes. O crescimento excessivo desses organismos pode levar o sistema à situação de *bulking* (CETESB, 1997).

Dentre os fungos encontrados nos sistemas de lodos ativados, os mais frequentes são: *Geotrichum* sp, *Cephalosporium* sp, *Cladosporium* sp, *Penicillium* sp e *Fusarium* sp (Lopes, 1996; CETESB, 1997).

### 3.3.4. A Microfauna

#### 3.3.4.1. Protozoários

O reino Protista ou Protozoa é constituído por uma grande variedade morfológica e fisiológica de organismos unicelulares, eucariontes, heterotróficos e aeróbios com mais de 50.000 espécies descritas (Spellman, 1997). São organismos muito pequenos, usualmente medindo entre 5 e 1000  $\mu\text{m}$  (WEF, 1990). O corpo da maioria das espécies é translúcido, mas algumas podem apresentar coloração devido à ingestão de alimento, ao material de reserva, ou à pigmentos (clorofila) (CETESB, 1997). Em condições pouco propícias, algumas espécies produzem carapaça.

Os protozoários são encontrados em todos os ambientes terrestres, tendo hábitos de vida livre, parasitários, saprozóicos ou em simbiose com vertebrados e invertebrados (Branco, 1986). Algumas espécies formam colônias, mas cada indivíduo (célula) é fundamentalmente independente do outro.

Devido ao alto grau de especialização dos protozoários, estes organismos foram designados Protozoa, palavra que significa Proto – primeiros e zoa – animais (Taylor & Sander, 1991). Cada organismo é formado de uma única célula que realiza as mesmas funções corpóreas de um vertebrado que possui vários órgãos e sistemas. Embora os protozoários não apresentem células ou tecidos diferenciados, alguns possuem estruturas relativamente complexas, observando-se regiões diferenciadas na célula para a execução de funções específicas.

Devido à presença de elevadas concentrações de material orgânico, ao grande número de bactérias e à disponibilidade de oxigênio criada pela aeração, o processo de lodos ativados constitui um habitat ideal para muitas espécies de protozoários. No tanque de aeração, podem ser encontrados mais de  $5,0 \times 10^4$  organismos. $\text{mL}^{-1}$ , perfazendo 5% do peso seco dos sólidos em suspensão (Di Marzio, 1990).

Os benefícios dos protozoários nos sistemas de lodos ativados foram comprovados em diversos estudos, dentre os quais destacam-se Baines *et al.* (1958), Curds (1970, 1973),

Gerardi (1986), Madoni (1981, 1994). Esses microrganismos contribuem no tratamento de águas residuais através dos seguintes mecanismos:

- i. Removendo bactérias e contribuindo para a clarificação do efluente;
- ii. Degradando a matéria orgânica, e, conseqüentemente reduzindo a DBO<sub>5</sub> do efluente;
- iii. Produzindo polissacarídeos e mucoproteínas que contribuem na floculação do material suspenso;
- iv. Interagindo com os demais organismos e mantendo o equilíbrio ecológico do sistema;
- v. Indicando as condições do lodo e a qualidade do efluente final;
- vi. Reduzindo a produção de lodo através da ingestão de bactérias floculadas.

A relação dos protozoários com a nitrificação não é bem conhecida. Têm-se verificado que o grau de nitrificação é maior quando estão presentes no reator *Vorticella* spp e *Epistylis* spp (Gerardi, 1986).

A identificação e quantificação dos protozoários presentes no lodo ativado, juntamente com conhecimentos relativos à ecologia destes organismos, podem ser de grande importância para a operação e manutenção destes sistemas. As espécies dominantes fornecem uma indicação microbiológica imediata acerca da qualidade esperada do efluente (WPC, 1990).

Os protozoários são classificados de acordo com a morfologia de suas células e os meios de locomoção que utilizam. Entre os grupos exclusivamente parasitas, a estrutura do esporo também constitui um importante aspecto. O sistema de classificação mais utilizado pelos pesquisadores é o adotado pelo *Committee of Systematics and Evolution of the Society of Protozoologists* (Levine, 1980 apud WPC, 1990). Uma síntese da taxonomia dos principais grupos envolvidos nos sistemas de tratamento de esgotos encontra-se descrita no quadro 7.

**Quadro 7** – Classificação dos protozoas de interesse nos processos de tratamento de esgotos.

<p><b>Filo 1: Sarcomastigophora.</b> Presença de flagelos e/ou pseudópodo, ausência de esporos</p> <p><b>Subfilo 1: Mastigophora.</b> Presença de flagelos, divisão por fissão binária</p> <p><b>Classe 1: Phytomastigophora.</b> Fitoflagelados – A maioria das espécies possuem cloroplasto, podem realizar fotossíntese (ex: <i>Euglena</i>)</p> <p><b>Classe 2: Zoomastigophora.</b> Zooflagelados – Não possuem cloroplastos, são translúcidos (ex: <i>Bodo</i>)</p> <p><b>Subfilo 2: Sarcodina.</b> Presença de pseudópodos</p> <p><b>Super classe 1:</b> Rhizopoda. Normalmente locomovem-se através de pseudópodos. Incluem espécies nuas (ex: <i>Amoeba</i>) e amebas tecadas (ex: <i>Arcella</i>).</p> <p><b>Super classe 2:</b> Actinopoda. Tipicamente plantônicos (ex: <i>Actinophrys</i>).</p>
<p><b>Filo 2: Apicomplexa.</b> Complexo apical visível em microscópio eletrônico. Todas as espécies são parasitas.</p> <p><b>Classe Sporozoea</b> (ex: <i>Cryptosporidium</i>).</p>
<p><b>Filo 3: Ciliophora.</b> Presença de cílios em pelo menos um estágio do ciclo de vida, dois tipos de núcleos e divisão transversal.</p> <p><b>Classe 1. Kinetofragminophorea:</b> Cílios orais poucos distintos dos cílios do corpo que são geralmente uniformes (ex: <i>Acineta</i>, <i>Chilodonella</i>, <i>Colpoda</i>, <i>Litonotus</i>).</p> <p><b>Classe Oligohymenophorea:</b> Presença de cílios na cavidade bucal e ciliação ausente ou presente na superfície corpórea. Cílios orais distintos dos cílios do corpo. (ex: <i>Paramecium</i>, <i>Colpodium</i>, <i>Uronema</i>, <i>Vorticella</i>).</p> <p><b>Classe 3. Polymenophorea:</b> Bem desenvolvido e distinto AZM (zona adoral de membranas); alguns grupos apresentam organelas ciliares (cirri) (ex: <i>Aspidisca</i>, <i>Euplotes</i>, <i>Oxytricha</i>).</p>

Fonte: WPC, 1990

O reino Protista está dividido em sete filios, sendo quatro destes: Apicomplexa, Microspora, Acetospora e Mixospora, exclusivamente parasitas; os outros três; Labirinthomorpha, Sarcomastigophora e Ciliophora contêm formas de vida livre e parasitas. Somente espécies dos filios Sarcomastigophora e Ciliophora são associados aos sistemas de tratamento de esgotos (WPC, 1990).

O filo Sarcomastigophora inclui os subfilios Mastigophora (Flagelados) e Sarcodina (Amebas). O grupo dos Flagelados é constituído pelos protozoários que possuem um ou mais flagelos como organelas de locomoção e alimentação. Executam movimento ondulatório na água, propelindo a célula para o próprio lado ou para o lado oposto da inserção do flagelo. Comumente, existem dois flagelos, um projetando-se na porção anterior, e outro mais curto na região posterior da célula. Frequentemente o flagelo é mais comprido que o corpo (WPC, 1990).

Os Flagelados são divididos em dois grupos ou classes: Os Phitomastigophora (Fitoflagelados) e os Zoomastigophora (Zooflagelados). Os primeiros, usualmente apresentam dois flagelos e possuem cloroplastos. Fazem parte desse grupo as algas unicelulares. São totalmente ou parcialmente autotróficas, alimentando-se de substâncias inorgânicas dissolvidas (holofíticos) e, em presença de luz, transformam CO<sub>2</sub> em água e cabriolarmos. Outros, são coloridos com tonalidade dependente do tipo de pigmento presente na célula. Algumas espécies vivem em colônias com muitas células embebidas em uma matriz gelatinosa (por exemplo: *Volvox* sp). Esses organismos fazem parte da comunidade de protozoários presentes em filtros biológicos, lagoas de oxidação e, por vezes podem ser encontrados no processo de lodos ativados. As duas ordens dominantes nos sistemas de tratamento são: Euglenida e Crysomonadida.

Os Zooflagelados possuem de um à vários flagelos, não são pigmentados, pois não contêm cloroplastos e ingerem matéria sólida (holozóicos) ou substâncias orgânicas e inorgânicas dissolvidas originadas da decomposição de outros seres vegetais e animais (saprozóicos) (CETESB, 1997). Esses organismos, apresentam hábitos parasitários ou de vida livre. As espécies de vida livre, normalmente possuem de dois a vinte flagelos e, são encontrados em todos os tipos de processo de tratamento de esgoto. As duas ordens dominantes em filtros biológicos são: Kinetoplastida e Diplomonadida (WPC, 1990).

Os organismos que compõem o subfilo Sarcodina (Amebas), têm como característica marcante a presença de pseudópodos (prolongamentos do protoplasma) como organelas de locomoção e alimentação. Nos processos de tratamento de esgotos, são comumente encontrados os Rhizopodas e Actinopodas. Os primeiros podem apresentar corpo nu (sem carapaça de revestimento) ou envoltos por uma carapaça (tecados). A matriz celular é dividida em uma camada externa (ectoplasma) que envolve a área granular interna (endoplasma) composta por núcleos, vacúolos contrácteis, vacúolos digestivos, grânulos de reserva e outras inclusões. As amebas tecadas possuem revestimento externo que pode ser constituído por proteínas, sílica, ferro, calcáreo, entre outros.

As amebas sem revestimento (“nuas”) e as amebas tecadas são habitantes frequentes nos sistemas de lodos ativados e filtros biológicos. No lodo ativado podem ser encontradas aproximadamente quinze espécies de amebas “nuas” e duas de amebas tecadas:

*Arcella vulgaris* e *Euglypha alveolata* (WPC, 1990).

Os actinopodas geralmente possuem formas simétricas, radiadas e delgados pseudópodos. Membros desse grupo podem apresentar estrutura de sustentação composta por sílica ou sulfato de estrôncio. Apesar de não serem habitantes comuns, aproximadamente sete espécies têm sido descritas em sistemas de tratamento de esgotos.

Os Ciliophora ou Ciliados compõem um grupo bastante distinto dos demais protozoários devido às especializações que suas células apresentam: cílios e dois tipos de núcleos, um macronúcleo vegetativo e um micronúcleo sexual. Reproduzem-se por simples divisão da célula ou por processos sexuais mais complexos.

Com exceção das lagoas de estabilização, normalmente, os Ciliados são os protozoários dominantes nos processos de tratamento aeróbios de esgoto, tanto no que se refere ao número de indivíduos, quanto na quantidade de biomassa. Aproximadamente 156 espécies já foram encontrados em sistemas aeróbios, incluindo grande número de Gynmostomes (organismos com ciliação oral proeminente), Gymenostomes (organismos com ciliação oral especializada), Peritrichs (organismos fixos a um substrato) e Hypotrichs (organismos que possuem cílios chamados cirri).

Os Ciliados encontrados nos sistemas de lodos ativados são comumente agrupados em três grupos:

- I. **Ciliados livre-natantes** – os que possuem cílios distribuídos regularmente por toda a célula e nadam livremente entre os flocos que compõem o lodo ativado. Algumas espécies se alimentam de bactérias e outras, de protozoários (carnívoros) dispersos no meio.
- II. **Ciliados predadores de flocos** – os que se alimentam das bactérias presentes nos flocos biológicos. Possuem a célula achatada dorsoventralmente e cílios modificados e agrupados na parte do corpo que fica em contato com o substrato. Retiram seu alimento dos flocos através do batimento dos cílios ventrais sobre o sedimento.

III. **Ciliados fixos ou pedunculados** – aqueles que ficam unidos ao substrato por um pedúnculo, podendo, algumas espécies, viverem em colônias. Os cílios encontram-se concentrados na região anterior do corpo, próximo à cavidade oral. O batimento desses cílios cria uma corrente de água que permite a captura do alimento (bactérias e outros protozoários) do meio circundante. Possuem uma fase larval livre-natante. Algumas espécies apresentam estruturas semelhantes à espinhos no lugar dos cílios, denominadas cirros, responsáveis pela captura passiva de presas que, por descuido, as tocam. Alguns gêneros são providos de uma organela contrátil, o mionema, localizado no interior do pedúnculo e que confere ao ciliado, rápida e eficiente contração.

Os Fitoflagelados são os únicos protozoários autotróficos, sendo produtores primários capazes de absorverem luz solar e fixarem o dióxido de carbono. Através deste processo, esses organismos armazenam em suas células, o componente orgânico resultante, tornando-os disponível como alimento para outros microrganismos. A luz constitui no principal fator limitante para os Fitoflagelados, e conseqüentemente, eles não se desenvolvem em processos de tratamento onde não há penetração de luz, como no lodo ativado.

Os Zooflagelados são organismos saprozóicos e juntamente com algumas espécies de amebas, utilizam o material orgânico dos esgotos, competindo com as bactérias heterotróficas. Muitos desses protozoas requerem vitaminas produzidas por certas bactérias.

Os fagotróficos alimentam-se de bactérias e de material particulado. Integram essa categoria nutricional, a maioria dos Ciliados e algumas amebas. Certas bactérias, particularmente aquelas que produzem pigmentos, são tóxicas aos fagotróficos.

Os protozoários carnívoros alimentam-se de outros protozoários. Nos sistemas de lodos ativados, muitas vezes são representados por certas espécies de Ciliados livre-natantes e alguns pedunculados. Em condições restritas, muitos dos Ciliados carnívoros podem usar de hábitos canibais.

Os gêneros de protozoários mais frequentes nos sistemas de lodos ativados, encontram-se descritos no quadro 8.

**Quadro 8** – Gêneros de protozoários frequentemente associados com o processo de lodos ativados.

GRUPOS	GÊNEROS FREQUENTES
<b>Ciliata – Ciliados</b>	
a) Ciliados livre-natantes	<i>Paramecium, Colpodium, Litonotus, Trachelophyllum, Amphileptus, Chilodonella</i>
b) Ciliados pedunculados	<i>Vorticella, Opercularia, Epistylis, Charchesium</i> e as <i>suctórias Acineta e Podophrya</i>
c) Ciliados predadores de flocos	<i>Aspidisca, Euplotes, Stylonychia, Oxytricha</i>
<b>Mastigophora – Flagelados</b>	<i>Bodo, Cercobodo, Mona, Oicomona, Cercomona, Peranema</i>
<b>Sarcodina – Amebas</b>	<i>Amoeba, Arcella, Actinophrys, Vahlkampfi, Astromoeba, Diffugia, Cochliopodium</i>

Fonte: adaptado de CETESB, 1991.

### 3.3.4.2. Micrometazoários

Apesar dos protozoários serem os mais abundantes componentes da microfauna nos sistemas de tratamento de esgotos, outros organismos microscópicos também podem surgir, os micrometazoários. Estes animais microscópicos são formados por agrupamento de células que formam verdadeiros tecidos os quais executam diferentes funções. As células dos micrometazoários possuem grau de especialização muito maior do que as células dos seres unicelulares (bactérias e protozoários).

No processo de lodos ativados, os micrometazoários são representados pelos Rotíferos, Anelídeos, Nematóides e Tardígrados, sendo os primeiros, os mais frequentes. Esses organismos possuem lenta taxa de crescimento, surgindo apenas em sistemas onde os sólidos ficam retidos por longos períodos de tempo. São heterotróficos obrigatórios, sendo a maioria composta por predadores.

Os Rotíferos são simples e pequenos invertebrados estritamente aeróbios encontrados em todos os ambientes aquáticos, podendo algumas espécies, viverem 45 dias. O filo Rotifera compõe um pequeno grupo de organismos com aproximadamente 2000 espécies

identificadas (WPC, 1990) e agrupadas em duas classes: Monogononta e Digononta. A principal diferença entre as duas é o número de gônadas presentes. Os Monogonontas apresentam apenas uma gônada e Digononta, duas. No quadro 9 encontram-se descritos os gêneros dos rotíferos típicos em sistemas de tratamento.

Algumas formas de rotíferos podem atingir até 3000  $\mu\text{m}$  de comprimento, mas a maioria têm o tamanho aproximado ao dos Ciliados, estando entre os menores micrometazoários. Alimentam-se de bactérias, pequenos protozoários, rotíferos, outros metazoários e material particulado. O corpo é transparente, alongado ou em forma de saco, geralmente cilíndrico e dividido em três partes: uma curta região anterior, o tronco e um pé terminal. A região anterior é composta por uma coroa de cílios capazes de criar uma corrente de água que concentra o alimento na região da boca. Estes cílios também auxiliam na locomoção por natação. Podem se deslocar com a ajuda do pé terminal.

No lodo ativado, os metazoários microscópicos auxiliam no tratamento das águas residuárias, através dos seguintes mecanismos:

1. Contribuem para a manutenção da população de bactérias saudáveis;
2. Atuam na recirculação de nutrientes minerais;
3. Aumentam a penetração de oxigênio no reator, prevenindo as condições anaeróbias;
4. Alimentam-se de bactérias que não estão unidas ao floco, contribuindo para a diminuição da turbidez no efluente;
5. Auxiliam na biofloculação através da produção de muco;
6. Contribuem na redução de DBO através do consumo de bactérias e sólidos em suspensão.
7. Favorecem o balanço ecológico do sistema

**Quadro 9** – Descrição dos gêneros de rotíferos comumente encontrados em sistemas aeróbios de tratamento de esgotos.

Classe Monogononta	Classe Digononta
Ordem Ploima	Ordem Bdelloidea
Família Brachionidae	Família Philodinidae <i>Philodina</i> spp <i>Rotatoria</i> spp
Subfamília Brachionidae <i>Brachionus</i> spp <i>Euchlanis</i> spp <i>Kellicottia</i> spp <i>Keratella</i> spp <i>Monostyla</i> spp <i>Epiphanes</i> spp <i>Platylas</i> spp	
Subfamília Colurella spp <i>Lepadella</i> spp <i>Colurella</i> spp	

**Fonte:** WPC, 1990.

Os Nematóides são macroinvertebrados terrestres capazes de viverem em ambientes de água doce. Devido à alta concentração de nematóides de vida livre nos solos, estes macroinvertebrados continuamente entram em ETEs, e podem estar presentes nos processos aeróbios de tratamento. São organismos alongados, cilíndricos, com extremidades gradualmente afiladas. Geralmente incolores, movimentam-se por contrações rápidas do corpo, que oscila em forma de “S”. Alimentam-se de material particulado e microrganismos, como: protozoários, outros nematóides, rotíferos e tardígrados. São aeróbios, mas, apresentam resistência a extremos de temperatura e baixas concentrações de oxigênio dissolvido. O tamanho do corpo varia de 0,5 a 3,0 mm. Normalmente têm sexos separados e reproduzem-se sexualmente.

No lodo ativado, os nematóides encontram-se junto aos flocos, mas normalmente estão presentes em pequenas quantidades. O ambiente turbulento no reator, dificulta o encontro e a cópula entre machos e fêmeas. Além disso, o ciclo de vida (tempo em que a população dobra) desses animais, na maioria das vezes, é maior do que a idade do lodo, impedindo assim o seu crescimento populacional.

No quadro 10 encontram-se descritos os gêneros de nematóides encontrados em sistemas aeróbios de tratamento de esgotos.

**Quadro 10** - Descrição dos gêneros de nematóides comumente encontrados em sistemas aeróbios de tratamento de esgotos.

Superfamília Diplogasteroidea	Superfamília Rhabditoidae
<i>Butlerius</i> spp	<i>Caenorhabditis</i> spp
<i>Demaniella</i> spp	<i>Mesorhabditis</i> spp
<i>Diplogasteritas</i> spp	<i>Pelodera</i> spp
<i>Fictor</i> spp	<i>Rhabditis</i> spp
<i>Monochoides</i> spp	<i>Rhabditoides</i> spp
<i>Parorgolaimella</i> spp	<i>Rhabditonema</i> spp
<i>Rhabditolaimus</i> spp	

Fonte: WPC, 1990.

Os Nematóides auxiliam na penetração de oxigênio no tanque de aeração, estimulam a atividade microbiológica, reciclam os nutrientes e estimulam a produção de bactérias através da predação.

Os anelídeos estão entre os maiores micrometazoários presentes no lodo ativado, medindo de 500 a 2000 µm de comprimento. Possuem corpo alongado, geralmente cilíndrico com segmentações (anéis) em toda a sua extensão. Na lateral de cada segmento estão presentes tufo de cerdas rígidas que auxiliam na locomoção fixando-se aos substratos. Locomovem-se por rastejamento, através de contrações da musculatura do corpo no sentido antero-posterior. Possuem alta capacidade regenerativa. O gênero *Aelossoma* é o mais comum em sistemas de tratamento, sendo constituído por glândulas de cor alaranjada distribuídas por toda a epiderme. Alimentam-se de algas, detritos e outros microrganismos (CETESB, 1991).

Pouco se sabe sobre o papel dos anelídeos nos sistemas de tratamento de esgotos. Eles não são comuns e, geralmente estão presentes em ETEs que apresentam efluentes bem nitrificados de qualidade superior, pois, são sensíveis a concentrações de amônia e baixas concentrações de oxigênio.

Os tardígrados, conhecidos por *water bears*, são raramente encontrados em sistemas de lodos ativados. O seu papel como indicador das condições de depuração é pouco conhecido. O corpo desses pluricelulares é curto, cilíndrico, roliço, exibindo ventralmente

quatro patas curtas e grossas. As extremidades anterior e posterior são mais ou menos arredondadas de maneira abrupta, não havendo demarcação entre cabeça e tronco. O tamanho médio dos adultos é de 250-500 µm. Alimentam-se sugando o fluido corpóreo de algas, rotíferos e nematóides. Chegam a sofrer até 12 mudas durante a vida (3-30 meses). O *Macrobiotus* é o mais comum no lodo ativado (CETESB, 1997). São geralmente observados em sistemas que operam com alta idade do lodo, boa oxigenação e baixas concentrações de amônia, pois juntamente com os anelídeos, são sensíveis a esse composto.

### **3.3.4.3. O papel da microfauna no lodo ativado**

#### **I. A remoção de bactérias**

Os protozoários, especificamente os Ciliados, contribuem na clarificação do efluente através da ação predatória sobre as bactérias. Curds (1971) demonstrou que esses organismos podem alimentar-se de 500 bactérias.h<sup>-1</sup>, incluindo as patogênicas, como as que causam difteria, cólera, febre tifóide e infecções intestinais. O mesmo autor também demonstrou que um sistema que apresenta protozoários, remove mais que 99% das bactérias do grupo coliformes. A predação das bactérias além de remover o excesso desses microrganismos do sistema, também estimula o crescimento de bactérias saudáveis capazes de formarem flocos mais ativos (Gerardi, 1986). Algumas espécies de bactérias não suportam o crescimento de protozoários, outras, produzem toxinas de defesa (Gerardi, 1986).

A obtenção de alimento pelos protozoas dá-se através do transporte ativo, difusão, fagocitose (ingestão) e pinocitose (absorção). Um método comum utilizado pelos ciliados, é a filtração ativa envolvendo a produção de uma corrente de água pelos cílios e a extração do material particulado e bactérias que estão nessa corrente.

A quantidade de bactérias ingerida por um ciliado é relativamente grande em função do seu tamanho. O *Tetraymena pyriformes*, um pequeno ciliado comum no lodo ativado, pode consumir aproximadamente 1,5 x 10<sup>4</sup> bactérias.d<sup>-1</sup> (Curds & Cockburn, 1968 apud Gerardi, 1986).

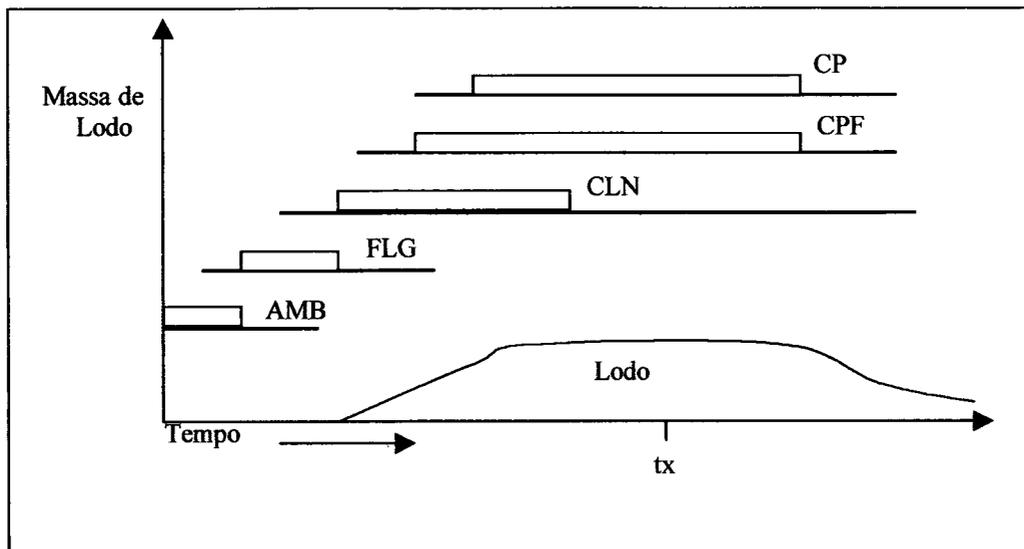
A taxa de crescimento dos ciliados é diretamente proporcional à taxa de crescimento das bactérias. O consumo de bactérias exercido pelos ciliados aumenta com o crescimento da concentração de bactérias, mas, o crescimento dos protozoários é limitado pela sua própria taxa de crescimento. Com isso, alcança-se um equilíbrio entre crescimento de bactérias e protozoários, sendo as primeiras mais abundantes devido à maior velocidade de reprodução e crescimento.

## **II. A remoção de matéria orgânica**

Embora as bactérias sejam os agentes primários na degradação da matéria orgânica no processo de lodos ativados, alguns protozoários agem como agentes secundários, alimentando-se de material orgânico particulado e solúvel. Por exemplo: *Epistylis* spp alimentam-se de detritos orgânicos, *Lionotus* spp alimentam-se de outros protozoários e *Chilodonella* spp ingerem microrganismos filamentosos como algas, bactérias e fungos. A habilidade dos protozoários na degradação da matéria orgânica tem sido demonstrada em inúmeros experimentos nos quais adicionam-se protozoários (especialmente os ciliados) em sistemas previamente livres desses organismos. O resultado desses estudos mostram que nos sistemas inoculados com protozoários, o efluente final apresenta menores concentrações de DBO<sub>5</sub>, sólidos suspensos e coliformes.

## **III. Sucessão ecológica dos protozoas**

Durante o desenvolvimento da maturidade do lodo, ocorre uma sucessão definida dos protozoários até que o equilíbrio da comunidade se estabeleça (Figura 6).



**Figura 6** – Esquemática da sucessão de protozoários no processo de lodos ativados. Convenções: AMB – Amebas; FLG – Flagelados; CLN – Ciliados livre-natantes; CPF – Ciliados Predadores de Flocos; CP – Ciliados Pedunculados; tx – clímax da comunidade.

**Fonte:** Gerardi, 1986.

No início da atividade do lodo ativado ou em condições alteradas de operação dos sistemas, as amebas nuas são os primeiros protozoários a surgirem. Somente depois da fixação de uma pequena população de bactérias, os flagelados substituem as amebas como protozoários dominantes. Quando a densidade de bactérias é baixa, as amebas e flagelados competem com sucesso pelo alimento disponível, mas, com o crescimento da população de bactérias, esses protozoários morrem rapidamente, devido à menor relação superfície/volume que eles possuem em relação às bactérias, não permitindo o sucesso na competição pelo alimento.

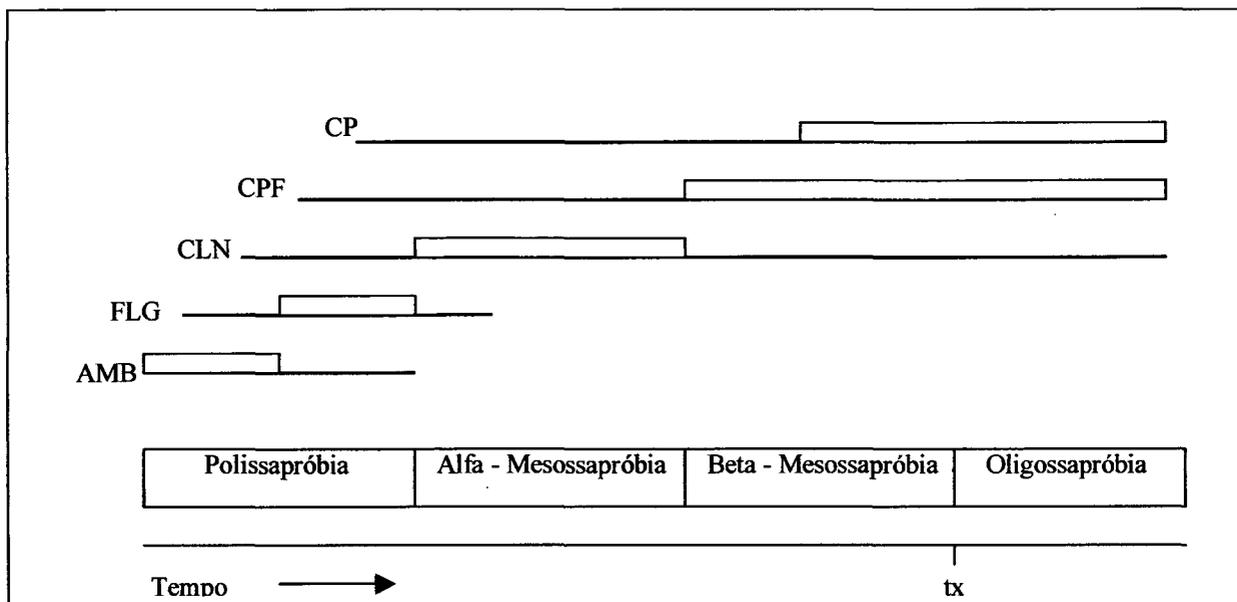
Após alguns dias do início do processo, os microrganismos se aderem formando os flocos e a diversidade de bactérias aumenta, fornecendo condições ao surgimento dos ciliados livre-natantes. À medida que o número de bactérias aumenta continuamente, a população de ciliados livre-natantes cresce. A habilidade dos ciliados para obterem alimento mais rapidamente do que as amebas e os flagelados contribuem para o crescimento populacional desse grupo. Os ciliados de vida livre secretam polissacarídeos e muco-proteínas que contribuem para a formação do floco. No entanto, a formação do floco atrasa a busca deles por alimento e seu crescimento começa a decair.

A estabilização do floco biológico promove o surgimento dos ciliados predadores de flocos, os quais, passam a dominar a comunidade de protozoas do sistema. Por fim, com a maturidade do lodo, surgem os ciliados pedunculados e também, os micrometazoários, alimentando-se do material particulado, inclusive, bactérias e protozoários.

A sucessão da microfauna nos sistema, acontece devido às diferentes condições de abundância de oxigênio dissolvido e substrato (Figura 7). Amebas e flagelados saprofiticos estão presentes durante o início do estágio de desenvolvimento do lodo, porque, a concentração de matéria orgânica biodegradável é elevada e a concentração de oxigênio disponível é baixa. Esses dois grupos de organismos são hábeis para crescerem em condições polissapróbia, ingerindo alimento por absorção ou metabolização do substrato sólido.

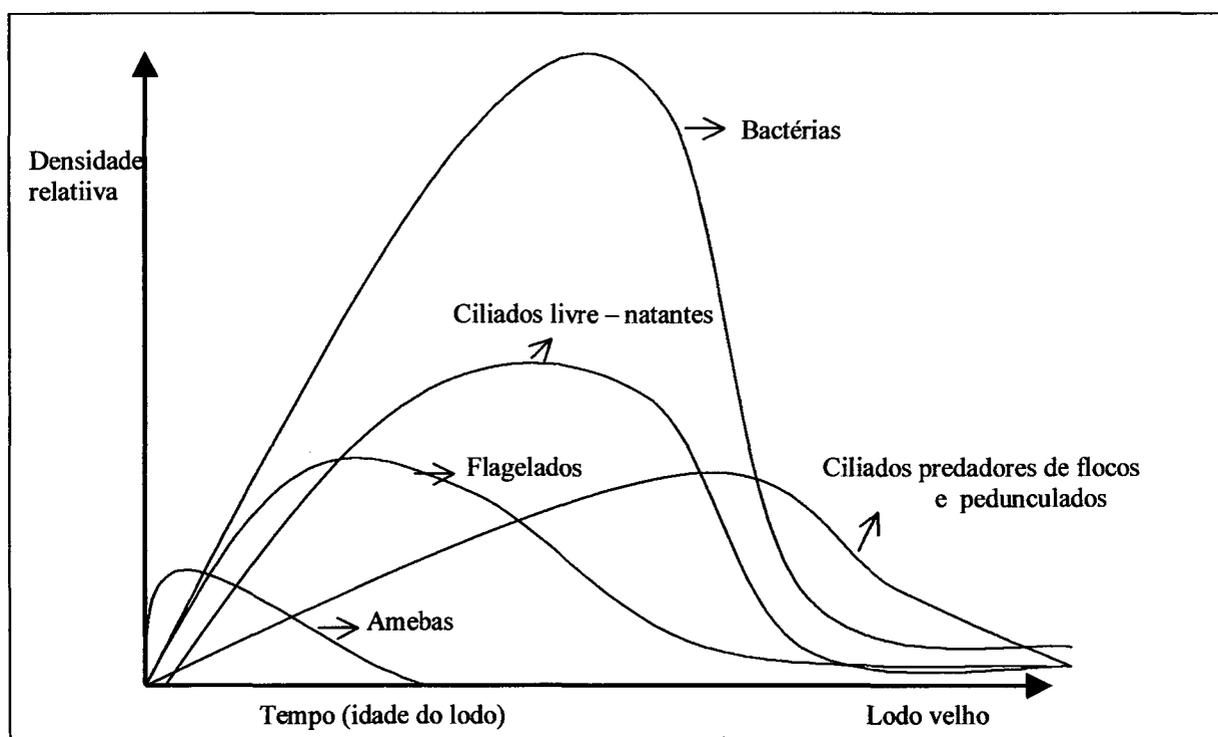
Com a diminuição da concentração da matéria orgânica biodegradável, o aumento da concentração de oxigênio dissolvido e, o surgimento de maiores concentrações de substrato solúvel, ocorrem condições de mesossapróbia alfa ou mesossapróbia forte, favorecendo o rápido crescimento de bactérias e ciliados livre-natantes. Um novo decréscimo da concentração de matéria orgânica biodegradável e o contínuo aumento da concentração de oxigênio dissolvido, conduzem à condições mesossapróbia beta ou mesossapróbia fraca, dando-se início à formação dos flocos. Nestas condições, a proliferação de ciliados predadores de flocos é intensa. O surgimento de condições oligossapróbias, relacionado com a maturidade do lodo, caracterizada por baixa concentração de matéria orgânica biodegradável, conduz a proliferação dos ciliados pedunculados. A grande densidade de bactérias e protozoários e a baixa concentração de DBO e de oxigênio dissolvido, estimulam o crescimento populacional dos ciliados pedunculados fagotróficos e carnívoros, e dos micrometazoários.

A variedade de alimento e a grande densidade de bactérias resultam em competição entre protozoários, e conseqüentemente, a sucessão desses organismos ocorrendo na massa líquida (“*mixed liquor*”) (figura 8).



**Figura 7** – Sucessão de protozoos no lodo ativado em função das condições do meio (aumento de oxigênio dissolvido e diminuição da DBO). Convenções: AMB – Amebas; FLG – Flagelados; CLN – Ciliados livre-natantes; CPF – Ciliados Predadores de Flocos; CP – Ciliados Pedunculados; tx – clímax da comunidade.

Fonte: Gerardi, 1986.



**Figura 8** – A sucessão de protozoos e o número relativo de bactérias.

Fonte: Branco (1986).

A sucessão dos protozoários nos sistemas de lodos ativados é claramente verificada durante o início do processo ou quando surgem diferentes condições operacionais. Nos

sistemas contínuos com reatores de mistura completa sob condições normais, alcança-se um equilíbrio e as características microbiológicas mantêm-se homogêneas.

#### **IV. A utilização da microfauna como bioindicadores**

O potencial da microfauna (protozoários e micrometazoários) como indicador da performance e eficiência do tratamento por lodos ativados, foi demonstrado, pela primeira vez, por Ardern & Lockett em 1928 e, 42 anos depois, Curds & Cockburn (1970) desenvolveram uma avaliação do sistema de lodos ativados baseado no estudo da microfauna em 56 ETEs na Inglaterra. Mais recentemente, Al-Shahwani & Horan (1991) usaram uma técnica de regressão múltipla para prever a qualidade do efluente e performance da estação baseada na estrutura da comunidade de microrganismos presente no lodo; Madoni (1993) desenvolveu, após um estudo de 20 anos, o índice biótico do lodo – IBL, baseado na diversidade e densidade da microfauna; Salvadó *et al.* (1995) avaliaram a capacidade dos protozoários ciliados como indicadores de sistemas por lodos ativados; Di Marzio *et al.* (1999) avaliaram nove ETEs industriais na Argentina, através de indicadores microbiológicos e Holubar *et al.* (2000) verificaram os efeitos dos ciliados bacteriófagos na eficiência de degradação de esgoto petroquímico.

No Brasil, os trabalhos mais recentes envolvendo a microfauna, são os de Jordão *et al.* (1997) que controlaram a operação de um sistema de lodos ativados em escala piloto a partir da investigação microscópica do lodo, no Rio de Janeiro; Jardim *et al.* (1997) avaliaram a eficiência do tratamento da ETE Fonte Grande, em Contagem/MG, com base na identificação e quantificação da microbiota presente no lodo e as características do floco; Cybis & Pinto (1997) investigaram os protozoários e metazoários relacionados com o processo de nitrificação em reatores em batelada (RSB); Bento *et al.* (2000) avaliaram a redução de matéria orgânica e nitrogenada com a concentração das espécies encontradas na massa líquida da ETE Insular, Florianópolis/SC e Heike *et al.* (2000) compararam métodos e resultados de parâmetros biológicos para a avaliação de sistemas de tratamento entre Brasil e Alemanha.

A densidade, diversidade e especificidade da microfauna presente nos sistemas de lodos ativados, é característica da idade do lodo, da saprobiedade do meio e das demais

condições do sistema. As espécies reagem individualmente aos fatores de seleção do meio segundo suas características próprias. Esses organismos são extremamente sensíveis as alterações no processo, alternando-se no sistema em resposta as mudanças nas condições biológicas, físico-químicas e ambientais. Portanto, a microfauna indica a capacidade de depuração, de sedimentação do lodo e a qualidade do efluente final.

As características biológicas, relacionadas principalmente com a determinação das espécies da microfauna presentes em um lodo em aeração, revelam tendências do processo, as quais:

1. A eficiência da remoção de DBO;
2. A eficiência da remoção de sólidos suspensos;
3. As condições de sedimentação do lodo;
4. O nível de aeração empregado;
5. A presença de compostos tóxicos, tais como metais pesados e amônia;
6. A ocorrência de sobrecargas orgânicas;
7. A ocorrência de nitrificação.

De acordo com Jenkins *et al.* (1993) um bom desempenho do sistema ocorre quando há equilíbrio entre os ciliados livre natantes, os ciliados predadores de flocos e os rotíferos. A predominância de flagelados, amebas e ciliados livre-natantes está relacionada com altas relações alimento/microrganismo (A/M). Os quadros 11 e 12 descrevem algumas relações entre os microrganismos dominantes, as características e o desempenho do processo. Salienta-se que cada sistema se comporta como um ecossistema único, sendo os organismos presentes no reator, dependentes das características do esgoto afluente, da configuração hidráulica, da idade do lodo, da temperatura e da concentração de oxigênio dissolvido.

**Quadro 11 – Microrganismos indicadores das condições de depuração.**

<b>Microrganismos</b>	<b>Características do processo</b>
Predominância de flagelados e amebas	Lodo jovem, característica de início de operação ou baixa idade do lodo
Predominância de flagelados	Deficiência de aeração, má depuração e sobrecarga orgânica
Predominância de ciliados pedunculados e livres	Boas condições de depuração
Predominância de <i>Arcella</i> (ameba com teca)	Boa depuração
Predominância de <i>Aspidisca costata</i>	Nitrificação
Predominância de <i>Trachelophyllum</i>	Alta idade do lodo
Predominância de <i>Vorticella microstoma</i> (ciliado pedunculado) e baixa concentração de ciliados livres	Efluente de má Qualidade
Predominância de anelídeos do gênero <i>Aeolosoma</i>	Excesso de oxigênio dissolvido
Predominância de filamentos	Intumescimento do lodo

Fonte: CETESB, 1989.

**Quadro 12 – Desempenho de estações de tratamento indicadas por grupos dominantes da microfauna.**

<b>Grupo dominante</b>	<b>Desempenho</b>	<b>Possíveis causas</b>
Pequenos flagelados	Fraco	Deficiência de aeração, choques devido à sobrecarga e presença de subprodutos da fermentação
Pequenos ciliados livre natantes	Médio	Deficiência de aeração, baixo tempo de detenção hidráulico
Grandes ciliados livre natantes	Médio	Choques devido à sobrecarga e deficiência de aeração
Ciliados predadores de flocos	Boa	—
Ciliados fixos e ciliados predadores de flocos	Boa	—
Ciliados fixos	Decrescendo	Fenômeno de transição
Pequenas amebas e flagelados	Muito fraco	Alta carga de compostos de difícil degradação
Amebas com teca	Boa	—

Fonte: Madoni, 1994.

Alguns autores (De Marco *et al.*, 1991), classificaram as estações de tratamento por lodos ativados, em 3 categorias, baseadas na densidade total dos protozoários presentes no tanque de aeração:

- (a) Sistemas ineficientes aqueles com aproximadamente 10 organismos.mL<sup>-1</sup>;
- (b) Sistemas pouco eficientes aqueles com densidades de 10-10<sup>3</sup> organismos.mL<sup>-1</sup>,
- (c) Sistemas eficientes aqueles com mais ou 10<sup>3</sup> organismos.mL<sup>-1</sup>.

No estudo de Curds *et al.* (1970), o efluente de 56 ETEs foram divididos em quatro categorias de acordo com a concentração de DBO:

1. Excelente qualidade (0 – 10 mg.L<sup>-1</sup>);
2. Alta qualidade (11 – 20 mg.L<sup>-1</sup>);
3. Qualidade inferior (21 – 30 mg.L<sup>-1</sup>);
4. Baixa qualidade (maior que 30 mg.L<sup>-1</sup>).

A frequência para cada uma das categorias foi calculada em porcentagem básica (quadro 13). Os resultados do autor indicaram que os protozoas encontrados no reator podiam ser associados a qualidade do efluente. Este fato pode ser observado, por exemplo para *Carchesium polypinum* que esteve presente nas estações que produziram efluente de boa qualidade, já os flagelados ficaram restritos as estações que produziram efluente de qualidade inferior.

**Quadro 13** – Frequência de ocorrência de alguns protozoários em estações de tratamento para diferentes concentrações de DBO produzida, de acordo com Curds (1970).

Faixa de DBO (mg.L <sup>-1</sup> )	Frequência de ocorrência (%)			
	0 – 10	10 – 20	21 - 30	>30
<i>Vorticella convallaria</i>	63	73	37	22
<i>Vorticella fromenteli</i>	38	33	12	0
<i>Carchesium polypinum</i>	19	47	12	0
<i>Aspidisca cicata</i>	75	80	50	56
<i>Euplotes patella</i>	38	25	24	0
Flagelados	0	0	37	45

Fonte: WPC, 1990.

Madoni (1994) após um estudo de 20 anos em 44 ETEs municipais, no qual correlacionou condições operacionais e os protozoários encontrados nos tanques de aeração, definiu

grupos positivos e negativos relacionados a eficiência depurativa dos sistemas. O autor agrupou os CPFs, CFs e tecamebas como positivos e os pequenos flagelados, os CLNs, *Vorticella microstoma* e *Opercularia* spp como negativos. A partir deste estudo, Madoni (1993) desenvolveu um Índice Biótico do Lodo – IBL relacionado às características do sistema.

A determinação do IBL baseia-se em relações entre os grupos positivos e os negativos, considerando-se a densidade e o número de unidades taxonômicas presentes no reator, conforme descrito no quadro 14. A concentração de pequenos flagelados constitui um parâmetro de grande interferência no cálculo do índice. Os valores do IBL correspondem a uma das 4 classes para classificação das características do lodo e da qualidade do efluente (quadro 15).

**Quadro 14** – Determinação do IBL com base nos grupos dominantes, densidade e número de unidades taxonômicas da microfauna.

Grupo dominante e densidade total da microfauna		Número total de unidades taxonômicas que constituem a microfauna do lodo ativado e número de pequenos flagelados (F)							
Grupos dominantes	Densidade organ.mL <sup>-1</sup>	>10		8 – 10		5 – 7		<5	
		F<10	10<F<100	F<10	10<F<100	F<10	10<F<100	F<10	10<F<100
CPF + CF* e/ou tecamebas.	>10 <sup>3</sup>	10	8	9	7	8	6	7	5
	<10 <sup>3</sup>	9	7	8	6	7	5	6	4
CF* >80%	>10 <sup>3</sup>	9	7	8	6	7	5	6	4
	<10 <sup>3</sup>	8	6	7	5	6	4	5	3
<i>Opercularia</i> spp	>10 <sup>3</sup>	7	5	6	4	5	3	4	2
	<10 <sup>3</sup>	6	4	5	3	4	2	3	1
<i>Vorticella microstoma</i>	>10 <sup>3</sup>	6	4	5	3	4	2	3	1
	<10 <sup>3</sup>	5	3	4	2	3	1	2	0
CLN	>10 <sup>3</sup>	5	3	4	2	3	1	2	0
	<10 <sup>3</sup>	4	2	3	1	2	0	1	0
Pequenos flagelados natantes (>100)	>10 <sup>3</sup>		4		3		2		1
	<10 <sup>3</sup>		3		2		1		0

\*Exceto para *Opercularia* spp e *Vorticella microstoma*.

Fonte: Madoni (1993).

**Quadro 15** – Conversão do IBL em 4 classes de qualidade e respectivas características do sistema.

Valor do IBL	Classe	Características
8 – 10	I	Sistema muito bem colonizado com excelente atividade biológica e ótima performance.
6 - 7	II	Lodo estável e bem colonizado, atividade biológica em declínio e boa performance.
4 - 5	III	Insuficiente depuração biológica no tanque de aeração e média performance.
0 – 3	IV	Fraca depuração biológica no tanque de aeração e baixa performance.

Fonte: Madoni, 1994.

Bedgoni (1991) sugere que a razão entre ciliados predadores de flocos e ciliados fixos, está associada à eficiência do tratamento. Quando a razão é maior ou igual a 0,5, um efluente de melhor qualidade é obtido.

Em sistemas que apresentam baixa relação A/M ( $<0,1 \text{g DBO}_5/\text{g SS.d}^{-1}$ ), verifica-se baixa densidade de ciliados livres, mas representados por muitas espécies diferentes, sendo as principais: *Euplotes* spp, *Vorticella campanula* e as suctórias (*Tokophrya* e *Podophrya*). Outros indicadores de baixa relação A/M são *Aelossoma* spp e *Arcella* spp.

A elevada densidade de representantes da microflora e microfauna num sistema, constituem num indicativo de média relação A/M. A presença de ciliados pedunculados coloniais: *Carchesium*, *Opercularia* e *Epistylis* é comum nessas condições. Mas, deve-se ressaltar que espécies de *Epistylis* formam grandes colônias somente se a idade do lodo for suficiente e também esses organismos toleram baixas concentrações de oxigênio dissolvido, fato este, improvável em sistemas com médio A/M. Outra espécies comuns nesta situação são: *Vorticella convallaria*, *Aspidisca cicata*, *Trachelophylum*, *Prorodon*, entre outros.

As situações de alta relação A/M ( $>0,2 \text{g DBO}_5/\text{g SST.d}^{-1}$ ) geralmente estão associados com concentrações de oxigênio dissolvido menores que 0,5 mg/L no tanque de aeração. A estrutura do floco é caracterizada pela grande quantidade de excretas e material inorgânico. Ocorrem grandes densidades de bactérias livres no espaço entre os flocos, elevando a turbidez no efluente final. Nestas condições surgem poucas espécies de ciliados mas em elevadas densidades, alta densidade também de Zooflagelados e muitas vezes bactérias *Spirilla* isolada ou empilhadas. As espécies mais comuns nestes casos são: *Vorticella microstoma*, *Colpodium* spp, *Paramecium* spp, *Glaucoma* spp e *Tetrahymena* spp.

A baixa concentração de oxigênio dissolvido no tanque de aeração pode ser evidenciada pela presença de muitos Zooflagelados, *Vorticella* spp, amebas nuas, *Zooglea* spp, *Spirilla* e *Spirochaetes*.

#### 4. SISTEMA INSULAR DE TRATAMENTO DE ESGOTOS DE FLORIANÓPOLIS/SC – A ETE INSULAR

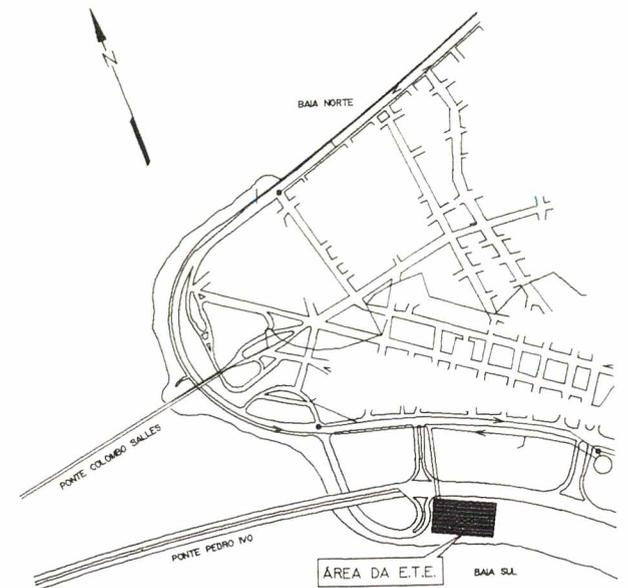
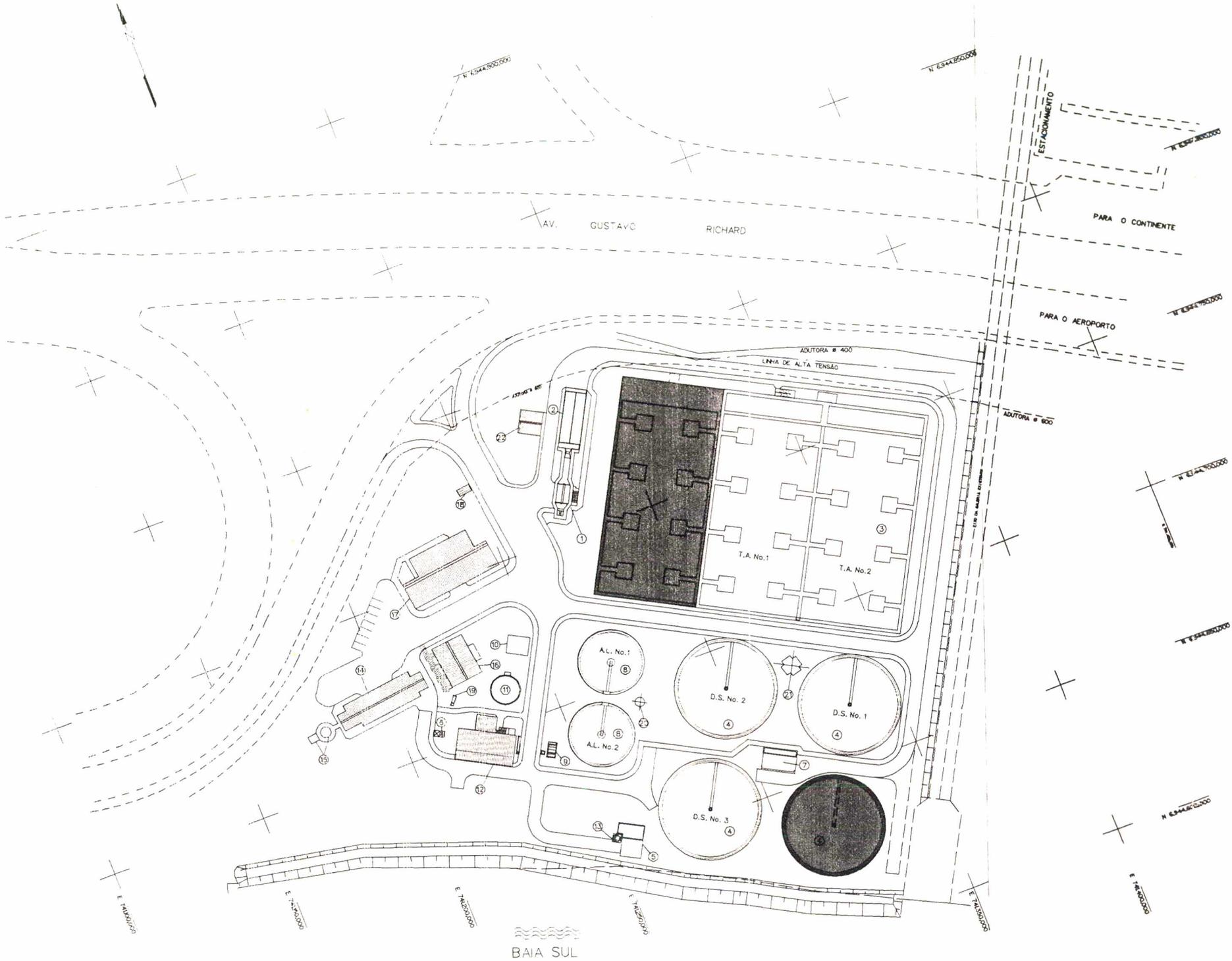
---

O Sistema Insular Tratamento de Esgotos Sanitários da cidade de Florianópolis/SC, sob responsabilidade da CASAN – Companhia Catarinense de Águas e Esgotos, foi inaugurado em Outubro de 1997, possuindo capacidade atual para atender 150.000 habitantes da Ilha de Santa Catarina, nas regiões da Agrônômica, Avenida Beira Mar Norte, Trindade, Centro, Avenida Mauro Ramos, José Mendes, Prainha, Saco dos Limões, Costeira do Pirajubaé, Itacorubi, Parque São Jorge, Córrego Grande, Jardim Anchieta, Santa Mônica, Pantanal, Campus Universitário e Carvoeira.

A ETE Insular localiza-se na Avenida Gustavo Richard, na Baía Sul, próxima a ponte Pedro Ivo Campos e ao centro da cidade de Florianópolis/SC (figuras 9 e 10).



**Figura 09** – Vista aérea do Sistema Insular de Tratamento de Esgotos de Florianópolis/SC.



PLANTA DE SITUAÇÃO  
S/ESCALA

LEGENDA

- ① GRADEAMENTO E CALHA PARSHALL
  - ② CAIXA DE ÁREA
  - ③ TANQUES DE AERAÇÃO
  - ④ DECANTADORES SECUNDÁRIOS
  - ⑤ TANQUE DE ÁGUA DE SERVIÇO
  - ⑥ LAVA-JET
  - ⑦ ELEVADORA DE RETORNO DE LODO
  - ⑧ ADENSADOR DE LODO POR GRAVIDADE
  - ⑨ ELEVADORA DE SOBRENADANTE
  - ⑩ ELEVADORA DE LODO ADENSADO
  - ⑪ TANQUE DE ARMAZENAGEM DE LODO
  - ⑫ DESIDRATAÇÃO MECÂNICA
  - ⑬ CÂMARA DE CARGA
  - ⑭ MANUTENÇÃO
  - ⑮ RESERVATÓRIOS
  - ⑯ SUBESTAÇÃO
  - ⑰ ADMINISTRAÇÃO
  - ⑱ PORTARIA/GUARITA
  - ⑲ ABRIGO EXTERNO P/ MANGUEIRA
  - ⑳ TANQUE DE ESCUMA
  - ㉑ CAIXA DE DISTRIBUIÇÃO
  - ㉒ SOPRADORES
- 1ª ETAPA  
■ 2ª ETAPA

No.	DISCRIMINAÇÃO DAS REVISÕES	PROJ.	APROV.	APROV.	DATA
<b>CONVÊNIO CASAN/PREF. MUNIC. DE FLORIANÓPOLIS</b>					
<b>PROJETO EXECUTIVO</b>					
SISTEMA DE ESGOTOS SANITÁRIOS DE FLORIANÓPOLIS					
E.T.E.					
ARRANJO DAS UNIDADES DE TRATAMENTO					
CASAN		ENGEVIX		ESCALA	S/ ESC. FL
VISTO _____	PROJ. RS/RCR	VISTO _____	DESENHO No. CASAN		
VISTO _____	DES. SR/CAD	APROV. _____	DESENHO No. ENGEVIX		
DATA _____	VERF. _____	DATA JUL/96	8190/00-A3-FC-0102		REV. 02

Figura 10 – Planta de situação da ETE Insular.  
Fonte: ENGEVIX, 1998.

O projeto da estação, realizado pela ENGEVIX Engenharia S/C Ltda, prevê duas etapas de funcionamento. A primeira até o ano 2001, quando então deverão ocorrer ampliações para uma segunda etapa, até 2010. Alguns parâmetros do projeto encontram-se descritos no quadro 16.

**Quadro 16** – Parâmetros de projeto para a ETE Insular.

DESCRIÇÃO	UNIDADE	1ª ETAPA (1997 - 2001)	2ª ETAPA (2001 - 2020)
População a ser atendida	Habitantes	150.000	225.000
Vazão média diária	L.s <sup>-1</sup>	278	417
Vazão máxima diária	L.s <sup>-1</sup>	417	626
Carga orgânica média afluente ao sistema de tratamento	Kg DBO <sub>5</sub> .d <sup>-1</sup>	7.206	10.809
Carga orgânica removida no sistema de tratamento	Kg DBO <sub>5</sub> .d <sup>-1</sup>	6.918	10.377
Carga orgânica remanescente no efluente tratado	Kg DBO <sub>5</sub> .d <sup>-1</sup>	288	432
Carga de nitrogênio orgânico total	Kg NTK.d <sup>-1</sup>	(Zero)	(Zero)
Eficiência média de remoção de DBO <sub>5</sub>	%	96	96
Eficiência máxima de remoção de DBO <sub>5</sub>	%	98	98
Volume de lodo adensado produzido no sistema	m <sup>3</sup> .d <sup>-1</sup>	268	401
Volume de lodo efluente da desidratação	m <sup>3</sup> .d <sup>-1</sup>	38	56
Eficiência máxima da remoção de SST	%	97	97
Eficiência média da remoção de SST	%	94	94
Eficiência de remoção de coliformes totais no tratamento secundário, com nitrificação	%	90 - 99	90 - 99
Concentração mínima de DBO <sub>5</sub> no efluente tratado	mg.L <sup>-1</sup>	6	6
Concentração média anual de DBO <sub>5</sub> no efluente tratado	mg.L <sup>-1</sup>	10 a 14	10 a 14
Concentração mínima de SST no efluente tratado	mg.L <sup>-1</sup>	9	9
Concentração média de SST no efluente tratado	mg.L <sup>-1</sup>	18	18
Concentração média de nitrito no efluente tratado	mg.L <sup>-1</sup>	<0,10	<0,10
Concentração média de nitrato no efluente tratado	mg.L <sup>-1</sup>	<8	<8

Fonte: ENGEVIX, 1996.

#### **4.1 DESCRIÇÃO DO SISTEMA**

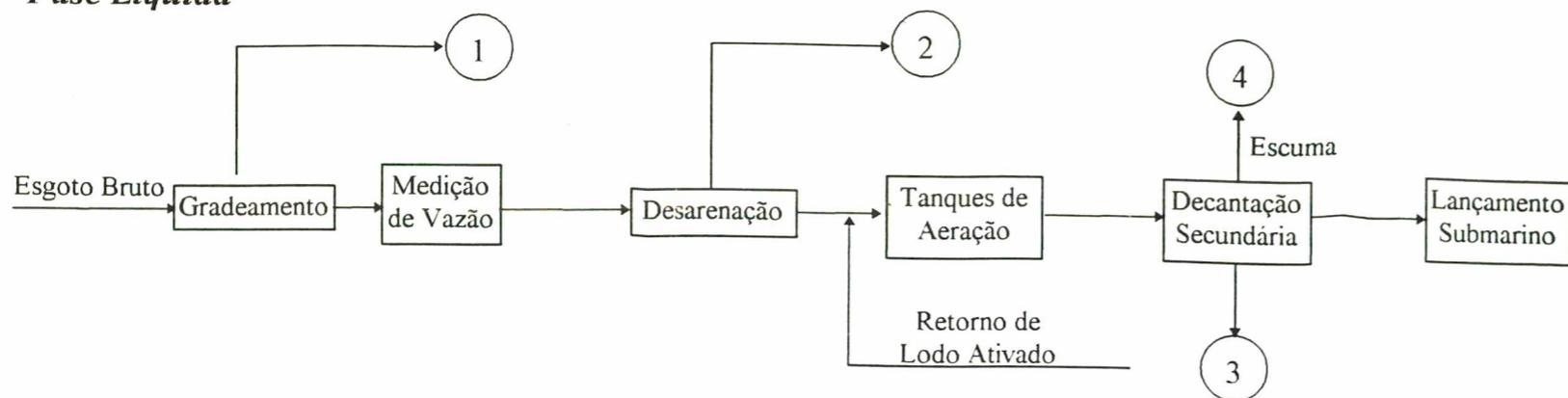
A Estação de Tratamento de Esgotos de Florianópolis é do tipo Lodo Ativado, modalidade aeração prolongada, sendo projetada para eliminar poluentes biodegradáveis, de origem doméstica, incluindo: Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO<sub>5</sub>; Demanda Química de Oxigênio - DQO; Sólidos em Suspensão - SS; Amônia (N-NH<sub>4</sub>) e Nitrato (N-NO<sub>3</sub>).

A estação de tratamento é composta por uma etapa de tratamento preliminar e outra de tratamento secundário (figura 11). O tratamento preliminar, envolvendo a remoção de materiais flutuantes, sólidos grosseiros e areia, compõem-se de gradeamento, formado por duas grades mecanizadas capazes de remover sólidos com diâmetro superior a 10 mm e caixa de areia equipada com sistema de distribuição de ar, através de bocais difusores, afim de permitir a remoção de areias com diâmetro superior a 0,2 mm e evitar a decantação da matéria orgânica presente no esgoto bruto (ENGEVIX, 1996). Os sólidos removidos no sistema de gradeamento e na caixa de areia são depositados em caçamba estacionária - *container* para transporte até o destino final, em aterro sanitário (ENGEVIX, 1996).

O tratamento biológico (secundário) é composto por seletor biológico (2 unidades), tanque ou câmara de desnitrificação (2 unidades), tanque de aeração (2 unidades) e decantador secundário (3 unidades). As unidades similares funcionam paralelamente, o afluente ao sistema biológico é misturado com o lodo recirculado e, distribuído igualmente para o Seletor Biológico 1 – SB1 e Seletor Biológico 2 – SB2. O efluente dos decantadores é encaminhado a um tanque de água de serviço – TAS para sua reutilização na própria estação (quebra de escumas, limpeza da prensa, etc.) e lançamento na Baía Sul, através de emissário submarino.

O seletor biológico (figura 12) tem função de promover a formação de flocos aproximadamente esféricos, mais densos e resistentes, proporcionando condições favoráveis à predominância de microrganismos bons formadores de flocos biológicos, em detrimento das bactérias filamentosas, e com isso, melhorando a sedimentabilidade do lodo na decantação secundária (ENGEVIX, 1996).

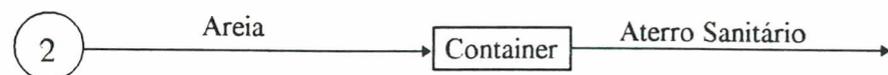
**Fase Líquida**



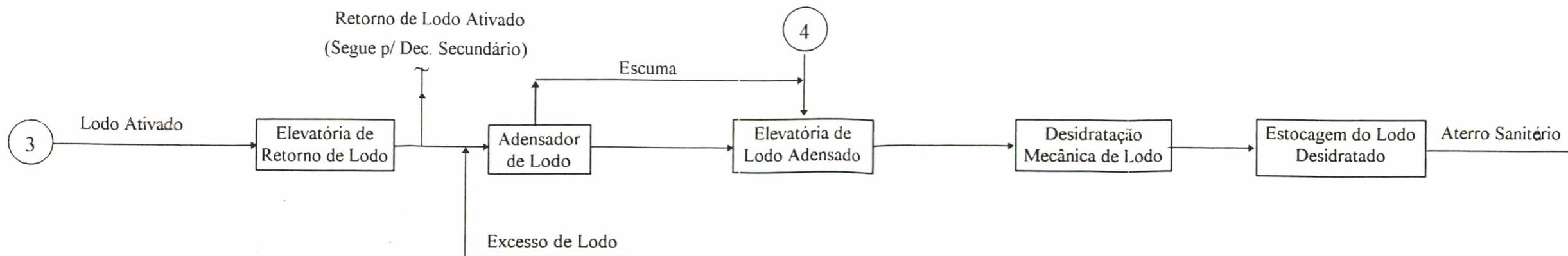
**Fase Sólida - Material Gradeado**



**Fase Sólida - Areia**



**Fase Sólida - Excesso de Lodo**



**Figura 11** – Fluxograma do tratamento de esgotos na ETE Insular.

Fonte: ENGEVIX, 1998.

**ETE DE FLORIANÓPOLIS**  
 FLUXOGRAMA SIMPLIFICADO DO  
 TRATAMENTO PROJETADO



**Figura 12** – Seletor biológico (lado direito) e parte do tanque de aeração (lado esquerdo).

No tanque de desnitrificação, o esgoto bruto afluente, rico em substâncias carbonáceas, é misturado, em condições anóxicas, com o lodo ativado retornado, para a redução de nitratos sob a ação de microrganismos heterotróficos. No processo de redução, o nitrato é decomposto em gás nitrogênio que escapa para a atmosfera e o oxigênio é utilizado pelas bactérias aeróbias como fonte de energia para a oxidação da matéria orgânica biodegradável. A unidade de desnitrificação está equipada com misturadores submersíveis, capazes de manter os sólidos em suspensão na massa líquida (ENGEVIX, 1996).

O reator biológico é formado por dois tanques de aeração do tipo mistura completa. Cada tanque está equipado com oito aeradores mecânicos de eixo vertical, apoiados em plataformas de concreto (ENGEVIX, 1996) (figura 13). O oxigênio é introduzido na massa líquida para a oxidação da matéria orgânica e a nitrificação do nitrogênio presente no esgoto.



**Figura 13** – Aerador mecânico de eixo vertical no tanque de aeração.

A decantação secundária (figura 14) é realizada em três decantadores secundários de formato circular. O lodo sedimentado é encaminhado para uma elevatória de retorno de lodo, a qual realiza a recirculação do lodo para os seletores biológicos e a transferência, do lodo em excesso, para os adensadores (ENGEVIX, 1996). O sobrenadante, proveniente dos 3 decantadores, é transferido para um tanque de água de serviço – TAS e encaminhado ao corpo receptor (Baía Sul) por meio de emissário submarino.

O lodo perde cerca de 50% do volume nos adensadores e é encaminhado para a etapa de desidratação mecânica, composta por duas prensas desaguadoras. Antes de prensado, o lodo é misturado com uma solução de polieletrólito, na própria tubulação. Depois de prensado é despejado em caçamba estacionária para o transporte até o destino final, em aterro sanitário (ENGEVIX, 1996).



**Figura 14** - Vista parcial do decantador secundário 1.

O líquido filtrado na prensa, é recalcado, juntamente com o esgoto sanitário proveniente dos prédios da ETE, para o início do processo biológico de tratamento, através de uma elevatória de sobrenadantes (ENGEVIX, 1996).

## 5. MATERIAIS E MÉTODOS

---

No presente estudo, foram avaliados parâmetros microscópicos, físico-químicos, operacionais e bacteriológicos, nas unidades de tratamento do Sistema Insular de Tratamento de Esgotos de Florianópolis – ETE Insular. As análises foram realizadas no laboratório da DIOES – Divisão Operacional de Esgotos/CASAN, com o apoio da equipe técnica da Companhia.

As amostragens foram realizadas durante o período de 1 ano, tendo início em Setembro de 1999 e término em Agosto de 2000, nas seguintes datas: 28/09/99, 25/10/99, 11/11/99, 22/11/99, 08/12/99, 20/12/99, 03/01/00, 26/01/00, 08/02/00, 29/02/00, 14/03/00, 21/03/00, 04/04/00, 25/04/00, 09/05/00, 06/06/00, 20/06/00, 04/07/00, 18/07/00 e 08/08/00. Na maioria dos meses realizou-se duas amostragens, com exceção dos meses de Setembro e Outubro de 1999 e Maio e Agosto de 2000, onde apenas uma amostragem foi efetuada.

### 5.1. COLETA E CONSERVAÇÃO DAS AMOSTRAS

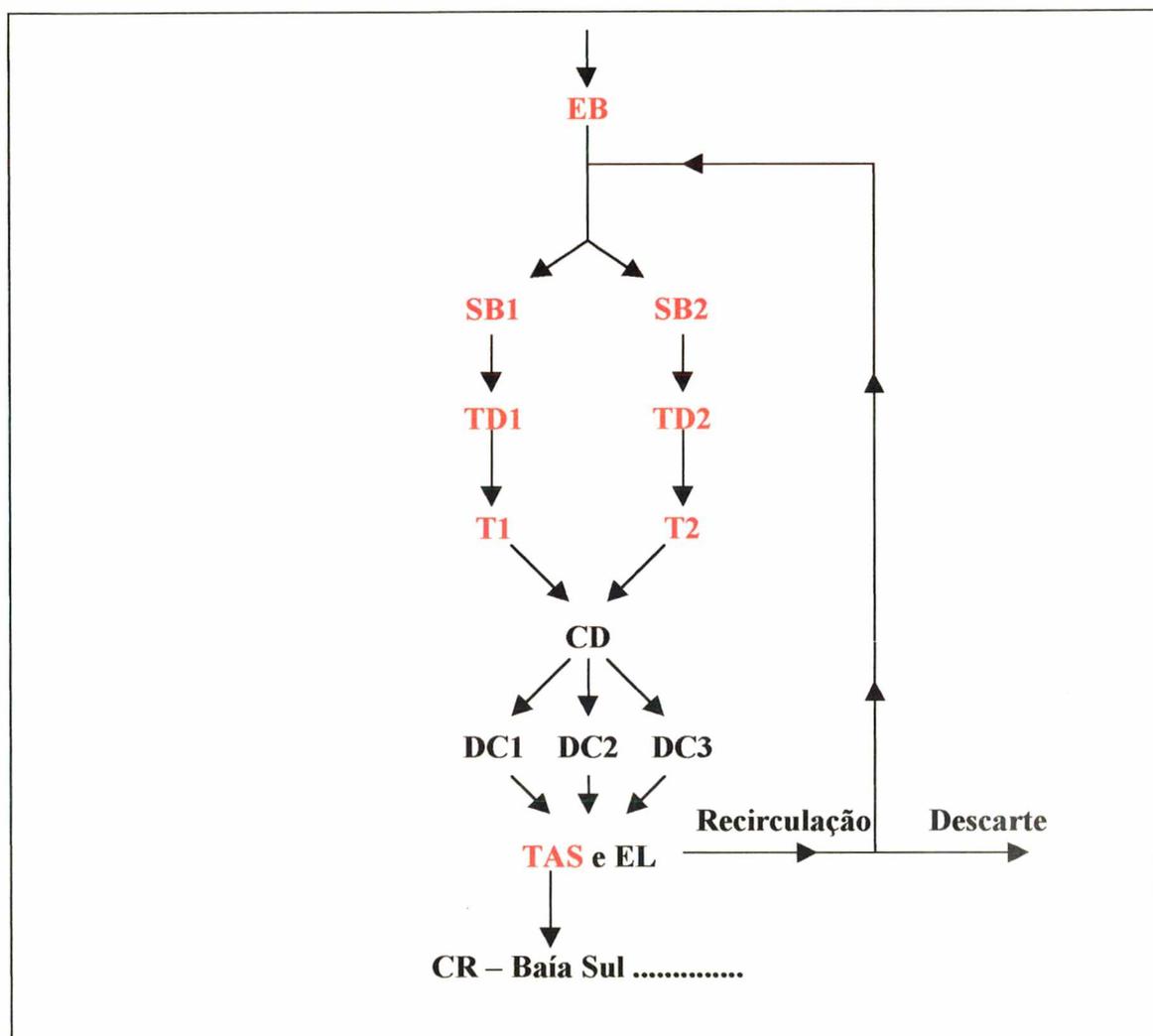
As amostras foram coletadas na superfície da massa líquida, com frasco coletador (balde) e imediatamente acondicionadas em três tipos de frascos: (1) destinado as análises físico-químicas e microscópicas; (2) frasco esterelizado para amostra destinada a bacteriologia; (3) garrafa de Hale para coleta de amostra destinada a determinação do oxigênio dissolvido. A coleta do esgoto bruto foi realizada através da utilização de amostrador automático, destinado a coletar amostras referentes ao período de 24 horas. Nos demais locais amostrados, todas as amostragens foram simples, ou seja pontuais.

A análise do material coletado iniciou-se imediatamente após a coleta, apenas a DQO foi determinada nos dias seqüentes, sendo a amostra destinada a esse fim, acidificada e conservada em aproximadamente 5<sup>0</sup>C por até 7 dias. O resíduo do material coletado, foi acondicionado em refrigerador para eventuais repetições nas determinações das frações de sólidos.

Para as análises microscópicas, separou-se uma alíquota de aproximadamente 300mL em frasco de vidro.

## 5.2. LOCAIS AMOSTRADOS

As amostras foram coletadas na saída da massa líquida dos reatores biológicos (Seletor Biológico 1- SB1, Seletor Biológico 2 - SB2, Tanque de Desnitrificação 1 - TD1, Tanque de Desnitrificação 2 - TD2, Tanque de Aeração 1 - T1 e Tanque de Aeração 2 - T2), no afluente, após gradeamento (EB) e no Tanque de Água de Serviço - TAS, caracterizando o efluente do sistema. Os locais amostrados podem ser visualizados na figura 15.



**Figura 15** – Esquema representativo da ETE Insular. Em vermelho, locais monitorados. Convenções: EB – Esgoto bruto; SB1 – Seletor biológico 1; SB2 – Seletor biológico 2; TD1 – Tanque de desnitrificação 1; TD2 – Tanque de desnitrificação 2; T1 – Tanque de aeração 1; T2 – Tanque de aeração 2; CD – Caixa de Distribuição; EL – Elevatória de lodo; DC1 – Decantador 1; DC2 – Decantador 2; DC3 – Decantador 3; TAS – Tanque de água de serviço; CR – Corpo receptor.

### 5.3. PARÂMETROS AVALIADOS

Foram determinados parâmetros microscópicos, físico-químicos, operacionais e bacteriológicos. As análises realizadas em cada local amostrado encontram-se descritas no quadro 17.

**Quadro 17** – Parâmetros analisados nos locais de amostragem (quadros claros estão representando os parâmetros analisados nas unidades de tratamento correspondentes).

Parâmetros	EB	SB1	SB2	TD1	TD2	T1	T2	TAS
Temperatura do ar								
Temperatura da amostra								
Hora da coleta								
Vazão								
pH								
Alcalinidade total								
OD (Oxigênio Dissolvido)								
Análise microscópica qualitativa								
Análise microscópica quantitativa								
DQO <sub>total</sub>								
DQO <sub>solúvel</sub>								
DBO <sub>total</sub>								
Cloretos								
Nitrogênio amoniacal (N-NH <sub>4</sub> )								
Nitrogênio nitrato (N-NO <sub>3</sub> )								
Nitrogênio nitrito (N-NO <sub>2</sub> )								
Sólidos sedimentáveis (SSd <sub>1</sub> )								
Sedimentabilidade do lodo (SSd <sub>2</sub> )								
Sólidos Totais (ST)								
Sólidos Suspensos Totais (SS)								
Sólidos Suspensos Voláteis (SSV)								
Sólidos Suspensos Fixos (SSF)								
Sólidos Dissolvidos (SD)								
Índice Volumétrico do Lodo (IVL)								
Relação SV/SST								
Turbidez								
Cor aparente								
Coliformes Totais (CT)								
<i>Escherichia coli</i> ( <i>E. coli</i> )								

Convenções: EB – Esgoto bruto; SB1 – Seletor biológico 1; SB2 – Seletor biológico 2; TD1 – Tanque de desnitrificação 1; TD2 – Tanque de desnitrificação 2; T1 – Tanque de aeração 1; T2 – Tanque de Aeração 2; TAS – Tanque de água de serviço.

#### 5.3.1. Parâmetros Microscópicos

A análise microscópica, consistiu na identificação e contagem (análise quantitativa) dos representantes da microfauna presentes nos reatores biológicos do sistema insular de tratamento de esgotos. Também, foram observados qualitativamente, a estrutura e tamanho

dos flocos, a presença de espécimes mortos, as espécies dominantes e, a abundância de filamentos.

Na identificação dos organismos, utilizou-se chaves descritas por Bick (1972), WPC (1990) Taylor & Sanders (1991) e Patterson (1996). A classificação foi efetuada a nível de gênero, sendo os organismos agrupados conforme descrito no quadro 18.

**Quadro 18** – Classificação utilizada para agrupar os organismos da microfauna.

<b>Classificação Geral</b>	
<b>CILIADOS:</b>	- Ciliados Predadores de Flocos – CPF - Ciliados Livre-natantes – CLN - Ciliados Fixos ou pedunculados – CF
<b>AMEBAS:</b>	- Tecamebas – AMB - Amebas nuas
<b>FLAGELADOS:</b>	- Zooflagelados – ZFL ou FLG - Fitoflagelados
<b>MICROMETAZOÁRIOS – MTZ</b>	(Rotíferos, Nematóides, Anelídeos e Tardígrados).
<b>Outros:</b>	fungos, algas, bactérias.

1. Preparação da amostra – Para a avaliação qualitativa do material, a amostra foi acondicionada em becker e a fração destinada a quantificação dos organismos, foi diluída 10 vezes em proveta de 500mL, com água destilada.
2. Avaliação qualitativa – Com a amostra do becker (sem diluição), preparou-se uma lâmina simples e observou-se em Microscópio Óptico, aumento de 100 vezes, as características morfológicas dos flocos biológicos e também, as espécies predominantes da microfauna.
3. Contagem da microfauna – A quantificação da microfauna foi realizada em Microscópio Óptico triocular invertido (marca: Coleman, modelo: XDP-I), aumento de 100 ou 400 vezes. A amostra, diluída 10 vezes, foi disposta na Câmara de Sedwick-Rafter reticulada (APHA, 1995), com formato retangular (50 x 20mm), profundidade de 1mm, área de 1.000mm<sup>2</sup>, volume útil de 1mL e 100 retículos cada qual com 0,01mL de volume. Efetuou-se 3 leituras referentes a cada local amostrado, sendo o resultado

final expresso, a média dos 3. Para cada leitura, preparou-se a câmara de Sedwick e foram contados aleatoriamente 10 retículos, totalizando o volume de 0,1mL. O resultado de cada leitura foi multiplicado por 100, para caracterizar o número de organismos presentes em 1mL de amostra.

### 5.3.2. Parâmetros físico-químicos, Operacionais e Bacteriológicos

A maioria dos parâmetros físico-químicos, operacionais e bacteriológicos utilizados no estudo, integram o monitoramento efetuado pelo laboratório da DIOES – CASAN, seguindo critérios da APHA (1995), exceto para análise de nitrato. No quadro 19 apresenta-se uma breve descrição desses métodos.

**Quadro 19** – Descrição sucinta dos métodos utilizados para a determinação dos parâmetros físico-químicos, operacionais e bacteriológicos.

PARÂMETRO	MÉTODO e/ou EQUIPAMENTO
Temperatura do ar e da amostra	Leitura em termômetro graduado de sensibilidade 0,1 <sup>o</sup> C
pH	Potenciométrico
Alcalinidade total	Titulação em ácido sulfúrico 0,002N
Oxigênio dissolvido	Winkler modificado com azida sódica
Cloretos	Método de Mohr
DBO <sub>5</sub>	Consumo de OD durante 5 dias a 20 <sup>o</sup> C
DQO	Colorimétrico – Refluxo fechado
ST	Gravimétrico – Banho maria
SS	Gravimétrico – Filtração em membranas de celulose de diâmetro 0,41µm para amostras dos reatores biológicos e 0,42µm para amostras do afluente e efluente do sistema.
SSF	SS exceto material volatilizado em mufla a 600 <sup>o</sup> C.
SSV	SS volatilizados em mufla a 600 <sup>o</sup> C. Calculado: SSV = (SS – SSF)
SD	Calculado: SD = (ST – SS)
SSd <sub>1</sub>	Volume de sólidos sedimentados em cone Imhof durante 1 hora.
SSd <sub>2</sub>	Volume de sólidos decantados após 30 min em proveta 1000mL.
N-NH <sub>4</sub>	Espectofotométrico – Nesller
N-NO <sub>2</sub>	Espectofotométrico – Alfaftatillamina
N-NO <sub>3</sub>	Espectofotométrico – Brucina
Turbidez	Fotocolorímetro da Merck
Cor aparente	Fotocolorímetro da Merck
Vazão afluente	Média das leituras diárias em régua na Carlha Parshall
IVL	Calculado: IVL = (SSd <sub>2</sub> * 1000)/SS
CT	Colilert quantitativo – Método Enzimático
<i>E. coli</i>	Colilert quantitativo – Método Enzimático

## 6. RESULTADOS

---

Os resultados do estudo foram obtidos na ETE insular durante o período de Setembro de 1999 a Agosto de 2000. Primeiramente, serão apresentados os parâmetros microscópicos seguidos pelos físico-químicos e operacionais, e por último, os bacteriológicos. A discussão dos resultados será descrita na sequência do trabalho, item 7.

### 6.1. PARÂMETROS MICROSCÓPICOS

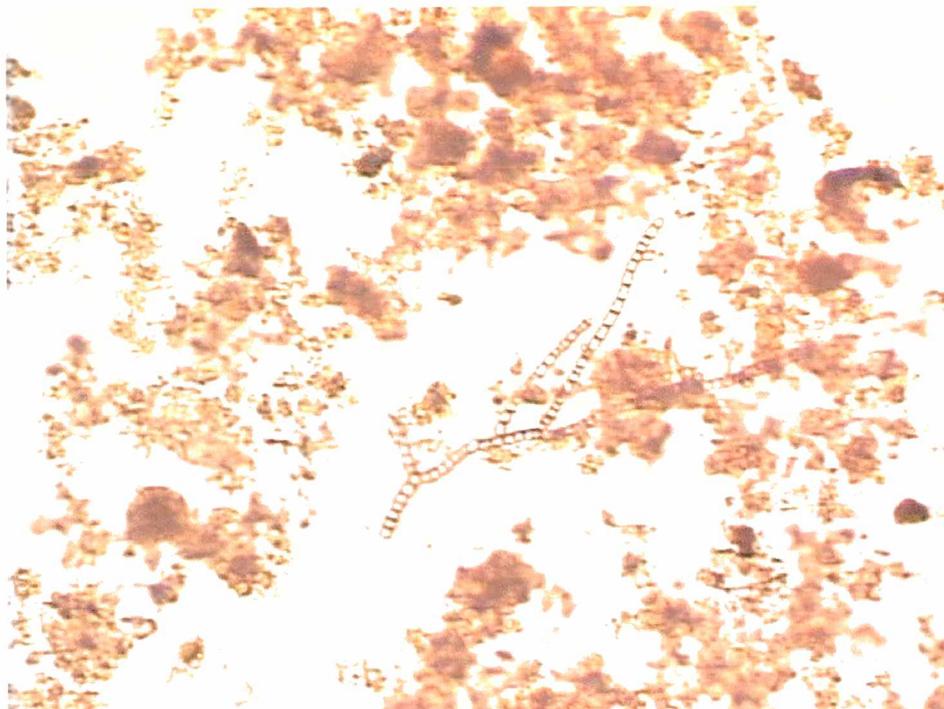
Os protocolos referentes as análises microscópicas em cada amostragem, encontram-se no anexo 1.

A análise qualitativa, demonstrou que as características estruturais dos flocos biológicos mantiveram-se constantes ao longo do período, sendo os principais aspectos observados:

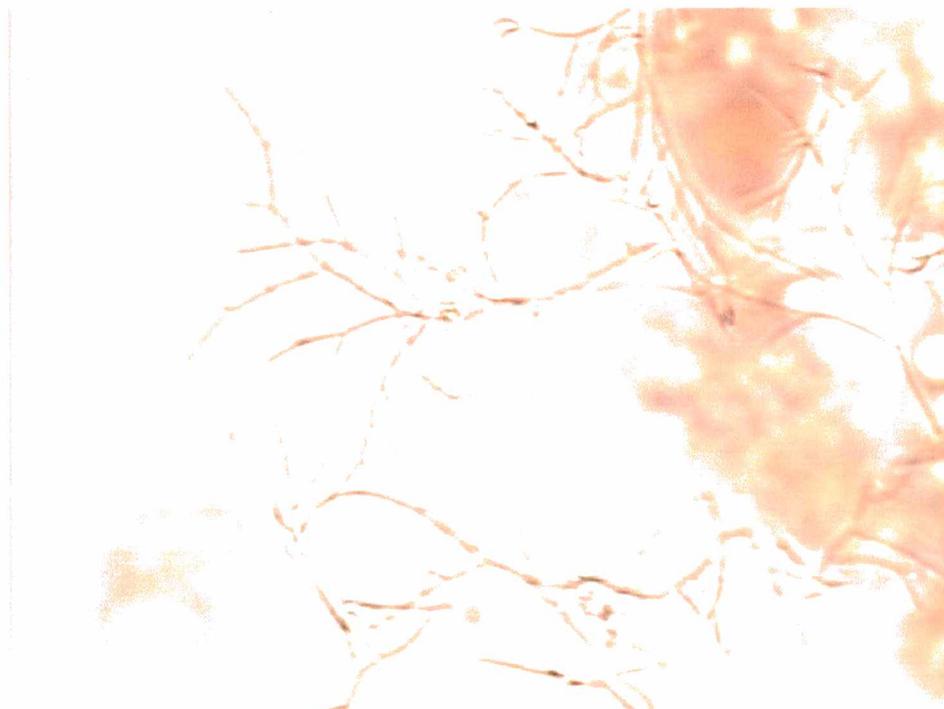
1. Flocos biológicos dispersos, fracos com diâmetro variando de pequeno a médio (menor que 100 $\mu$ m de diâmetro)(figura 16);
2. Presença de poucos filamentos, principalmente de *Nocardia* sp (figura 17);
3. Filamentos curtos;
4. Raros representantes de *Zooglea* sp e fungos (figura 18);
5. Microfauna representada, principalmente, por tecamebas e ciliados predadores de flocos, com frequente presença de micrometazoários.

O número total de organismos visualizados nos reatores biológicos da ETE Insular durante o estudo, encontram-se descritos na figura 19. Observou-se que as maiores densidades ocorreram nos períodos de Novembro a Dezembro de 1999 e Maio a Agosto de 2000. No dia 08 de Dezembro de 1999, os seletores biológicos e os tanques de desnitrificação, apresentaram praticamente o dobro da concentração de organismos presentes nos tanques de aeração. Para as demais amostragens, a densidade total de organismos da microfauna foi semelhante nas várias unidades de tratamento mas, ao longo do período ficam evidentes 3 fatos: (a) elevada densidade em 11/11/99, (b)

constância da mesma no período de 08/12/99 a 25/04/00 e (c) aumento crescente no período de 09/05/00 a 08/08/00 (figura 19).



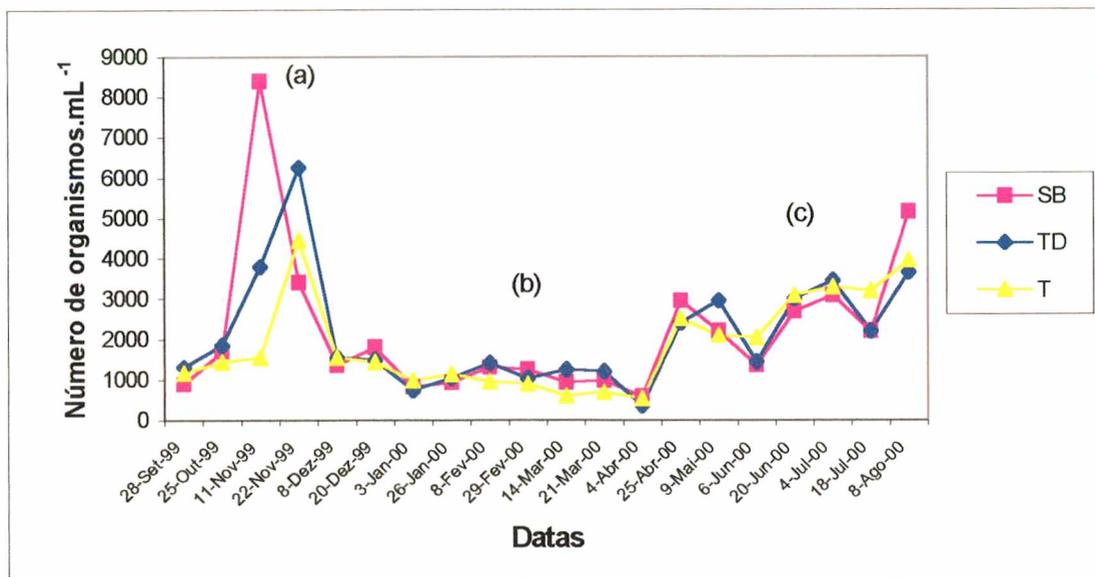
**Figura 16** – Flocos biológicos visualizados em aumento de 100 vezes. No centro do campo observa-se filamentos de fungos (Imagem capturada por Heike Hoffmann).



**Figura 17** – Filamentos de *Nocardia* sp (aumento 1000 vezes) visualizados nos reatores biológicos da ETE Insular (Imagem capturada por Heike Hoffmann).



**Figura 18** – Fungos filamentosos em aumento de 100 vezes (Imagem capturada por Heike Hoffmann).

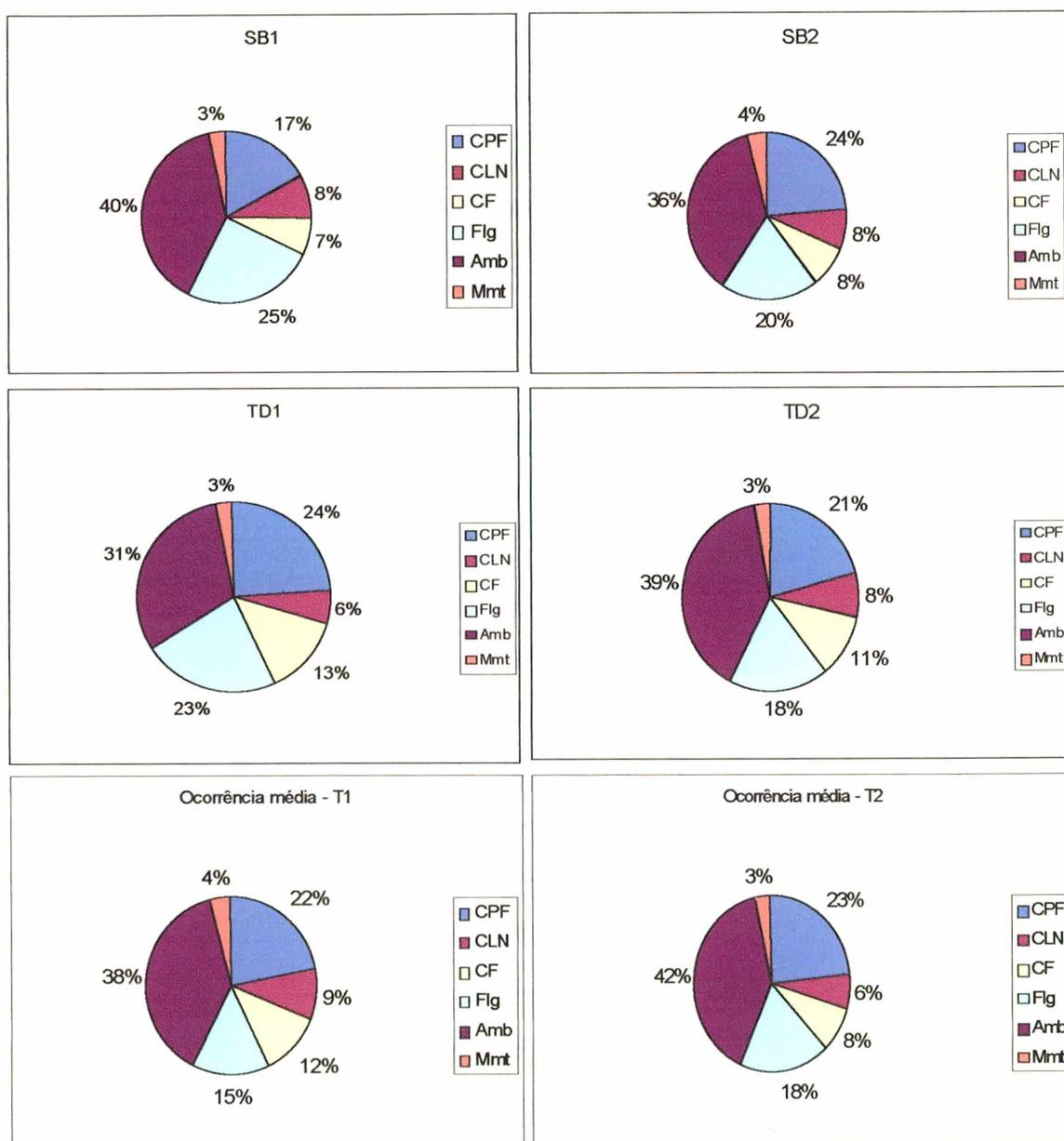


**Figura 19** – Número total de organismos da microfauna presentes na ETE Insular durante o ano monitorado. Os valores estão expressos graficamente através da média do número total de organismos dos dois seletores biológicos (SB), dos dois tanques de desnitrificação (TD) e dos dois tanques de aeração (T).

A ocorrência de um grupo ou espécie indica a porcentagem que este representa na população ou comunidade. A figura 20 evidencia a ocorrência média dos grupos componentes da microfauna durante o estudo. Uma similaridade na composição faunística pôde ser observada em todos os reatores biológicos. As amebas, representadas principalmente pelas tecamebas, dominaram o sistema durante o ano

avaliado, perfazendo 32 - 42% da composição da microfauna, seguida pelos ciliados predadores de flocos que variaram de 17 - 24%.

Os ciliados pedunculados, ciliados livre-natantes e os micrometazoários ocorreram em menores proporções, 7 - 13%, 6 - 8% e 3 - 4%, respectivamente. Os zooflagelados apresentaram ocorrência média de 15 - 25%, observando-se uma pequena tendência desses organismos apresentarem maiores densidades nos reatores anóxicos.



**Figura 20** – Ocorrência média dos grupos representantes da microfauna durante o ano estudado nas unidades de tratamento da ETE Insular. Convenções: CPF – Ciliados predadores de flocos; CLN – Ciliados livre-natantes; CF – Ciliados fixos; Flg – Flagelados; Amb – Amebas; e Mmt – Micrometazoários.

Como descrito nas tabelas 1 e 2, os organismos que estiveram presentes em todas as unidades de tratamento (100% de frequência), durante todo o período, foram as tecamebas, seguidas pelos ciliados predadores de flocos com frequência média de 91%. Os ciliados fixos, ciliados livre-natantes e zooflagelados apresentaram frequências similares, na faixa de 70%. Os componentes da microfauna que ocorreram em menor número de amostragens, cerca de 56%, foram os micrometazoários. A frequência, tal qual, a ocorrência média, não apresentou variação significativa nas diferentes unidades do sistema.

**Tabela 1** – Frequência relativa dos grupos da microfauna encontrados no SB1, TD1 e T1 da ETE Insular.

<b>Grupos</b>	<b>SB1</b>	<b>TD1</b>	<b>T1</b>	<b>Média</b>
<b>AMB</b>	100%	100%	100%	<b>100%</b>
<b>CPF</b>	90%	90%	80%	<b>87%</b>
<b>CLN</b>	80%	65%	65%	<b>70%</b>
<b>CF</b>	70%	65%	80%	<b>72%</b>
<b>ZFG</b>	65%	75%	65%	<b>68%</b>
<b>MTZ</b>	65%	50%	70%	<b>62%</b>

**Convenções:** AMB – Amebas; CPF – Ciliados predadores de flocos; CLN – Ciliados livre-natantes; CF – Ciliados fixos; ZFG – Zooflagelados; e MTZ – Micrometazoários.

**Tabela 2** – Frequência relativa dos grupos da microfauna encontrados no SB2, TD2 e T2 da ETE Insular.

<b>Grupos</b>	<b>SB2</b>	<b>TD2</b>	<b>T2</b>	<b>Média</b>
<b>AMB</b>	100%	100%	100%	<b>100%</b>
<b>CPF</b>	95%	95%	95%	<b>95%</b>
<b>CLN</b>	70%	70%	70%	<b>70%</b>
<b>CF</b>	60%	75%	60%	<b>65%</b>
<b>ZFG</b>	70%	70%	70%	<b>70%</b>
<b>MTZ</b>	55%	55%	40%	<b>50%</b>

**Convenções:** AMB – Amebas; CPF – Ciliados predadores de flocos; CLN – Ciliados livre-natantes; CF – Ciliados fixos; ZFG – Zooflagelados; e MTZ – Micrometazoários.

A classificação dos organismos, bem como, a densidade presente na massa líquida da ETE Insular encontram-se na tabela 3. Foram identificados, neste estudo, 25 gêneros representantes da microfauna.

**Tabela 3** – Densidade absoluta dos gêneros e grupos pertencentes à microfauna, visualizados na ETE insular durante o período de 2007 a 2009. Os dados correspondem a média de organismos por mL encontrados em todas os reatores biológicos do sistema no mesmo dia.

Gêneros/ Grupo	1999						2000						
	28/9	25/10	11/11	22/11	8/12	20/12	3/1	26/1	8/2	29/2	14/3	21/3	5/4
(a) <i>Aspidisca</i>	565	263	438	300	242	477	105	0	83	55	171	89	34
<i>Euplotes</i>	122	118	0	0	154	0	11	11	11	11	6	0	6
<i>Chilodonella</i>	0	0	0	0	0	17	0	6	155	0	73	0	98
<i>Blepharisma</i>	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	6	39
<i>Paramecium</i>	0	0	0	0	17	11	0	0	0	0	0	0	0
CLN-não identificado	0	0	0	0	42	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trachelophyllum</i>	0	0	0	0	0	205	30	111	83	49	247	188	6
(b) <i>Chaetospira</i>	0	0	0	0	0	11	36	33	0	0	0	0	0
<i>Colpoda</i>	0	0	0	0	0	0	84	0	0	0	0	0	0
<i>Tetrahymena</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	49	0	0
<i>Vorticella</i>	0	6	0	33	133	11	0	27	211	17	0	11	0
<i>Epistylis</i>	0	487	212	0	17	0	0	0	0	0	0	13	0
<i>Opercularia</i>	0	0	0	400	0	0	56	0	0	0	0	0	0
(c) <i>Vaginicola</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Acineta</i>	0	0	0	0	0	0	60	0	0	6	11	0	0
<i>Tokophrya</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	22
<i>Podophrya</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
<i>Bodo</i>	0	0	1612	1167	125	0	61	0	0	0	0	0	0
(d) <i>Peranema</i>	93	87	17	0	125	27	0	6	22	17	0	0	0
ZFL-não identificado	0	0	0	17	0	0	0	72	0	22	0	0	0
<i>Arcella</i>	212	185	172	350	242	360	175	222	144	179	142	116	74
<i>Centropyxis</i>	11	197	572	367	83	255	118	72	34	105	27	93	6
<i>Euglypha</i>	65	61	101	367	125	157	105	267	223	296	173	323	150
(e) <i>Diffugia</i>	0	0	0	1733	200	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diolophrys</i>	0	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Quadrueella</i>	0	0	0	0	0	0	0	135	200	160	0	0	0
Amebas nuas	0	0	1317	517	0	0	6	0	0	0	0	0	0
Rotíferos	7	258	27	17	8	17	0	39	22	116	0	0	17
Tardígrados	0	0	0	0	0	11	17	22	6	11	0	0	17
(f) Nematóide	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aelossoma</i>	0	0	55	0	58	6	0	22	0	0	0	0	0
MTZ-não identificado	0	0	0	0	0	0	16	11	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>1075</b>	<b>1662</b>	<b>4534</b>	<b>5301</b>	<b>1571</b>	<b>1565</b>	<b>880</b>	<b>1056</b>	<b>1194</b>	<b>1061</b>	<b>910</b>	<b>839</b>	<b>475</b>

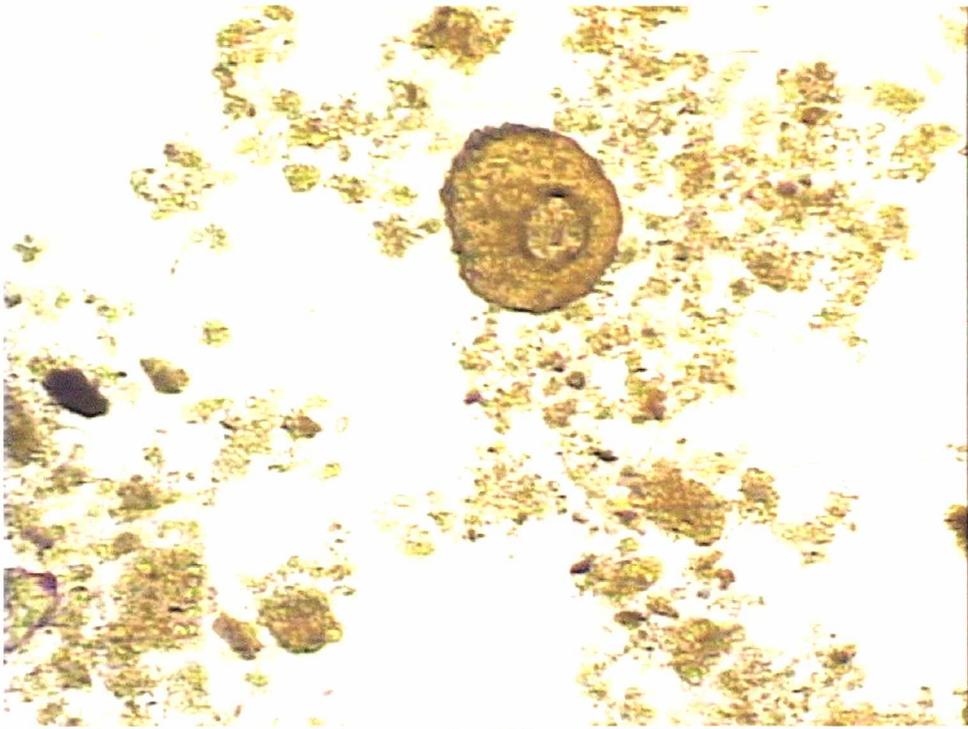
**Convenções:** (a) Ciliados Predadores de Flocos; (b) Ciliados Livre-Natantes; (c) Ciliados Fixos; (d) Zooflagelados; (e) Amebas

A frequência relativa (tabela 4), mostra que os gêneros *Arcella* (figura 21) e *Euglypha* (figura 22), estiveram presentes em todas as amostras em densidades médias de 180 organismos.mL<sup>-1</sup>, para ambos os gêneros. O ciliado *Aspidisca* (figura 23), foi o terceiro gênero mais frequente apresentando 95% de frequência e densidade média de 460 organismos.mL<sup>-1</sup>, sendo ausente apenas no dia 26/01/00.

**Tabela 4** – Frequência relativa e densidade média dos gêneros da microfauna encontrados no sistema, durante o estudo.

GRUPO	GÊNERO	FREQUÊNCIA (%)	MÉDIA (organismos.mL <sup>-1</sup> )
CPF	<i>Aspidisca</i>	95	460
	<i>Euplotes</i>	50	49
	<i>Chilodonella</i>	30	59
CLN	<i>Blepharisma</i>	15	19
	<i>Paramecium</i>	10	14
	CLN-não identificado	15	73
	<i>Trachelophylum</i>	75	111
	<i>Chaetospora</i>	30	36
	<i>Colpoda</i>	5	84
	<i>Tetrahymena</i>	5	49
CF	<i>Vorticella</i>	50	46
	<i>Epistylis</i>	20	182
	<i>Opercularia</i>	10	228
	<i>Vaginicola</i>	35	378
CF – carnívoros	<i>Acineta</i>	15	26
	<i>Tokophrya</i>	10	17
	<i>Podophrya</i>	10	6
FLG	<i>Bodo</i>	20	741
	<i>Peranema</i>	40	49
	ZFL-não identificado	50	805
AMB	<i>Arcella</i>	100	181
	<i>Centropyxis</i>	70	142
	<i>Euglypha</i>	100	179
	<i>Diffugia</i>	20	501
	<i>Diolophrys</i>	5	33
	<i>Quadruella</i>	15	165
	Amebas nuas	20	462
MTZ	Rotíferos	80	41
	Tardígrados	55	12
	Nematóide	5	8
	<i>Aelossoma</i>	30	41
	MTZ-não identificado	10	14

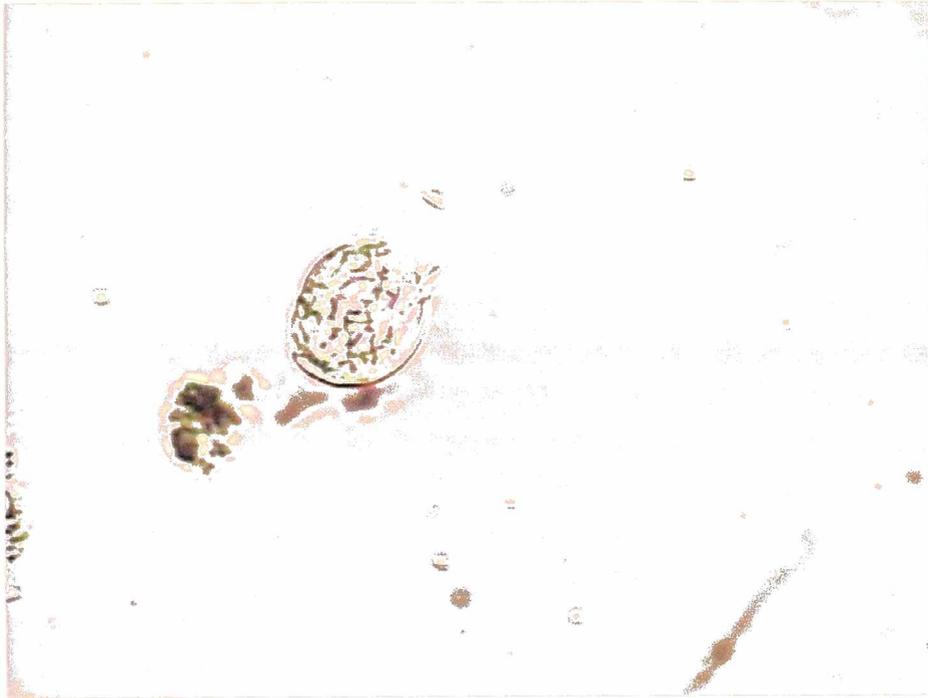
**Convenções:** CPF – Ciliados Predadores de Flocos; CLN – Ciliados Livre-Natantes; CF – Ciliados Fixos; FLG – Zooflagelados; AMB – Amebas; MTZ – Micrometazoários.



**Figura 21** – *Arcella* sp em aumento de 100 vezes (imagem capturada por Heike Hoffmann).



**Figura 22** – *Euglypha* sp em aumento de 400 vezes (imagem capturada por Heike Hoffmann).



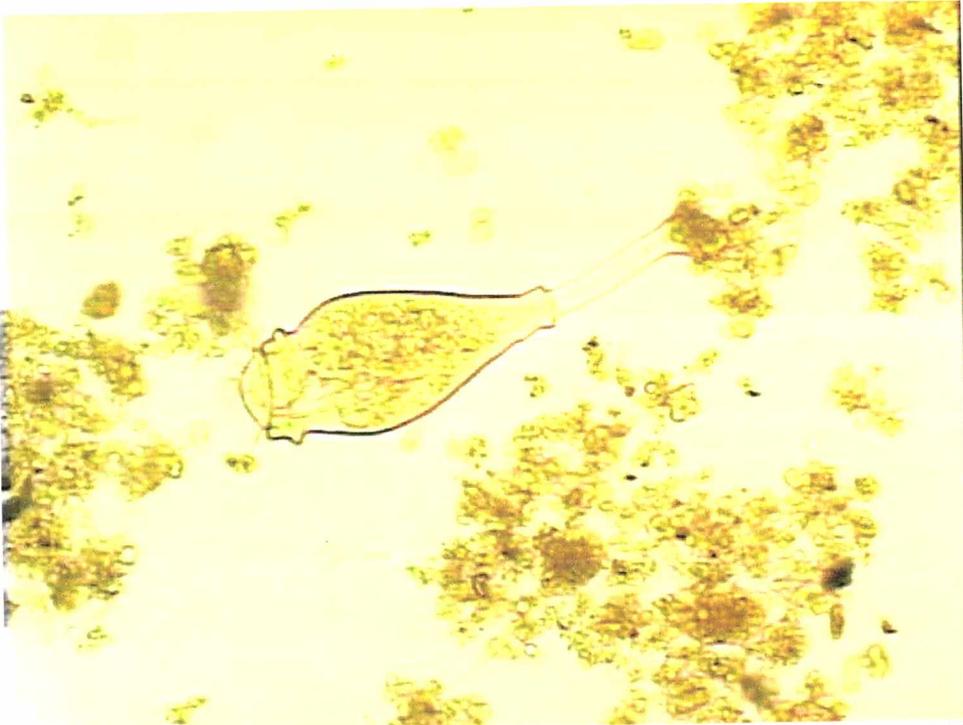
**Figura 23** – *Aspidisca* sp em aumento de 400 vezes (imagem capturada por Heike Hoffmann).

Os microrganismos que apresentaram menores frequências no período, foram os Nematóides, a ameba tecada *Diplophrys*, os CLNs *Tetrahymena* e *Colpoda* apresentando todos, 5% de frequência, e o CLN *Paramecium*, os CFs *Opercularia*, *Tokophrya* e *Podophrya*, 10% de frequência.

Os pequenos zooflagelados juntamente com *Aspidisca*, apresentaram densidades notadamente maiores no período de 25/04/00 a 08/08/00, quando também observou-se o surgimento do CF *Vaginicolla* sp.

O ciliado fixo *Vorticella* sp (figura 24), foi visualizado em 45% do período (9 amostragens) em densidades inferiores a 100 indivíduos.mL<sup>-1</sup>, exceto em 08/12/99 e 08/02/00, quando as densidades deste organismo foram maiores.

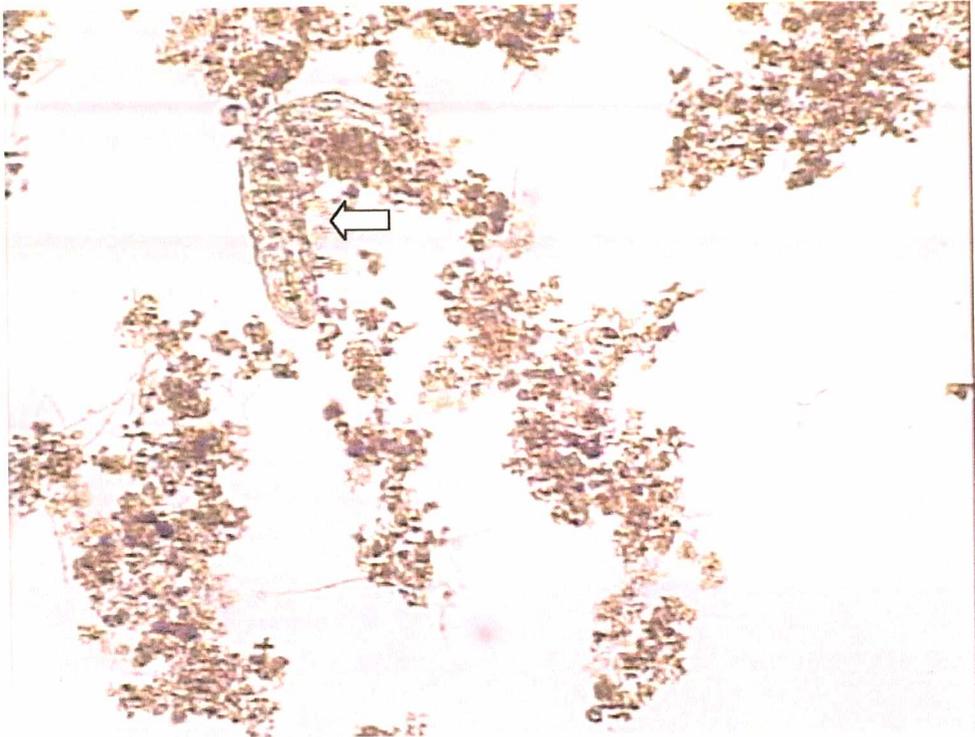
Os micrometazoários estiveram presentes em densidades baixas, mas com frequência média de 50% para os reatores do lado 1 e 62% para os reatores do lado 2. Destacaram-se neste grupo os rotíferos (figura 25) e os tardígrados (figura 26).



**Figura 24** – *Vorticella* sp em aumento de 400 vezes (imagem capturada por Heike Hoffmann).



**Figura 25** – Rotífero em aumento de 400 vezes (imagem capturada por Heike Hoffmann).



**Figura 26** – Tardígrado em aumento de 100 vezes (imagem capturada por Heike Hoffmann).

## 6.2. PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E OPERACIONAIS

Os protocolos referentes as análises físico-químicas e operacionais, monitoradas na ETE Insular no período de Setembro/1999 a Agosto/2000, encontram-se no anexo 2. Estes parâmetros, representados pela média, máximo, mínimo e desvio médio, estão descritos nas tabelas 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 e 12, para o EB, SB1, SB2, TD1, TD2, T1, T2 e TAS, respectivamente.

**Tabela 5** - Valores médios, máximos, mínimos e desvios médios dos parâmetros físico-químicos e operacionais, determinados no EB, durante o estudo.

PARÂMETRO	MÉDIA	MÁXIMO	MÍNIMO	DESVIO MÉDIO
Temperatura (°C)	23,3	29,0	17,0	2,9
PH	7,3	7,9	6,8	0,3
Alcalinidade total (mg.L <sup>-1</sup> CaCO <sub>3</sub> )	173,7	231,1	131,0	19,8
DQOt (mg.L <sup>-1</sup> )	437,7	748,0	223,0	108,8
DQOs (mg.L <sup>-1</sup> )	187,5	282,0	97,0	53,7
DBOt (mg.L <sup>-1</sup> )	203,1	321,0	97,0	53,7
Cloretos (mg.L <sup>-1</sup> NaCl)	253,4	3100,0	23,1	297,8
N-NH <sub>4</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	28,7	43,8	14,1	5,4
N-NO <sub>2</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	0,0	0,1	0,0	0,0
N-NO <sub>3</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	0,6	1,7	0,0	0,4
SSd <sub>1</sub> (mL.L <sup>-1</sup> )	3	7	1	2
ST (mg.L <sup>-1</sup> )	926	5815	318	611
SS (mg.L <sup>-1</sup> )	284	1104	36	160
SSV (mg.L <sup>-1</sup> )	278	1030	32	165
SSF (mg.L <sup>-1</sup> )	47	76	16	15
SD (mg.L <sup>-1</sup> )	642	4711	101	538
Vazão (L.s <sup>-1</sup> )	219	282	163	26

**Convenções:** DQOt – Demanda Química de Oxigênio total; DQOs – Demanda Química de Oxigênio solúvel; DBOt – Demanda Bioquímica de Oxigênio total; SSd<sub>1</sub> – Sólidos Sedimentáveis; ST – Sólidos Totais; SS – Sólidos Suspensos; SSV – Sólidos Suspensos Voláteis; SSF – Sólidos Suspensos Fixos; e SD – Sólidos Dissolvidos.

A concentração de cloretos, os ST, os SS e os SD encontrados no EB, apresentaram maiores variações em relação aos demais parâmetros físico químicos.

**Tabela 6** - Valores médios, máximos, mínimos e desvios médios dos parâmetros físico-químicos e operacionais, determinados no SB1, durante o estudo.

PARÂMETRO	MÉDIA	MÁXIMO	MÍNIMO	DESVIO MÉDIO
Temperatura (°C)	22,8	28,0	16,0	2,8
PH	6,5	6,8	5,4	0,2
Alcalinidade total (mg.L <sup>-1</sup> CaCO <sub>3</sub> )	111,3	141,1	33,7	19,4
DQOs (mg.L <sup>-1</sup> )	73,9	123,0	32,0	26,1
Cloretos (mg.L <sup>-1</sup> NaCl)	465,8	3000,0	46,5	605,3
N-NH <sub>4</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	12,8	23,1	8,2	3,5
N-NO <sub>2</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	0,2	0,6	0,0	0,1
N-NO <sub>3</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	2,5	7,5	0,0	1,3
SSd <sub>2</sub> (mL.L <sup>-1</sup> )	614	970	320	209
ST (mg.L <sup>-1</sup> )	7865	11800	5299	1133
SS (mg.L <sup>-1</sup> )	6620	8722	3963	692
SSV (mg.L <sup>-1</sup> )	4736	7172	2166	651
SSF (mg.L <sup>-1</sup> )	1793	2125	775	226
SD (mg.L <sup>-1</sup> )	1245	4150	93	1038
IVL (mL.g <sup>-1</sup> )	92	134	50	26
SSV/SS	0,7	0,9	0,5	0,1

**Convenções:** DQOt – Demanda Química de Oxigênio total; DQOs – Demanda Química de Oxigênio solúvel; DBOt – Demanda Bioquímica de Oxigênio total; SSd<sub>2</sub> – Sedimentabilidade do lodo; ST – Sólidos Totais; SS – Sólidos Suspensos; SSV – Sólidos Suspensos Voláteis; SSF – Sólidos Suspensos Fixos; e SD – Sólidos Dissolvidos.

**Tabela 7** - Valores médios, máximos, mínimos e desvios médios dos parâmetros físico-químicos e operacionais, determinados no SB2, durante o estudo.

PARÂMETRO	MÉDIA	MÁXIMO	MÍNIMO	DESVIO MÉDIO
Temperatura (°C)	23,0	28,0	16,0	2,7
PH	6,5	6,7	5,3	0,2
Alcalinidade total (mg.L <sup>-1</sup> CaCO <sub>3</sub> )	111,8	142,6	27,5	21,2
DQOs (mg.L <sup>-1</sup> )	83,8	136,0	34,0	25,6
Cloretos (mg.L <sup>-1</sup> NaCl)	495,0	3200,0	48,0	657,8
N-NH <sub>4</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	12,5	19,5	6,3	3,1
N-NO <sub>2</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	0,2	1,1	0,0	0,1
N-NO <sub>3</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	2,6	9,8	0,4	1,4
SSd <sub>2</sub> (mL.L <sup>-1</sup> )	625	970	350	229
ST (mg.L <sup>-1</sup> )	7974	12188	6382	1216
SS (mg.L <sup>-1</sup> )	6686	9658	4052	776
SSV (mg.L <sup>-1</sup> )	4839	7844	2230	819
SSF (mg.L <sup>-1</sup> )	1799	2100	907	193
SD (mg.L <sup>-1</sup> )	1342	4219	120	1106
IVL (mL.g <sup>-1</sup> )	95	132	52	29
SSV/SS	0,7	0,8	0,6	0,0

**Convenções:** DQOt – Demanda Química de Oxigênio total; DQOs – Demanda Química de Oxigênio solúvel; DBOt – Demanda Bioquímica de Oxigênio total; SSd<sub>2</sub> – Sedimentabilidade do lodo; ST – Sólidos Totais; SS – Sólidos Suspensos; SSV – Sólidos Suspensos Voláteis; SSF – Sólidos Suspensos Fixos; e SD – Sólidos Dissolvidos.

**Tabela 8** - Valores médios, máximos, mínimos e desvios médios dos parâmetros físico-químicos e operacionais, determinados no TD1, durante o estudo.

PARÂMETRO	MÉDIA	MÁXIMO	MÍNIMO	DESVIO MÉDIO
Temperatura (°C)	22,9	28,0	16,0	2,7
PH	6,4	6,7	5,6	0,2
Alcalinidade total (mg.L <sup>-1</sup> CaCO <sub>3</sub> )	103,7	138,9	36,0	20,8
DQOs (mg.L <sup>-1</sup> )	78,4	154,0	31,0	30,1
Cloretos (mg.L <sup>-1</sup> NaCl)	524,2	4000,0	50,0	694,5
N-NH <sub>4</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	10,8	14,0	8,2	1,8
N-NO <sub>2</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	0,2	0,9	0,0	0,1
N-NO <sub>3</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	2,1	9,4	0,2	1,1
SSd <sub>2</sub> (mL.L <sup>-1</sup> )	706	970	300	201
ST (mg.L <sup>-1</sup> )	8274	12090	6102	1476
SS (mg.L <sup>-1</sup> )	6812	8603	3668	686
SSV (mg.L <sup>-1</sup> )	4893	6642	2068	677
SSF (mg.L <sup>-1</sup> )	1938	2672	1512	184
SD (mg.L <sup>-1</sup> )	1457	4574	22	1397
IVL (mL.g <sup>-1</sup> )	103	133	51	24
SSV/SS	0,7	0,8	0,6	0,0

**Convenções:** DQOt – Demanda Química de Oxigênio total; DQOs – Demanda Química de Oxigênio solúvel; DBOt – Demanda Bioquímica de Oxigênio total; SSd<sub>2</sub> – Sedimentabilidade do lodo; ST – Sólidos Totais; SS – Sólidos Suspensos; SSV – Sólidos Suspensos Voláteis; SSF – Sólidos Suspensos Fixos; e SD – Sólidos Dissolvidos.

**Tabela 9** - Valores médios, máximos, mínimos e desvios médios dos parâmetros físico-químicos e operacionais, determinados no TD2, durante o estudo.

PARÂMETRO	MÉDIA	MÁXIMO	MÍNIMO	DESVIO MÉDIO
Temperatura (°C)	22,9	28,0	16,0	2,8
PH	6,4	6,8	5,6	0,2
Alcalinidade total (mg.L <sup>-1</sup> CaCO <sub>3</sub> )	104,1	140,5	40,0	22,7
DQOs (mg.L <sup>-1</sup> )	86,0	177,0	33,0	30,6
Cloretos (mg.L <sup>-1</sup> NaCl)	529,0	3650,0	50,5	703,9
N-NH <sub>4</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	11,0	16,9	4,4	2,2
N-NO <sub>2</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	0,2	0,8	0,0	0,1
N-NO <sub>3</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	2,1	7,9	0,3	1,3
SSd <sub>2</sub> (mL.L <sup>-1</sup> )	688	980	380	189
ST (mg.L <sup>-1</sup> )	8539	12812	6318	1430
SS (mg.L <sup>-1</sup> )	7005	9557	3679	832
SSV (mg.L <sup>-1</sup> )	4715	7333	54	969
SSF (mg.L <sup>-1</sup> )	1995	2438	1478	193
SD (mg.L <sup>-1</sup> )	1529	4352	86	1304
IVL (mL.g <sup>-1</sup> )	97	128	60	20
SSV/SS	0,7	0,8	0,6	0,1

**Convenções:** DQOt – Demanda Química de Oxigênio total; DQOs – Demanda Química de Oxigênio solúvel; DBOt – Demanda Bioquímica de Oxigênio total; SSd<sub>2</sub> – Sedimentabilidade do lodo; ST – Sólidos Totais; SS – Sólidos Suspensos; SSV – Sólidos Suspensos Voláteis; SSF – Sólidos Suspensos Fixos; e SD – Sólidos Dissolvidos.

**Tabela 10** - Valores médios, máximos, mínimos e desvios médios dos parâmetros físico-químicos e operacionais, determinados no T1, durante o estudo.

PARÂMETRO	MÉDIA	MÁXIMO	MÍNIMO	DESVIO MÉDIO
Temperatura (°C)	22,2	28,0	16,0	2,6
PH	5,7	6,4	3,7	0,4
Alcalinidade total (mg.L <sup>-1</sup> CaCO <sub>3</sub> )	41,3	78,5	0,0	13,0
DQOs (mg.L <sup>-1</sup> )	65,1	169,0	14,0	30,0
Cloretos (mg.L <sup>-1</sup> NaCl)	504,6	3700,0	53,0	650,8
N-NH <sub>4</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	1,4	5,3	0,2	1,0
N-NO <sub>2</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	0,1	0,5	0,0	0,1
N-NO <sub>3</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	7,0	17,8	0,2	2,9
SSd <sub>2</sub> (mL.L <sup>-1</sup> )	775	980	390	193
ST (mg.L <sup>-1</sup> )	9215	12109	7058	1258
SS (mg.L <sup>-1</sup> )	7744	9639	3728	953
SSV (mg.L <sup>-1</sup> )	5590	7428	2182	812
SSF (mg.L <sup>-1</sup> )	2190	2802	1546	211
SD (mg.L <sup>-1</sup> )	1471	5101	161	1117
IVL (mL.g <sup>-1</sup> )	99	125	57	16
SSV/SS	0,7	0,8	0,6	0,1

**Convenções:** DQOt – Demanda Química de Oxigênio total; DQOs – Demanda Química de Oxigênio solúvel; DBOt – Demanda Bioquímica de Oxigênio total; SSd<sub>2</sub> – Sedimentabilidade do lodo; ST – Sólidos Totais; SS – Sólidos Suspensos; SSV – Sólidos Suspensos Voláteis; SSF – Sólidos Suspensos Fixos; e SD – Sólidos Dissolvidos.

**Tabela 11** - Valores médios, máximos, mínimos e desvios médios dos parâmetros físico-químicos e operacionais, determinados no T2, durante o estudo.

PARÂMETRO	MÉDIA	MÁXIMO	MÍNIMO	DESVIO MÉDIO
Temperatura (°C)	22,3	28,0	16,0	2,7
PH	5,6	6,8	3,8	0,4
Alcalinidade total (mg.L <sup>-1</sup> CaCO <sub>3</sub> )	41,2	75,7	0,0	12,7
DQOs (mg.L <sup>-1</sup> )	64,7	171,0	5,0	33,0
Cloretos (mg.L <sup>-1</sup> NaCl)	524,5	3950,0	57,5	679,5
N-NH <sub>4</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	1,1	2,8	0,3	0,4
N-NO <sub>2</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	0,1	0,4	0,0	0,1
N-NO <sub>3</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	7,6	18,0	3,7	2,2
SSd <sub>2</sub> (mL.L <sup>-1</sup> )	793	980	430	154
ST (mg.L <sup>-1</sup> )	9341	12538	7600	1190
SS (mg.L <sup>-1</sup> )	8020	10253	3858	923
SSV (mg.L <sup>-1</sup> )	5825	8642	2400	888
SSF (mg.L <sup>-1</sup> )	2151	2712	1132	360
SD (mg.L <sup>-1</sup> )	1321	4726	46	1063
IVL (mL.g <sup>-1</sup> )	99	125	61	14
SSV/SS	0,7	0,9	0,6	0,1

**Convenções:** DQOt – Demanda Química de Oxigênio total; DQOs – Demanda Química de Oxigênio solúvel; DBOt – Demanda Bioquímica de Oxigênio total; SSd<sub>2</sub> – Sedimentabilidade do lodo; ST – Sólidos Totais; SS – Sólidos Suspensos; SSV – Sólidos Suspensos Voláteis; SSF – Sólidos Suspensos Fixos; e SD – Sólidos Dissolvidos.

**Tabela 12** - Valores médios, máximos, mínimos e desvios médios dos parâmetros físico-químicos e operacionais, determinados no TAS, durante o estudo.

PARÂMETRO	MÉDIA	MÁXIMO	MÍNIMO	DESVIO MÉDIO
Temperatura (°C)	22,3	28,0	14,0	3,0
PH	5,9	6,8	3,8	0,5
Alcalinidade total (mg.L <sup>-1</sup> CaCO <sub>3</sub> )	7,6	19,2	0,0	3,6
OD (mg.L <sup>-1</sup> )	5,5	6,2	4,1	0,5
DQOt (mg.L <sup>-1</sup> )	78,0	141,0	53,0	22,1
DQOs (mg.L <sup>-1</sup> )	40,5	109,0	15,0	14,9
DBOt (mg.L <sup>-1</sup> )	7,1	20,0	2,0	3,7
Cloretos (mg.L <sup>-1</sup> NaCl)	417,7	2250,0	47,5	511,4
N-NH <sub>4</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	1,0	5,7	0,0	0,7
N-NO <sub>2</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	0,0	0,3	0,0	0,0
N-NO <sub>3</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	8,1	19,4	1,7	2,8
SSd <sub>1</sub> (mL.L <sup>-1</sup> )	0	<1	0	0
ST (mg.L <sup>-1</sup> )	934	3762	107	826
SS (mg.L <sup>-1</sup> )	69	189	13	37
SSV (mg.L <sup>-1</sup> )	59	194	13	39
SSF (mg.L <sup>-1</sup> )	22	146	3	18
SD (mg.L <sup>-1</sup> )	778	3300	142	651
Turbidez (NTU)	36	89	16	16
Cor aparente (uC)	5	14	3	2

**Convenções:** DQOt – Demanda Química de Oxigênio total; DQOs – Demanda Química de Oxigênio solúvel; DBOt – Demanda Bioquímica de Oxigênio total; SSd<sub>1</sub> – Sólidos Sedimentáveis; ST – Sólidos Totais; SS – Sólidos Suspensos; SSV – Sólidos Suspensos Voláteis; SSF – Sólidos Suspensos Fixos; e SD – Sólidos Dissolvidos.

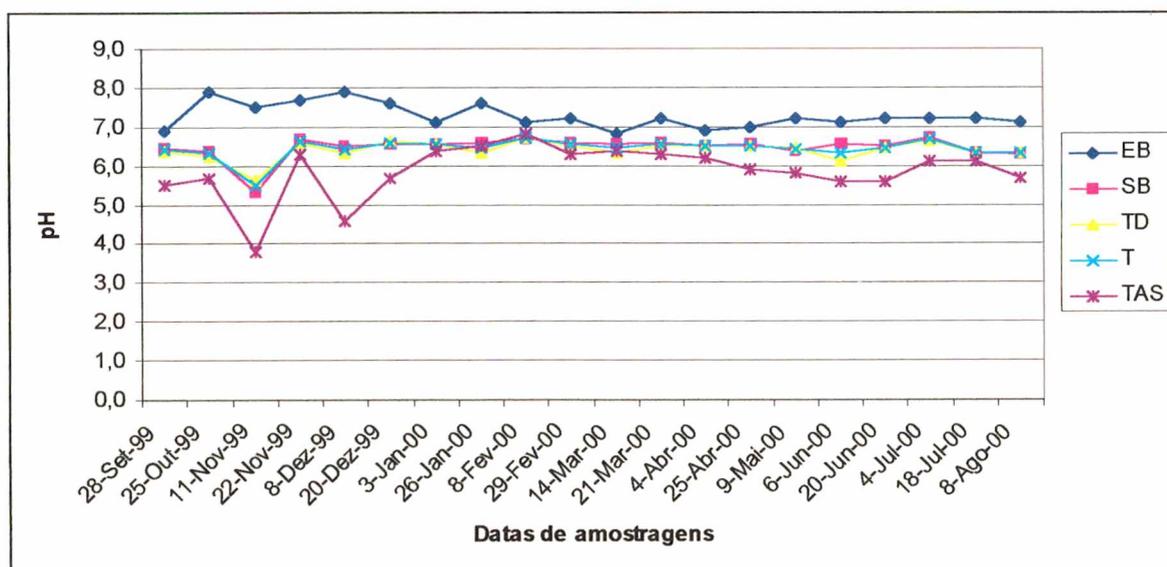
As amostras foram coletadas no período da manhã, normalmente entre as 8-9 horas. Durante os 11 meses do estudo, a temperatura atmosférica variou de 11°C a 29°C, sendo que em 70% do período, estas foram maiores que 20°C. Apenas no dia 11/11/99 e, no período de 20/06/00 a 08/08/00, as temperaturas foram menores que 20°C.

As temperaturas determinadas nas amostras, apresentaram menores variações que a temperatura do ar. A máxima verificada foi de 29°C, em 29/02/00, no EB e, a mínima de 15°C, em 18/07/00, no TAS. Nos reatores biológicos, as temperaturas foram mais altas e apresentaram menores variações do que as observadas no EB e no TAS. Na tabela 13, estão descritas as frequências relativas às temperaturas verificadas nos locais amostrados. As amostras com temperaturas menores de 20°C, ocorreram nos dias 11/11/99, 04/07/00, 18/07/00 e 08/08/00. Em 80% do ano monitorado, a temperatura da massa líquida foi maior que 20°C.

**Tabela 13** – Frequências relativas das temperaturas observadas nas unidades de tratamento da ETE Insular, durante o período estudado.

PONTOS DE AMOSTRAGENS	FAIXAS DE TEMPERATURA DA AMOSTRA		
	14°C – 20°C	21°C – 24°C	25°C – 29°C
EB	28%	28%	44%
SB1	20%	50%	30%
SB2	15%	55%	30%
TD1	20%	45%	35%
TD2	20%	50%	30%
T1	25%	50%	25%
T2	20%	45%	30%
TAS	20%	50%	30%

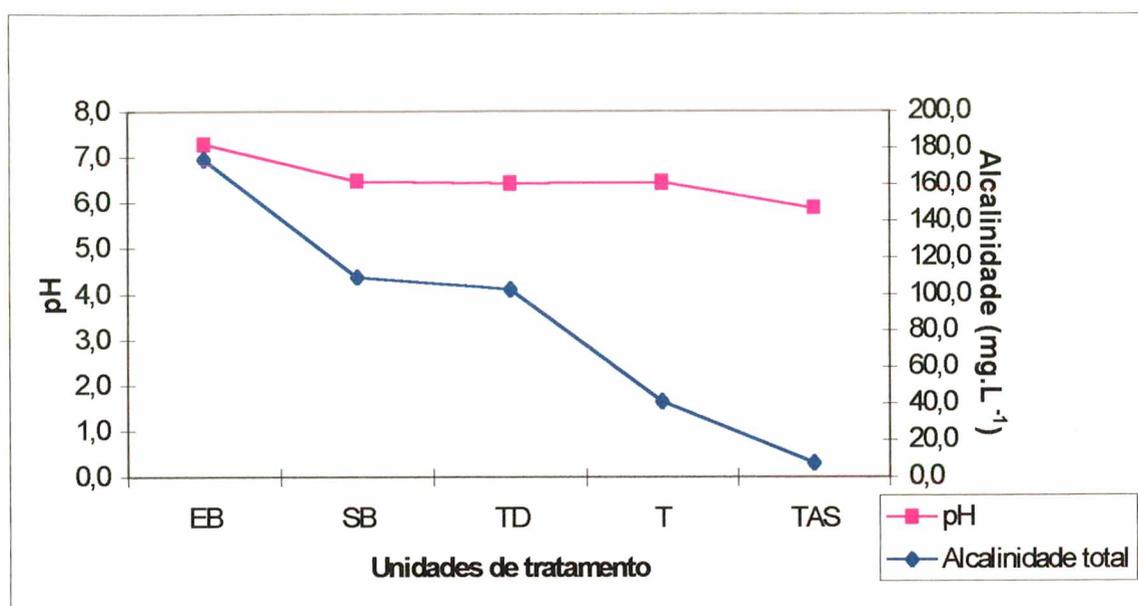
Na figura 27, observa-se o comportamento do pH na ETE insular. Verifica-se que, durante todo o período monitorado, o pH determinado no EB apresentou-se superior a 6,8, sendo 7,3 o valor médio. Nos reatores anóxicos, o pH variou de 6,0 a 7,0 em 95% das amostragens. Nos tanques de aeração e no TAS, apresentou-se inferior aos valores verificados no EB e nas unidades anóxicas. Os menores valores ocorreram no TAS, em 11/11/99 e 08/12/99 com 3,7 e 4,6, respectivamente.



**Figura 27** – Comportamento do pH nas unidades de tratamento da ETE Insular, durante o ano de estudo.

Na figura 28, verifica-se através dos valores médios, a tendência do pH e da alcalinidade ao longo do sistema. Nos reatores anóxicos, a alcalinidade foi mantida, juntamente com o pH, enquanto que nos tanques de aeração, ocorreram reduções acentuadas nas concentrações de alcalinidade e leves reduções no pH. O efluente final apresentou

alcalinidade e pH inferiores aos verificados na saída da massa líquida dos tanques de aeração. No dia 11/11/99, verificou-se alcalinidade de 0,0 no efluente final (TAS).



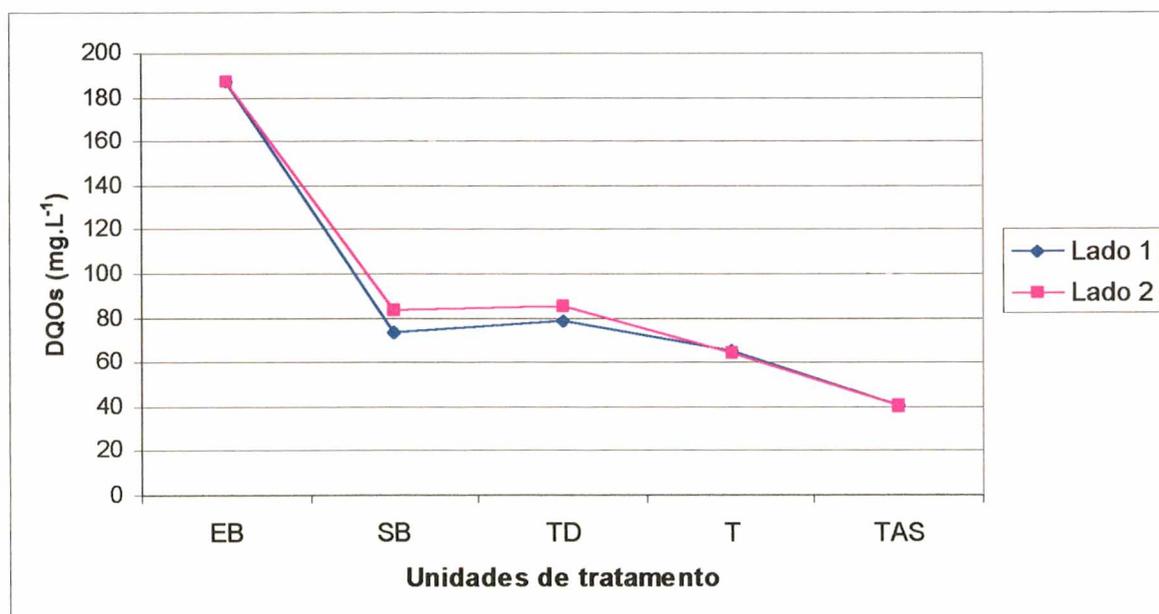
**Figura 28** – Gráfico baseado nos valores médios da concentração de alcalinidade e pH, nas unidades de tratamento da ETE Insular, durante o estudo.

O afluente ao sistema insular de tratamento de esgotos, apresentou DQOt de 223 - 748 mg.L<sup>-1</sup> e, o efluente concentrações de 53 - 141mg.L<sup>-1</sup>. A remoção média obtida durante o período de estudo foi de 80%, sendo nos dias 08/12/99, 03/01/00, 04/04/00 e 18/07/00, observadas concentrações menores que 100mg.L<sup>-1</sup>, no efluente (tabela 14).

A DQOs média do efluente final foi de 40,5 mg.L<sup>-1</sup> compondo cerca de 50% da DQOt. A figura 29 descreve, através dos valores médios, a tendência observada no sistema durante o estudo. Verifica-se que, nos reatores anóxicos (SB + TD), não ocorreram reduções de DQOs. Entretanto, nos tanques de aeração, reduções maiores que 50% puderam ser verificadas. O efluente final apresentou DQOs 74% menor do que a concentração afluente (tabela 15). Verificou-se também, reduções da DQOs no TAS em relação as amostras dos tanques de aeração.

**Tabela 14** – Concentrações e médias da DQOt do afluente (EB), efluente final (TAS), e remoções deste parâmetro, observadas no sistema, durante as amostragens.

DATAS	EB (mg.L <sup>-1</sup> )	TAS (mg.L <sup>-1</sup> )	Redução (%)
28-Set-99	598,0	62,0	90
25-Out-99	531,0	73,0	86
11-Nov-99	343,0	60,0	83
22-Nov-99	374,0	62,0	83
08-Dez-99	386,0	141,0	63
20-Dez-99	456,0	62,0	86
03-Jan-00	223,0	109,0	51
26-Jan-00	381,0	53,0	86
08-Fev-00	263,0	65,0	75
29-Fev-00	428,0	59,0	86
14-Mar-00	292,0	62,0	79
21-Mar-00	310,0	125,0	60
04-Abr-00	347,0	130,0	63
25-Abr-00	506,0	56,0	89
09-Mai-00	571,0	56,0	90
06-Jun-00	486,0	76,0	84
20-Jun-00	379,0	55,0	85
04-Jul-00	570,0	69,0	88
18-Jul-00	561,0	102,0	82
08-Ago-00	748,0	82,0	89
<b>MÉDIA</b>	<b>437,7mg.L<sup>-1</sup></b>	<b>78,0mg.L<sup>-1</sup></b>	<b>80%</b>



**Figura 29** – Gráfico baseado nos valores médios da concentração de DQOs, observados nas unidades de tratamento da ETE Insular, durante o período estudado. O lado 1 corresponde ao SB1, TD1 e T1 e, o lado 2, ao SB2, TD2 e T2.

**Tabela 15** – Concentrações e médias da DQOs do afluente (EB), efluente final (TAS), e remoções deste parâmetro, observadas no sistema, durante as amostragens.

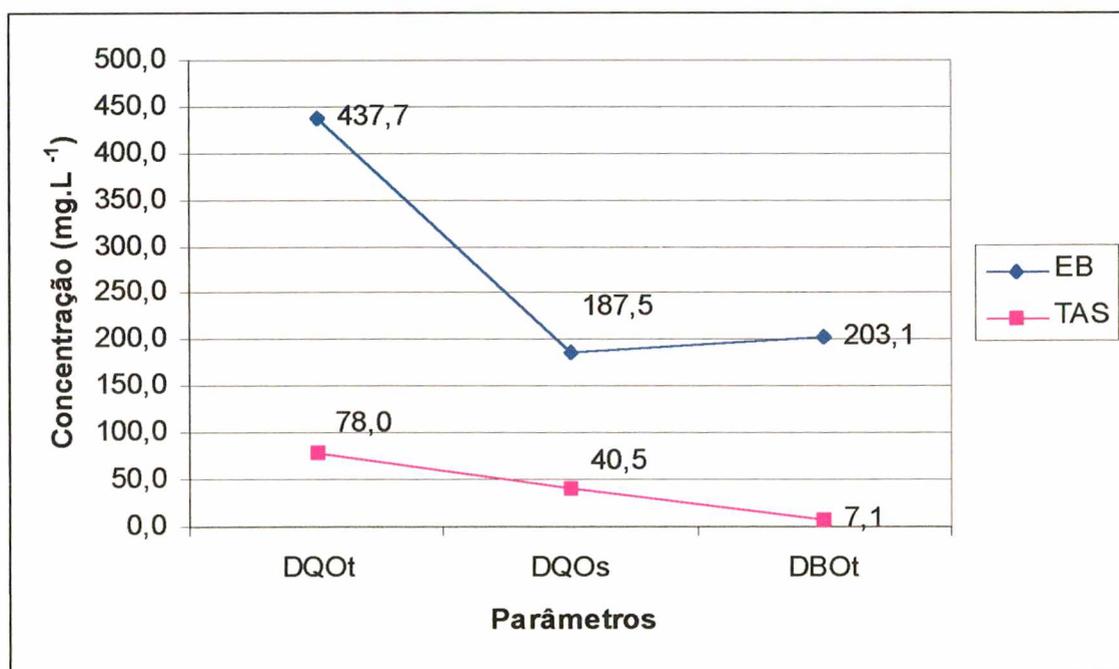
<b>DATAS</b>	<b>EB (mg.L<sup>-1</sup>)</b>	<b>TAS (mg.L<sup>-1</sup>)</b>	<b>Redução (%)</b>
28-Set-99	–	32	–
25-Out-99	–	42	–
11-Nov-99	–	25	–
22-Nov-99	–	32	–
08-Dez-99	–	48	–
20-Dez-99	248	32	87
03-Jan-00	120	32	73
26-Jan-00	145	15	90
08-Fev-00	193	37	81
29-Fev-00	251	24	90
14-Mar-00	176	23	87
21-Mar-00	199	74	63
04-Abr-00	211	109	48
25-Abr-00	232	42	82
09-Mai-00	267	21	92
06-Jun-00	97	55	43
20-Jun-00	186	23	88
04-Jul-00	97	42	57
18-Jul-00	109	51	53
08-Ago-00	282	50	82
<b>MÉDIA</b>	<b>188mg.L<sup>-1</sup></b>	<b>40mg.L<sup>-1</sup></b>	<b>74%</b>

As concentrações de DBOt determinadas no estudo estão descritas na tabela 16. Valores médios de 203 mg.L<sup>-1</sup> e 7 mg.L<sup>-1</sup> foram observados para o EB e o TAS respectivamente. Percebeu-se redução média de 97% deste parâmetro.

Através das concentrações médias de DQOt, DQOs e DBOt, determinados no EB e no TAS, durante o estudo, observa-se reduções bastante significativas destes parâmetros, no efluente final do sistema (figura 30).

**Tabela 16** – Concentrações e médias da DBOt do afluente (EB), efluente final (TAS), e remoções deste parâmetro, observadas no sistema, durante as amostragens.

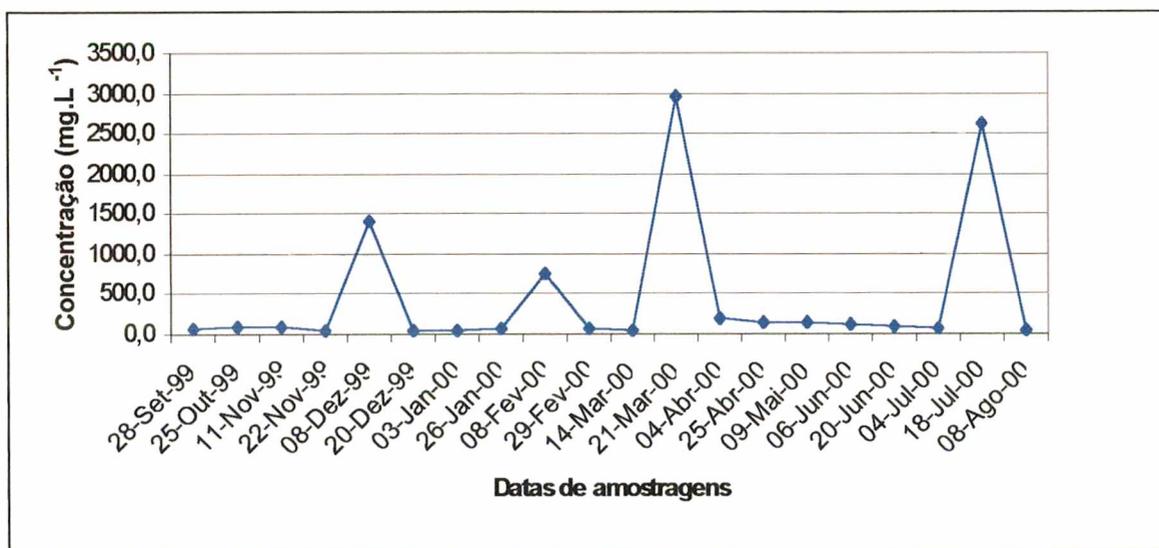
DATAS	EB (mg.L <sup>-1</sup> )	TAS (mg.L <sup>-1</sup> )	Remoção (%)
28-Set-99	–	11	–
25-Out-99	–	11	–
11-Nov-99	–	8,0	–
20-Dez-99	–	5	–
03-Jan-00	132	8	94
26-Jan-00	225	20	91
08-Fev-00	148	4	97
29-Fev-00	–	16	–
14-Mar-00	178	5	97
21-Mar-00	263	6	98
04-Abr-00	165	5	97
25-Abr-00	247	4	98
09-Mai-00	221	3	99
20-Jun-00	97	3	97
04-Jul-00	–	6	–
18-Jul-00	237	3	99
08-Ago-00	321	2	99
<b>MÉDIA</b>	<b>203,1mg.L<sup>-1</sup></b>	<b>7,1mg.L<sup>-1</sup></b>	<b>97%</b>



**Figura 30** – Concentrações médias de DQOt, DQOs e DBOt do afluente (EB) e efluente (TAS) da ETE Insular, durante o período de estudo.

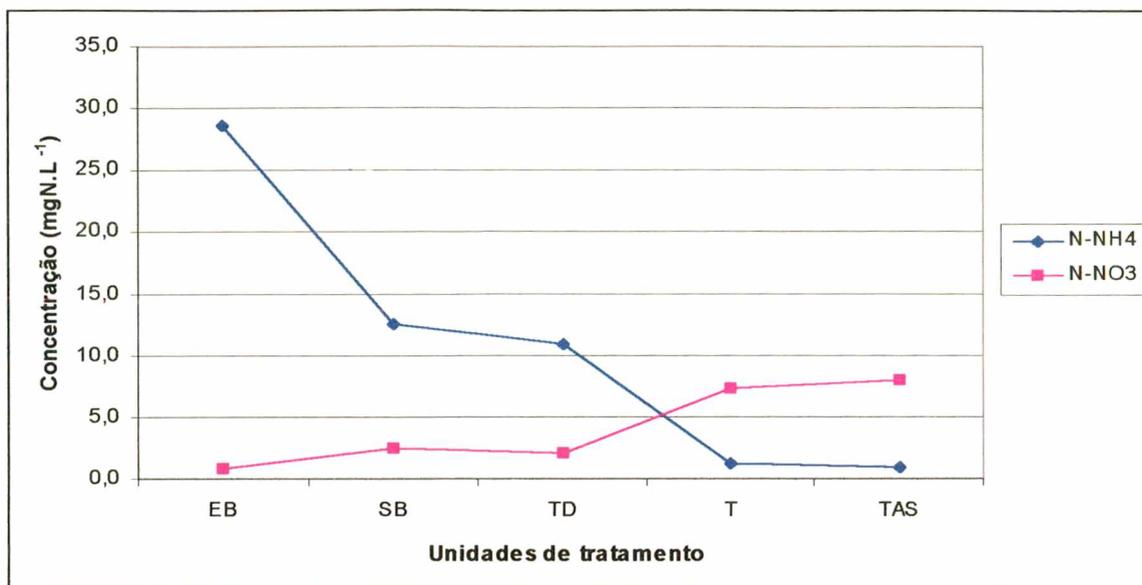
Os resultados referentes a concentração de OD nos reatores biológicos, não serão considerados no estudo, devido à problemas metodológicos de preparação das amostras em presença de elevada concentração de biomassa. Entretanto, para o efluente final, as concentrações de OD variaram de 4,1 a 6,2, sendo  $5,5 \pm 0,5 \text{mg.L}^{-1}$  o valor médio obtido no período.

Os cloretos apresentaram grandes variações na ETE insular durante o estudo. As maiores concentrações ( $>1000 \text{mg.L}^{-1} \text{NaCl}$ ) foram verificados em 08/12/99, 21/03/00 e 18/07/00 (figura 31). Em 70% do período monitorado, as concentrações foram menores que  $100 \text{mg.L}^{-1}$ .



**Figura 31** – Concentrações de cloretos no sistema insular de tratamento de esgotos, determinadas durante o estudo. Os valores referentes a cada dia amostrado, correspondem a média das concentrações verificada em todas as unidades de tratamento.

Na figura 32, observa-se através dos valores médios obtidos, o comportamento do  $\text{N-NH}_4$  e do  $\text{NO}_3$  nas unidades de tratamento, evidenciando-se o decaimento acentuado do primeiro e o aumento na concentração de  $\text{N-NO}_3$ , evidenciando a ocorrência da nitrificação. As concentrações de nitrogênio oxidado no efluente final variaram de 1,7 a 19,4, sendo em 40% das amostras, maiores do que  $10 \text{mg.L}^{-1}$ , em 30%, menores que  $5,0 \text{mg.L}^{-1}$  e entre  $5 \text{mg.L}^{-1}$  e  $10 \text{mg.L}^{-1}$  nos 30% restantes.



**Figura 32** – Comportamento do N-NH<sub>4</sub> e N-NO<sub>3</sub> nas unidades de tratamento da ETE insular, durante o período de estudo. Convenções: SB – média do SB1 e SB2; TD – média do TD1 e TD2; T – média do T1 e T2.

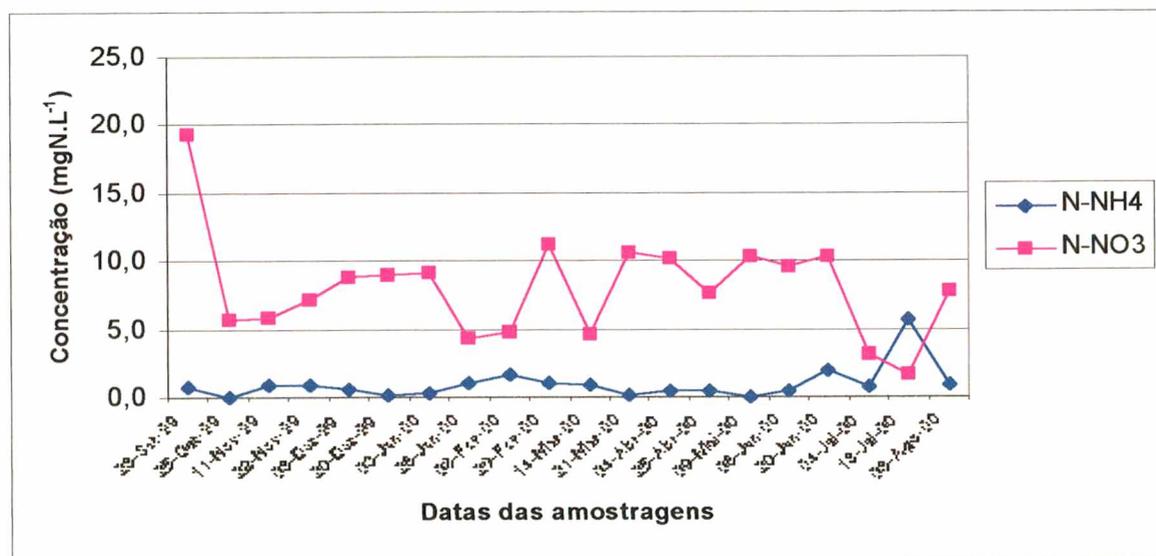
Na maior parte do período estudado, as concentrações de NH<sub>4</sub> no efluente do sistema, foram 97-100% menores do que as concentrações verificadas no afluente (tabela 17). As menores reduções de N-NH<sub>4</sub>, ocorreram em 08/02/00, 18/07/00 e 20/06/00. A concentração máxima de N-NH<sub>4</sub> no efluente foi de 5,7mg.L<sup>-1</sup>, a mínima de 0,0 e a média de 1,0±0,7mg.L<sup>-1</sup>. As concentrações de nitrogênio amoniacal e nitrato no TAS estão graficamente representadas na figura 33. A nitrificação parece constante ao longo do período, exceto para o dia 18/07/00.

Nos tanques de desnitrificação, ocorreu uma redução média de 13% de N-NH<sub>4</sub> e nenhuma redução significativa de N-NO<sub>3</sub>.

O nitrogênio nítrico – NO<sub>2</sub> presente no sistema, apresentou valores baixos (0,1 e 0,2 mgN.L<sup>-1</sup>), em todas as unidades de tratamento, durante todo o período monitorado.

**Tabela 17** – Concentrações e médias de  $\text{NH}_4$  do afluente (EB), efluente (TAS) e remoções deste parâmetro, observadas no sistema durante as amostragens.

Datas	EB ( $\text{mgN.L}^{-1}$ )	TAS ( $\text{mgN.L}^{-1}$ )	Remoção (%)
28-Set-99	29,5	0,8	97
25-Out-99	—	—	—
11-Nov-99	38,2	0,9	98
22-Nov-99	43,8	0,9	98
08-Dez-99	39,3	0,6	99
20-Dez-99	28,3	0,2	99
03-Jan-00	17,0	0,3	98
26-Jan-00	31,1	1,0	97
08-Fev-00	14,1	1,7	88
29-Fev-00	32,5	1,1	97
14-Mar-00	30,6	0,9	97
21-Mar-00	29,7	0,2	99
04-Abr-00	21,8	0,5	98
25-Abr-00	24,4	0,4	98
09-Mai-00	24,4	0,0	100
06-Jun-00	26,0	0,4	98
20-Jun-00	23,1	2,0	91
04-Jul-00	31,9	0,8	97
18-Jul-00	27,7	5,7	79
08-Ago-00	32,4	0,9	97
<b>MÉDIA</b>	<b>28,7<math>\text{mg.L}^{-1}</math></b>	<b>1,0<math>\text{mg.L}^{-1}</math></b>	<b>96%</b>

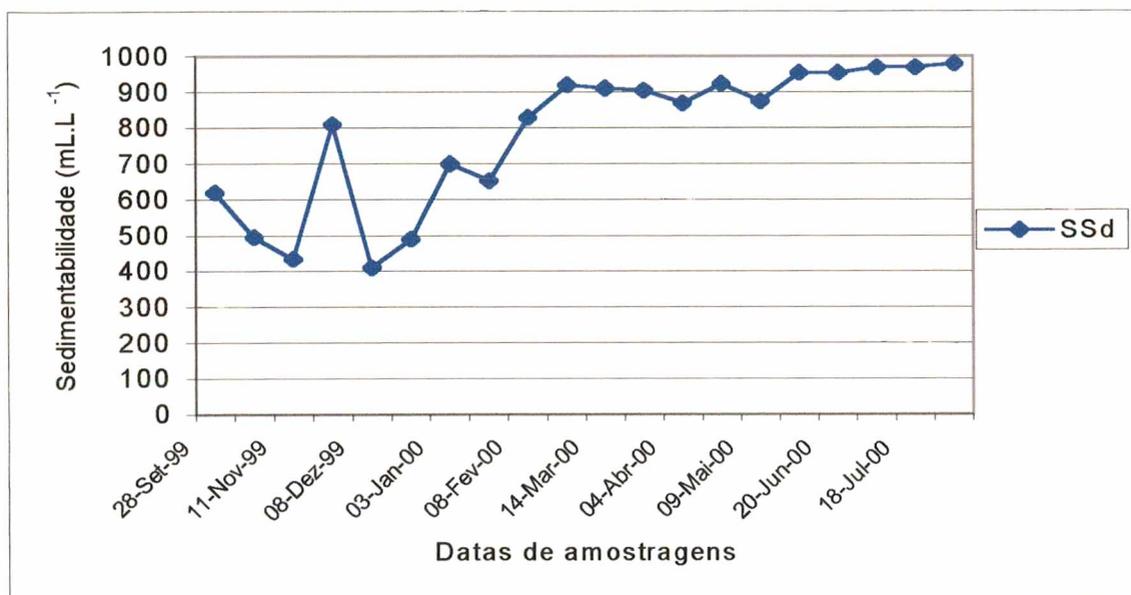


**Figura 33** – Concentrações de  $\text{NH}_4$  e  $\text{NO}_3$  no efluente final (TAS), observadas na ETE insular durante o estudo.

As concentrações de sólidos sedimentáveis no afluente variaram de 1 -  $7\text{mL.L}^{-1}$ , sendo  $3\text{mL.L}^{-1}$  a média calculada durante o estudo. O efluente final não apresentou sólidos

sedimentáveis em 75% do período. Cinco amostragens (25% do período), apresentaram concentrações menores que  $1\text{mL.L}^{-1}$  ( $0,1 - 1\text{mL.L}^{-1}$ ).

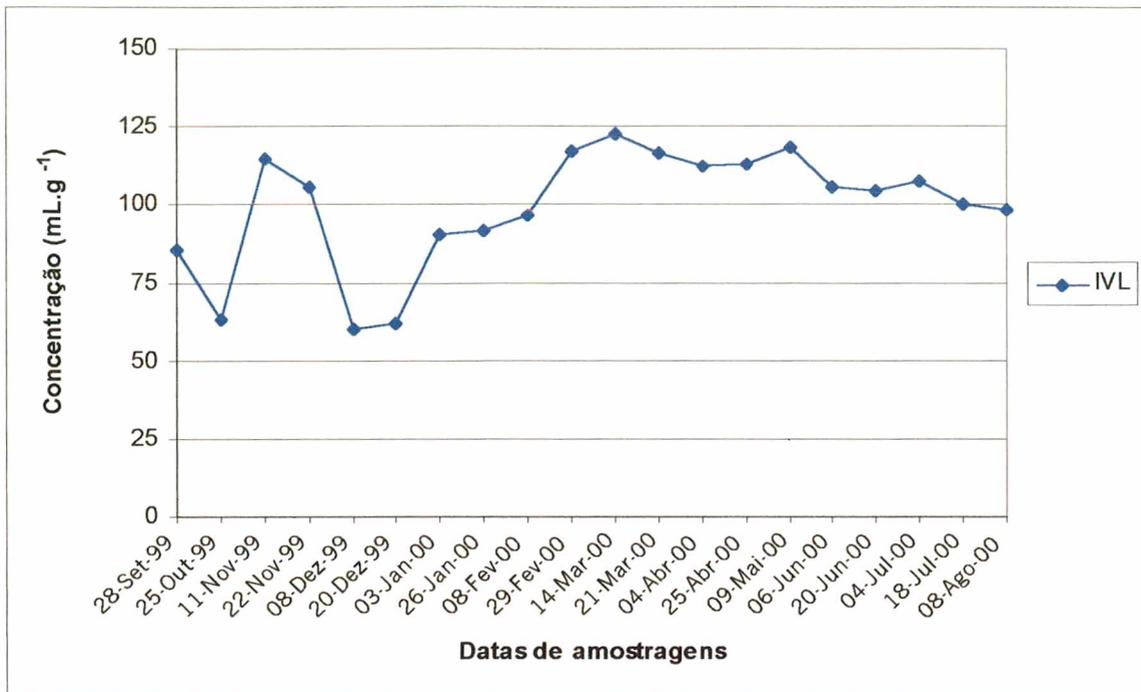
Nos tanques de aeração, verificou-se que a sedimentabilidade do lodo (figura 34) variou de  $400 - 980\text{mL.L}^{-1}$ . No dia de 22/11/99 ocorreram elevados valores deste parâmetro. A partir do dia 08/12/99 até a última amostragem, observou-se um crescimento contínuo das concentrações de  $\text{SSd}_2$ . Nas cinco últimas amostragens, estes, foram maiores que  $900\text{mL.L}^{-1}$ .



**Figura 34** – Comportamento da sedimentabilidade do lodo determinada nos tanques de aeração, durante o estudo.

Através da relação entre os sólidos voláteis e os sólidos suspensos totais nos tanques de aeração, verificou-se que a fração volátil compôs 70% da fração total, em 65% do período, 80% nos dias 28/09/99, 25/10/99, 06/06/00, 20/06/00 e, 90% no dia 18/07/00.

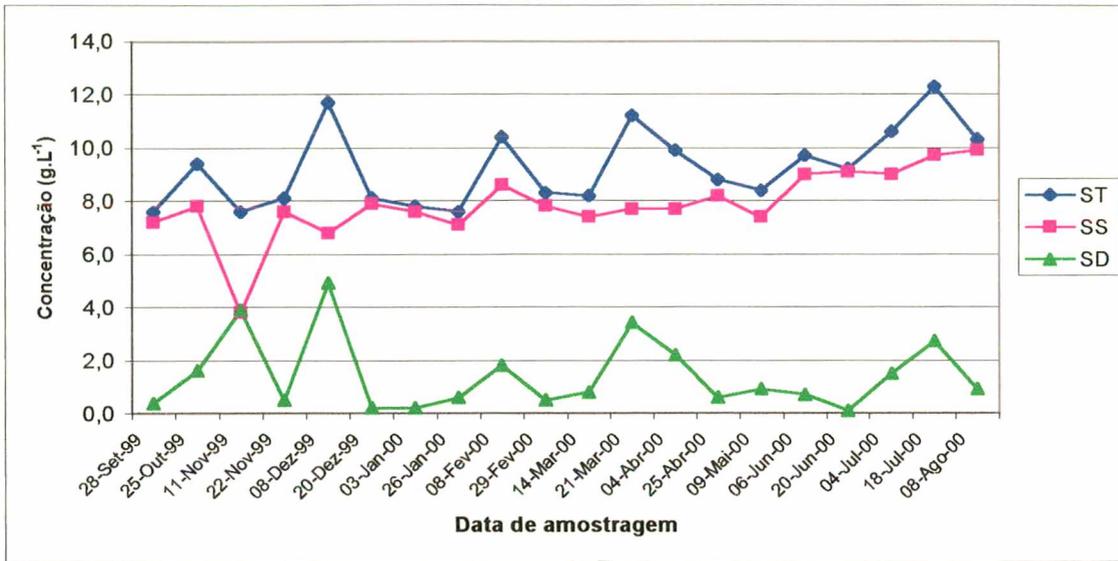
O Índice Volumétrico do Lodo – IVL, observados nos tanques de aeração, apresentaram variação de  $60 - 123\text{mL.g}^{-1}$ , durante o estudo. Os maiores valores ocorreram em 11/11/99, 22/11/99 e no intervalo de 29/02/00 a 18/07/00 (figura 35).



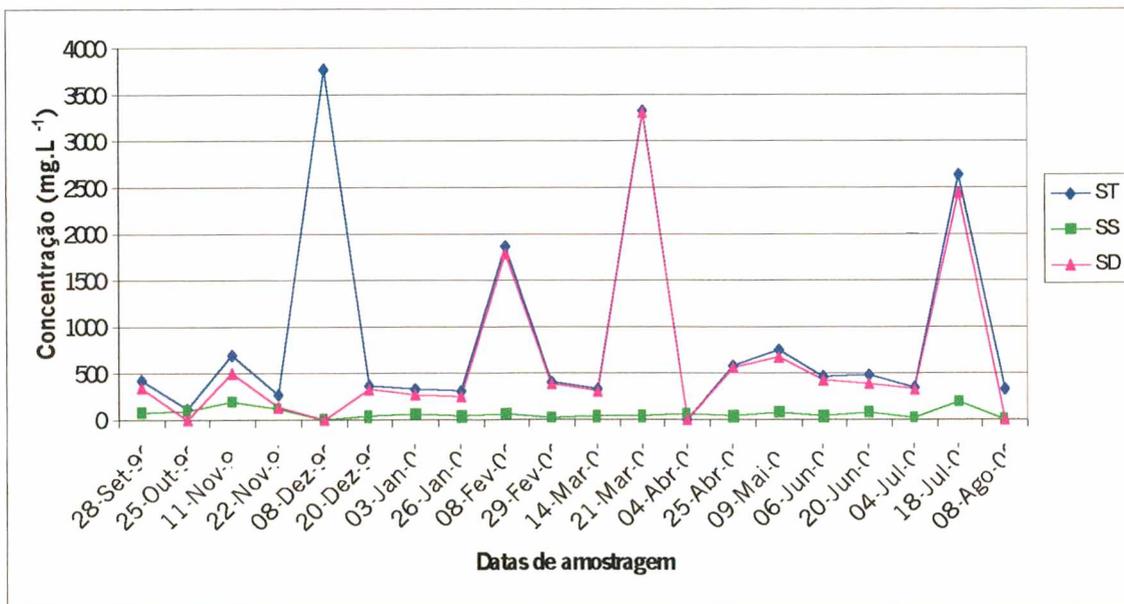
**Figura 35** – Comportamento do Índice Volumétrico do Lodo – IVL, determinado nos tanques de aeração, durante o ano monitorado.

As frações de sólidos totais e suspensos, nos tanques de aeração, apresentaram crescente aumento durante o ano do estudo (figura 36). Os sólidos totais variaram de 7,6 - 12,3g.L<sup>-1</sup>, com valores médios de 9,3g.L<sup>-1</sup>. Os sólidos suspensos apresentaram variação entre 3,8 - 9,7g.L<sup>-1</sup>, com valores médios de 7,9g.L<sup>-1</sup>. A fração dissolvida, apresentou maiores concentrações em 11/11/99, 08/12/99, 21/03/00, 04/04/00 e 18/07/00 com 3,9g.L<sup>-1</sup>, 4,9g.L<sup>-1</sup>, 3,4g.L<sup>-1</sup> e 2,2g.L<sup>-1</sup>, respectivamente. Nas demais amostragens a concentração não excedeu 1g.L<sup>-1</sup>.

O efluente final apresentou concentrações de sólidos suspensos entre 13 - 189mg.L<sup>-1</sup> (figura 37), sendo 69mg.L<sup>-1</sup>, a média calculada no período. Concentrações maiores que 100mg.L<sup>-1</sup>, ocorreram em 11/11/99, 22/11/99 e 18/07/00. As concentrações de sólidos totais e sólidos dissolvidos apresentaram maiores variações durante o estudo (figura 38), sendo os valores mais altos (>1000mg.L<sup>-1</sup>) para ambas as frações, observados em 08/12/99, 08/02/00, 21/03/00 e 18/07/00.

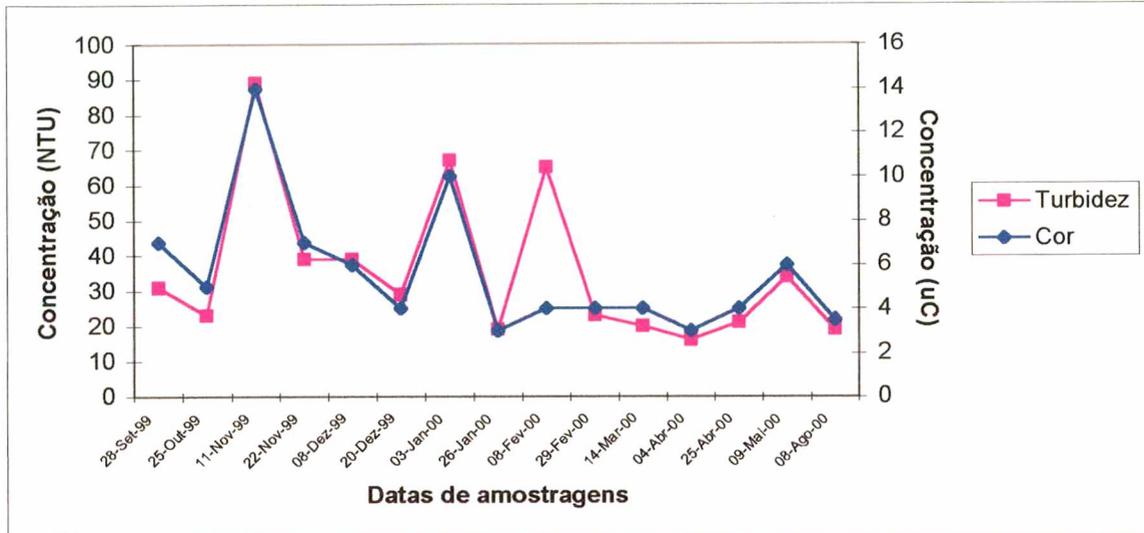


**Figura 36** – Comportamento das frações sólidas nos tanques de aeração, durante o período de estudo. Convenções: ST – sólidos totais, SS – sólidos suspensos e SD – sólidos dissolvidos.



**Figura 37** – Comportamento das frações sólidas no efluente final (TAS), durante o período de estudo. Convenções: ST – sólidos totais, SS – sólidos suspensos e SD – sólidos dissolvidos.

Os parâmetros de cor aparente e turbidez, avaliados no TAS (figura 38), apresentaram sincronismo em 95% das amostragens, exceto em 08/02/00. As concentrações máximas para ambos os parâmetros, ocorreram em 11/11/99, com 89 NTU de turbidez e 14 uC de cor. As menores concentrações foram verificadas em 04/04/00, com 16 NTU de turbidez e 3 uC de cor.



**Figura 38** – Comportamento da turbidez e cor aparente no efluente final (TAS), durante o ano estudado.

A vazão afluyente diária média, determinada em algumas amostragens, encontram-se descritas na tabela 18.

**Tabela 18** – Vazão afluyente verificada na ETE Insular, durante o estudo.

DATA	VAZÃO MÉDIA (L.s <sup>-1</sup> )
03 de Janeiro/00	217
26 de Janeiro/00	200
08 de Fevereiro/00	282
29 de Fevereiro/00	169
14 de Março/00	229
21 de Março/00	231
04 de Abril/00	250
25 de Abril/00	225
09 de Maio/00	211
06 de Junho/00	204
20 de Junho/00	275
04 de Julho/00	163
18 de Julho/00	205
08 de Agosto/00	204
<b>MÉDIA</b>	<b>219</b>

### 6.3 PARÂMETROS BACTERIOLÓGICOS

Nas tabelas 19 e 20, estão descritos, os resultados obtidos na determinação do número mais provável de coliformes totais e *Escherichia coli* presentes no EB e TAS. Ao longo do estudo foram realizadas 10 determinações.

**Tabela 19** – Densidades de coliformes totais e, valor médio observado no EB e TAS, durante o estudo.

DATA	EB (NMP.100mL <sup>-1</sup> )	TAS (NMP.100mL <sup>-1</sup> )
11 de Novembro/99	-	>2,4 x 10 <sup>5</sup>
08 de Dezembro/99	3,1 x 10 <sup>9</sup>	>2,4 x 10 <sup>5</sup>
03 de Janeiro/00	3,1 x 10 <sup>9</sup>	1,9 x 10 <sup>5</sup>
29 de Fevereiro/00	4,6 x 10 <sup>9</sup>	>2,4 x 10 <sup>5</sup>
21 de Março/00	7,9 x 10 <sup>8</sup>	7,3 x 10 <sup>4</sup>
25 de Abril/00	3,5 x 10 <sup>9</sup>	5,1 x 10 <sup>4</sup>
09 de Maio/00	1,7 x 10 <sup>9</sup>	8,1 x 10 <sup>5</sup>
06 de Junho/00	4,6 x 10 <sup>9</sup>	8,4 x 10 <sup>4</sup>
04 de Julho/00	1,7 x 10 <sup>10</sup>	1,0 x 10 <sup>6</sup>
08 de Agosto/00	1,2 x 10 <sup>10</sup>	4,3 x 10 <sup>4</sup>
<b>MÉDIA</b>	<b>6,2 x 10<sup>9</sup></b>	<b>3,0 x 10<sup>5</sup></b>

As menores densidades de coliformes totais no efluente ocorreram em 08/08/00 e 25/04/00. A redução média verificada para esse parâmetro foi de 99,995%.

**Tabela 20** – Densidades de *Escherichia coli* e, valor médio observado no EB e TAS, durante o estudo.

DATA	EB (NMP.100mL <sup>-1</sup> )	TAS (NMP.100mL <sup>-1</sup> )
11 de Novembro/99	-	1,0 x 10 <sup>4</sup>
08 de Dezembro/99	2,0 x 10 <sup>9</sup>	>2,4 x 10 <sup>5</sup>
03 de Janeiro/00	7,9 x 10 <sup>8</sup>	1,1 x 10 <sup>4</sup>
29 de Fevereiro/00	1,8 x 10 <sup>9</sup>	3,4 x 10 <sup>4</sup>
21 de Março/00	8,6 x 10 <sup>7</sup>	6,5 x 10 <sup>4</sup>
25 de Abril/00	6,8 x 10 <sup>8</sup>	4,1 x 10 <sup>3</sup>
09 de Maio/00	3,3 x 10 <sup>8</sup>	5,5 x 10 <sup>4</sup>
06 de Junho/00	3,8 x 10 <sup>8</sup>	4,1 x 10 <sup>4</sup>
04 de Julho/00	3,6 x 10 <sup>9</sup>	8,4 x 10 <sup>4</sup>
08 de Agosto/00	4,8 x 10 <sup>9</sup>	4,1 x 10 <sup>3</sup>
<b>MÉDIA</b>	<b>1,6 x 10<sup>9</sup></b>	<b>4,7 x 10<sup>4</sup></b>

As menores densidades de *E. coli* no efluente final, foram observadas em 25/04/00, 08/08/00 e 04/07/00. A redução média verificada para esse parâmetro foi de 99,997%.

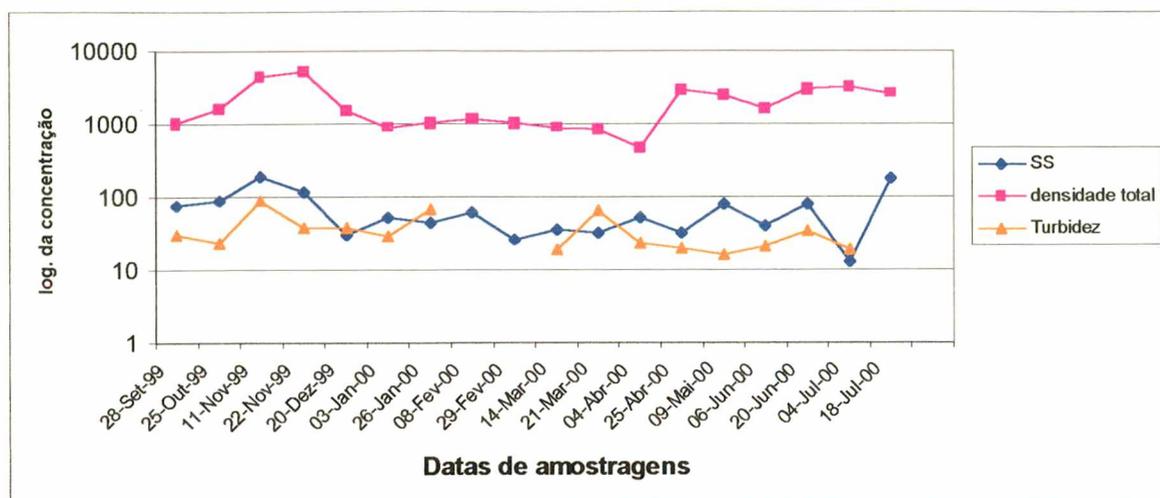
#### 6.4. CORRELAÇÃO ENTRE PARÂMETROS MICROSCÓPICOS, FÍSICO-QUÍMICOS, OPERACIONAIS E BACTERIOLÓGICOS

As correlações entre os parâmetros determinados no estudo, foi verificada através da correlação de Pearson, método também utilizado por Madoni (1994), Salvadó *et al.* (1995), Cybis *et al.* (1997) e Jardim *et al.* (1997). Considerou-se diretamente relacionados, ou correlacionados positivamente, os valores maiores que 0,200, e, inversamente correlacionados ou relacionados negativamente, valores menores do que -0,200. Na tabela 21, estão descritos os coeficientes de correlações (r), determinados entre a densidade da microfauna e os parâmetros físico-químicos, operacionais e bacteriológicos.

**Tabela 21** – Correlação entre densidade total da microfauna nos reatores e parâmetros físico-químicos, operacionais e bacteriológicos. Em verde, correlações positivas e, em vermelho, correlações negativas.

Parâmetro	r
DQOt (% remoção)	0,454
DQOs (% remoção)	0,098
DBOt (% remoção)	0,543
N-NH <sub>4</sub> (% remoção)	-0,037
SS (concentração no efluente)	0,557
Turbidez (efluente)	0,267
SD (efluente)	-0,011
<i>E. coli</i> (efluente)	-0,370
IVL (tanque de aeração)	0,184
SSV (tanque de aeração)	0,088
pH (tanque de aeração)	-0,457
SSd <sub>2</sub> (tanque de aeração)	0,087
Temperatura (tanque de aeração)	-0,473
Cloretos no tanque de aeração	-0,197

As remoções de DQOt e DBOt, observadas no sistema durante o estudo, apresentaram relações positivas com a densidade da microfauna nos reatores, significando que, quanto maior a concentração de organismos, maior também a remoção do material carbonáceo. Em contrapartida, as correlações observadas para os SS e a turbidez no efluente, indicaram que o efluente final apresentou maiores concentrações destes parâmetros, quando as densidades da microfauna foram maiores (figura 39).



**Figura 39** – Correlação entre densidade total da microfauna e a concentração de SS e turbidez no efluente. Os valores estão expressos em escala logarítmica para melhor visualização.

As relações inversamente proporcionais com a densidade total da microfauna no sistema, foram verificadas para a temperatura e pH nos reatores e, a densidade de *E. coli* no efluente. Nos períodos mais quentes, as densidades de organismos encontrados nos reatores, foram menores do que àquelas verificadas em períodos mais frios. As maiores remoções de *E. coli* no efluente estiveram relacionadas com maiores concentrações da microfauna nos reatores.

As correlações entre a densidade dos grupos da microfauna presentes nos reatores do sistema e, os demais parâmetros, encontram-se descritas na tabela 22. A remoção de DBOt apresentou correlação positiva com a densidade de CPF, CF, FLG e CLN; e correlação negativa com a densidade de AMB e MTZ.

A eficiência na remoção de DQOt foi associada positivamente a densidade de FLG, CPF, CF e MTZ e, para a DQOs, observou-se relações positivas com as AMB e MTZ.

**Tabela 22** – Correlação entre a densidade dos grupos da microfauna e os parâmetros físico químicos, operacionais e bacteriológicos. Em verde, correlações positivas e, em vermelho, correlações negativas.

<b>Parâmetros</b>	<b>CPF</b>	<b>CLN</b>	<b>CF</b>	<b>AMB</b>	<b>FLG</b>	<b>MTZ</b>
DQOt (% remoção)	0,445	-0,021	0,340	0,083	0,464	0,231
pH no tanque de aeração	-0,359	0,284	-0,229	-0,159	-0,539	-0,190
Temperatura da amostra	-0,639	-0,052	-0,386	0,030	-0,536	0,093
N-NH <sub>4</sub> no efluente	0,474	0,186	-0,011	-0,082	0,037	-0,016
DQOs (% remoção)	-0,136	0,106	-0,009	0,523	0,068	0,396
DBOt (% remoção)	0,599	0,280	0,565	-0,578	0,515	-0,449
SS no efluente	0,344	-0,259	0,145	0,429	0,407	0,133
Turbidez no efluente	0,043	-0,305	-0,017	0,362	0,196	-0,103
SSV no tanque de aeração	0,546	0,374	0,295	-0,391	0,166	-0,144
IVL	-0,037	0,122	0,107	0,085	0,322	-0,353
<i>E. coli</i> no efluente	-0,285	-0,352	-0,201	-0,060	-0,427	0,125
ST no efluente	0,054	0,072	-0,061	-0,0134	-0,251	-0,208
SSd <sub>2</sub>	0,266	0,290	0,235	-0,219	0,267	-0,401
Cloretos no tanque de aeração	-0,009	-0,212	-0,054	-0,158	-0,244	-0,213
N-NO <sub>3</sub> no efluente	-0,234	-0,361	-0,155	-0,108	-0,164	-0,146

Através da correlação de Pearson, verificou-se que os FGL e os CPF relacionaram-se com maior número de parâmetros do que os demais organismos. Os CPF apresentaram correlações diretamente proporcionais com a remoção de DQOt e DBOt no sistema, a concentração de NH<sub>4</sub> no efluente e aos SS, SSV e SSd<sub>2</sub> no tanque de aeração. As correlações inversamente proporcionais, ocorreram com a concentração de NO<sub>3</sub> e *E. coli* no efluente, e o pH e temperatura no tanque de aeração.

A densidade de FLG nos reatores, apresentou correlações positivas com a remoção de DQOt, DBOt no sistema, a concentração de SS no efluente e o IVL e SSd<sub>2</sub> no tanque de aeração; e, correlações negativas com pH, temperatura e cloretos no tanque de aeração, ST e *E. coli* no efluente.

Observou-se que a remoção de DQOs apresentou relação diretamente proporcional somente com densidade de AMB e MTZ. Esses organismos, foram também os únicos que apresentaram correlações inversamente proporcionais a sedimentabilidade do lodo.

As frações de nitrogênio inorgânico determinadas no efluente, não estiveram relacionadas com muitos grupos da microfauna. O NH<sub>4</sub> esteve diretamente relacionado, somente com a densidade de CPF e, o NO<sub>3</sub>, apresentou relação negativa com os CPF e CLN.

## 6.5. APLICAÇÃO DE CORRELAÇÕES PRÉ-ESTABELECIDAS, PARA A AVALIAÇÃO DO SISTEMA

A caracterização da ETE Insular, baseada na aplicação do IBL, proposto por Madoni (1994), a densidade total da microfauna, adotada por De Marco *et al.* (1991) e, a relação CPF/CF, sugerida por Bedgoni (1991), pode ser verificada na tabela 23.

**Tabela 23** – Aplicação do IBL, da densidade total da microfauna e da relação CPF/CF para classificação do sistema.

Amostragem	IBL	Densidade da microfauna (organismos.mL <sup>-1</sup> )	CPF/CF
28 de Setembro/99	7	1075	–
25 de Outubro/99	9	1662	0,8
11 de Novembro/99	8	4534	2,8
22 de Novembro/99	7	5301	2,3
08 de Dezembro/99	8	1571	2,3
20 de Dezembro/99	10	1565	45,1
03 de Janeiro/00	7	880	0,9
26 de Janeiro/00	7	1056	0,5
08 de Fevereiro/00	9	1194	1,3
29 de Fevereiro/00	7	1061	3,2
14 de Março/00	8	910	11,0
21 de Março/00	8	839	0,7
04 de Abril/00	9	475	4,9
25 de Abril/00	8	2988	0,9
09 de Maio/00	4	2535	0,6
06 de Junho/00	2	1644	0,4
20 de Junho/00	2	3071	3,3
04 de Julho/00	7	3210	7,5
18 de Julho/00	7	2580	4,6
08 de Agosto	2	4147	3,8
<b>MÉDIA</b>	<b>7,0</b>	<b>2115</b>	<b>4,8</b>

O IBL apresentou valores correspondentes a classe I (IBL = 8-10) em 45% do período, indicando excelente característica biológica do lodo e ótima performance do sistema. Em 35% do período, o IBL calculado foi correspondente a classe II (IBL = 6 – 7), caracterizando um lodo estável, bem colonizado, com declínio na atividade biológica e boa performance do sistema. No dia 09/05/00, o sistema foi enquadrado na classe III (4 – 5), indicando insuficiente depuração biológica e média performance e, nas amostragens de 06/06/00, 20/06/00 e 08/08/00, o IBL calculado foi correspondente a classe IV (0 – 3),

indicando fraca depuração biológica e baixa performance do sistema. Através do IBL médio para o período (7 – classe II), pode-se considerar que o sistema apresentou-se estável, com crescimento biológico em fase de declínio e, boa performance.

De acordo com a classificação adotada por De Marco *et al* (1999), fundamentada na densidade total da microfauna presente no sistema, o efluente produzido na ETE Insular enquadrou-se como de excelente qualidade (DBO 0-10mg.L<sup>-1</sup>) em 80% do período, quando as densidades foram superiores a 1000organismos.mL<sup>-1</sup>. Em 03/01/00, 14/03/00, 21/03/00 e 04/04/00, o sistema foi classificado como de alta qualidade (DBO 11-20mg.L<sup>-1</sup>), pois as densidades da microfauna foram de 10-1000organismos.mL<sup>-1</sup>.

Os resultados da relação CPF/CF, sugerida por Bedgoni (1991), verificados na ETE Insular, foram superiores a 0,5, exceto em 06/06/00. De acordo com essa classificação, o sistema apresentou-se eficiente e com boas características biológicas, em 95% do período monitorado.

As relações entre os microrganismos dominantes na massa líquida da ETE Insular e o seu significado no sistema, conforme literatura especializada, encontram-se descritas na tabela 24. Observa-se que na maior parte do período, a microfauna dominante nos reatores, indicou boas condições de depuração e a ocorrência da nitrificação. Os períodos de média e baixa eficiência, estiveram associados, principalmente, a dominância de zooflagelados e CF (*Epistylis* e *Vaginicola*) e os período de alta eficiência, associados a presença de tecamebas e CPF.

**Tabela 24** – Relação entre os microrganismos encontrados no sistema e as características do processo, segundo CETESB (1991), Jenkins *et al* (1993), Madoni (1994), Di Marzio *et al* (1999).

<b>Amostragem</b>	<b>MICROORGANISMOS Dominantes</b>	<b>CARACTERÍSTICAS DO PROCESSO</b>
28 de Setembro/99	<i>Aspidisca, Arcella</i>	Ocorrência de nitrificação; boa remoção de DBO. Alta idade do lodo e baixa carga aplicada
25 de Outubro/99	<i>Epistylis, Aspidisca</i> , rotíferos	Transição biológica, desempenho decrescendo.
11 de Novembro/99	Amebas nuas, <i>Centropyxis, Aspidisca</i>	Médio desempenho. Elevada concentração de compostos de difícil degradação ou choques de carga.
22 de Novembro/99	<i>Diffugia</i> , zooflagelados	Médio desempenho. Baixa carga, choque de carga ou presença de subprodutos da fermentação.
08 de Dezembro/99	<i>Aspidisca, Arcella</i>	Ocorrência de nitrificação; boa remoção de DBO. Alta idade do lodo e baixa carga aplicada
20 de Dezembro/99	<i>Aspidisca, Arcella</i>	Ocorrência de nitrificação; boa remoção de DBO. Alta idade do lodo e baixa carga aplicada
03 de Janeiro/00	<i>Arcella, Aspidisca</i>	Ocorrência de nitrificação boa remoção de DBO. Alta idade do lodo e baixa carga aplicada
26 de Janeiro/00	<i>Euglypha, Arcella</i>	Boas condições de depuração. Baixa relação A/M, alta idade do lodo.
08 de Fevereiro/00	<i>Euglypha, Quadruella</i>	Boas condições de depuração. Baixa relação A/M, alta idade do lodo.
29 de Fevereiro/00	<i>Euglypha, Quadruella</i>	Boas condições de depuração. Baixa relação A/M, alta idade do lodo.
14 de Março/00	<i>Trachelophylum, Aspidisca, Arcella</i>	Boas condições de depuração. Ocorrência de nitrificação. Elevada idade do lodo, baixa relação A/M.
21 de Março/00	<i>Trachelophylum, Arcella</i>	Boa depuração. Alta idade do lodo e baixa carga.
04 de Abril/00	<i>Euglypha, Chilodonela</i>	Boas condições de depuração.
25 de Abril/00	<i>Vaginicola, Aspidisca</i>	Média depuração, efluente de elevada turbidez. Transição biológica.
09 de Maio/00	Zooflagelados, <i>Vaginicola</i>	Fraco desempenho, alta carga de compostos de difícil degradação. Alto tempo de detenção celular.
06 de Junho/00	Zooflagelados, <i>Vaginicola</i>	Fraco desempenho, alta carga de compostos de difícil degradação. Alto tempo de detenção celular
20 de Junho/00	Zooflagelados, <i>Aspidisca</i>	Médio desempenho. Transição biológica
04 de Julho/00	<i>Aspidisca</i> , zooflagelados	Médio desempenho. Transição biológica
18 de Julho/00	<i>Aspidisca</i> , zooflagelados	Médio desempenho. Transição biológica
08 de Agosto	Zooflagelados, <i>Aspidisca</i>	Fraco desempenho. Muito material dissolvido no efluente.

## 7. DISCUSSÃO

---

Nos sistemas de tratamento por lodos ativados, os esgotos são depurados biologicamente, através da utilização dos substratos, pela microflora e microfauna associada. Assim, a variabilidade e a densidade dos organismos, além da morfologia dos flocos, são importantes elementos no controle operacional e avaliação da eficiência do sistema.

No presente estudo, acompanhou-se, qualitativamente e quantitativamente, a microfauna presente nos reatores da ETE Insular, juntamente com parâmetros físico-químicos, operacionais e bacteriológicos de controle das etapas do tratamento e avaliação da eficiência do sistema.

Durante o ano estudado (Setembro/1999 a Agosto/2000), as características morfológicas dos flocos biológicos, determinadas qualitativamente, evidenciaram condições de estabilidade do sistema, através da manutenção do tamanho dos flocos, da quantidade de filamentos e da predominância faunística.

Os flocos, em geral, apresentaram-se frágeis, de tamanho variando de pequeno a médio, e com poucos organismos filamentosos, representados, principalmente, pela bactéria filamentosa *Nocardia* sp. Também verificou-se, através da análise qualitativa, a escassez de *Zooglea* sp e a presença constante de tecamebas. Estas características, provavelmente, estão associadas à baixa relação A/M no sistema. Infelizmente, este parâmetro não pôde ser avaliado, devido à ausência de dados precisos sobre a vazão afluyente e a vazão de recirculação. Entretanto, alguns autores (Jenkins *et al.*, 1993; Lopes, 1996), verificaram a presença de *Nocardia* sp, tecamebas e flocos menores, em condições de baixa relação A/M.

Os filamentos de *Nocardia* sp encontrados no sistema, apresentaram aspecto ramificado, característico desta bactéria, e pequeno comprimento. O intenso sistema de aeração e agitação que compõe o processo, pode ser o responsável pela quebra dos filamentos (Hoffmann *et al.*, 2000); também, a escassez de alimento pode impedir o crescimento dos microrganismos, inclusive os filamentosos.

Problemas de formação de espuma e intumescimento do lodo, são frequentemente associados a presença de *Nocardia* sp (Jenkins *et al.*, 1993). O crescimento desta bactéria é estimulado, principalmente, pela presença de ácidos graxos de baixo peso molecular, monossacarídeos e componentes de difícil degradação. Na ETE Insular, não ocorreram problemas de intumescimento do lodo. O desenvolvimento de *Nocardia* sp não afetou o IVL e a sedimentabilidade do lodo. Certamente, o seletor biológico, prévio ao tanque de aeração, contribuiu para evitar o crescimento excessivo dos organismos filamentosos e conseqüentemente, evitar problemas de intumescimento.

Associadas à estrutura dos flocos, estiveram presentes no sistema, as tecamebas *Arcella* sp e *Euglypha* sp. Estes protozoários têm sido considerados indicadores de elevado tempo de detenção celular, baixa relação A/M e altas concentrações de OD, suficientes para a nitrificação (Madoni, 1994; Lopes, 1996). As elevadas remoções de DBOt (97%) e N-NH<sub>4</sub> (96%) calculadas para a ETE Insular, durante o estudo, puderam comprovar este fato. Apesar da ausência de dados sobre a concentração de OD nos reatores, a presença dominante de organismos estritamente aeróbios e, a ocorrência de nitrificação, comprovada pela baixa concentração de N-NH<sub>4</sub> (média = 1mg.L<sup>-1</sup>) e presença de NO<sub>3</sub> (média = 8,1mg.L<sup>-1</sup>) no efluente, indicaram, provável concentração de OD maior que 2mg.L<sup>-1</sup> nos tanques de aeração.

Di Marzio *et al.* (1999) estudando 6 ETEs industriais, obtiveram resultados semelhantes aos verificados na ETE Insular, referentes a predominância faunística. A presença constante de *Arcella* sp, *Euglypha* sp e *Aspidisca* sp, em situações de alta qualidade do efluente produzido, em termos de redução de DBOt e N-NH<sub>4</sub> afluente.

A similaridade na ocorrência e frequência média dos grupos da microfauna, observados em todos os reatores biológicos, evidencia que o monitoramento microscópico pode ser realizado em apenas uma unidade. Ocorrem apenas diferenciações a nível de atividade metabólica, pois, a taxa de reprodução dos organismos não é maior que o tempo de recirculação do lodo. A quantidade e diversidade seria desigual, nas unidades da ETE Insular, se a distribuição do afluente e/ou do lodo recirculado, fosse diferente para os dois lados do sistema, ou, se a homogeneização da massa líquida fosse deficiente ou desigual nos reatores.

Em algumas amostragens, determinou-se maiores densidades de zooflagelados nas zonas anóxicas, em relação as zonas aeradas. Provavelmente, as maiores concentrações de material orgânico dissolvido, presentes no início do processo (SB e TD) provoquem uma maior mobilidade destes organismos nestas unidades, facilitando sua visualização no microscópico.

A densidade total da microfauna apresentou maiores valores nos dias 11 e 22 de Novembro de 2000, com média de 4.534 e 5.301organismos.mL<sup>-1</sup>, respectivamente; e, como organismos dominantes, as amebas nuas e os zooflagelados. Nestes dias, verificou-se IVL superior a 100mL.g<sup>-1</sup> e elevadas concentrações de turbidez e cor no efluente. Contudo, não ocorreram alterações na qualidade do efluente, em termos de DQOt, DBOt, DQOs e N-NH<sub>4</sub>.

No período de 08 de Dezembro de 1999 a 04 de Abril de 2000, a densidade total da microfauna manteve-se em torno de 1000organismos.mL<sup>-1</sup>. Neste período, o sistema apresentou alto grau de estabilidade, com tecamebas e CPF dominando o lodo.

De 25 de Abril a 08 de Agosto de 2000, a densidade total de protozoários foi crescente, alcançando quase 5.000organismos.mL<sup>-1</sup>. Os zooflagelados e o CF *Vaginicola* sp dominaram o sistema. Neste mesmo período, problemas relacionados ao descarte do lodo excedente, ocasionaram a recirculação de elevadas vazões, o que parece ter sobrecarregado o sistema com sólidos. Crescentes valores de IVL e SSd<sub>2</sub> foram observados, implicando em maiores concentrações de sólidos no efluente. A qualidade do efluente não apresentou alterações significativas, exceto em 18 de Julho de 2000, quando verificou-se menor remoção de N-NH<sub>4</sub> (79%) e elevada concentração de sólidos.

As reduções de DQOt, DBOt e *E. coli* apresentaram correlações positivas com a densidade total de organismos no reator, indicando que quanto maior a densidade de organismos, maior a remoção destes parâmetros no sistema. Vários autores (Curds, 1975; De Marco *et al.*, 1991; Madoni, 1994) obtiveram as mesmas correlações. A microfauna contribui significativamente na redução de matéria carbonácea, principalmente, através do consumo do material particulado e dissolvido, e da contribuição na manutenção de bactérias saudáveis. A redução de bactérias *E. coli*, deve-se predação exercida pelos protozoários.

Nos sistemas de lodos ativados, o reduzido tempo de detenção hidráulico, não favorece o declínio bacteriano, portanto, os fatores preponderantes na remoção das bactérias, incluindo-se *E. coli*, são a predação exercida pelos protozoários e, também, a aderência destas aos flocos biológicos. Curds (1975), após inúmeros experimentos, concluiu que os sistemas que contém protozoários, reduzem mais que 99% das bactérias do grupo coliformes fecais.

Por outro lado, a concentração de SS e turbidez no efluente apresentaram relação diretamente proporcional com a densidade total da microfauna. Quanto maior a densidade de organismos nos reatores, maior também a concentração de sólidos no efluente. Provavelmente, os zooflagelados são os responsáveis por essa condição, pois, estes organismos, não agregam-se aos flocos e acabam saindo do sistema junto com o efluente final. Em outros estudos (Madoni, 1994), relações similares foram verificadas, mas geralmente, associadas a queda da eficiência depurativa do sistema. Fato este não verificado na ETE Insular durante o período estudado.

A temperatura da massa líquida nos reatores, apresentou-se inversamente proporcional à densidade total da microfauna. No período mais quente (final de Dezembro a final de Fevereiro) a densidade foi cerca de 3 vezes menor do que no período mais frio, de 25 de Abril a 08 de Agosto de 2000. Atribui-se tais fatos, as seguintes condições: (a) em 80% das amostras as temperaturas foram superiores à 20<sup>0</sup>C, e a mais baixa verificada no período foi 14<sup>0</sup>C, não limitando significativamente a atividade microbiana; (b) as prensas desaguadoras apresentaram problemas durante o período de menores temperaturas, prejudicando o descarte do lodo excedente, e com isso, sobrecarregando o sistema com sólidos, contribuindo para o aumento da densidade de organismos. Entretanto, a influência da temperatura sobre o processo não pôde ser avaliada, tendo em vista o não isolamento e controle absoluto das demais condições que também afetam as características microbiológicas do sistema, como: carga afluente, vazão de recirculação, produção e descarte de lodo.

Nos meses de menores temperaturas, verificou-se a ocorrência de *Vaginicolla* sp e, também, elevadas densidade de pequenos flagelados. O ciliado pedunculado *Vaginicolla* sp

não é muito comum no lodo ativado e, até então, não foi encontrado em outros sistemas semelhantes no Brasil. Não se tem conhecimento do seu significado no processo.

O pH nos tanques de aeração e no TAS, apresentaram correlações negativas com a densidade total de organismos. A maioria dos organismos presentes nos sistemas de lodos ativados apresentam sensibilidade a baixo pH (<5). Mas, alguns organismos, como as tecamebas, presentes em grandes densidades e frequência constante na ETE Insular, por apresentarem a célula envolta por uma estrutura compacta (carapaça), apresentam maiores resistências a extremos de pH.

As correlações verificadas na remoção de DQOt e DBOt e a densidade de organismos coincidem para os CPF, CF e FLG, significando que as maiores remoções de DQOt e DBOt ocorreram quando os organismos pertencentes a esses 3 grupos foram mais abundantes. Esse fato era esperado para os CPF e os CF, os quais contribuem para a redução do material particulado, não integrante dos flocos. Mas, para os FLG, essa relação deveria ser inversa e não proporcional, pois estes organismos não aderem-se ao floco, são eliminados no efluente final e desenvolvem-se no sistema em presença de material orgânico dissolvido. A possível explicação para esta constatação, pode residir na presença do grande FLG *Peranema* sp no sistema, além dos pequenos flagelados, sendo que os estudos realizados apontam apenas os segundos como indicadores de baixa eficiência depurativa.

A remoção de DBOt apresentou-se diretamente proporcional com a densidade de CPF, CF, FLG e CLN, e inversamente proporcional com a AMB e MTZ. Jardim *et al.* (1997) observaram correlações semelhantes para os CLN e FLG e, também, obtiveram correlações negativas com as AMB, mas para os MTZ, os autores verificaram correlação positiva. Já Madoni (1993) verificou correlação fortemente negativa com a densidade de FLG e positiva com as AMB.

A densidade de AMB e MTZ nos reatores, apresentou proporcionalidade positiva com a remoção de DQOs no sistema. Estes organismos ocorrem em ambientes bem oxigenados, com baixa relação A/M, longo tempo de detenção celular, sendo portanto, indicadores de efluente de boa qualidade.

As concentrações de SS e a turbidez do efluente foram diretamente proporcionais as densidades de AMB e FLG e, inversamente proporcionais a densidade de CLN. Madoni (1981, 1993) também verificou relações semelhantes. Os FLG são os protozoários mais citados como indicadores de efluente com elevada concentração de SS e DBO. Também, foram os únicos protozoários que apresentaram correlações significativas com o IVL, podendo-se sugerir sua indicação para sistemas com problemas na sedimentação do lodo.

A ocorrência e densidades de MTZ esteve diretamente relacionada com o IVL, sugerindo que, em maiores idades do lodo, têm-se maiores valores de IVL.

Através da correlação de Pearson, os únicos organismos que apresentaram ligação com a concentração de  $N-NH_4$  no efluente, foram os CPF. Quanto maior a densidade destes no reator, maior a concentração de  $N-NH_4$  no efluente. Para o  $N-NO_3$ , observou-se correlações negativas com os CLN e os CPF. Através desta análise, o processo de nitrificação não apresentou correlações com a microfauna. Apesar de não se ter conhecimentos mais específicos sobre as relações entre a microfauna e o processo de nitrificação, outros autores (Jardim *et al.*, 1997; Cybis *et al.*, 1997) observaram correlações entre a ocorrência de nitrificação e a presença de ciliados pedunculados no reator. Jenkins *et al.* (1993) relacionaram a presença de nematóides e tardígrados com a ocorrência de nitrificação no sistema, pois esses organismos apresentam extrema sensibilidade a presença de amônia.

Para uma melhor compreensão dos fenômenos responsáveis pela remoção de  $N-NH_4$  na ETE Insular, um balanço de massa seria necessário, envolvendo um controle minucioso do nitrogênio dissolvido, sólido e gasoso presente nas várias unidades do sistema, inclusive no lodo produzido. A volatilização não é muito considerada quando o pH da massa líquida não se aproxima de 9.

Através dos parâmetros físico-químicos determinados no sistema, verificou-se que os mecanismos de remoção do  $N-NH_4$  foram a nitrificação e a assimilação pela biomassa. Van Haandel *et al.* (1999), sugere que para cada 1kg de DBO afluente, é produzido 0,8kg de lodo, tendo este, em sua composição, cerca de 40% de nitrogênio.

O processo de desnitrificação não foi observado durante o período. A concentração de N-NO<sub>3</sub> na entrada das zonas anóxicas não apresentou variação com as concentrações determinadas na saída destas zonas. Infelizmente, não se obteve dados sobre a concentração de OD nas unidades anóxicas, mas, acredita-se que estes possam ter sido maiores que 0,5mg.L<sup>-1</sup>, prejudicando a redução dos nitratos. Outro fato que pode também ter afetado a desnitrificação na ETE Insular, foi a baixa concentração de N-NO<sub>3</sub> no lodo recirculado. Algumas concepções de sistemas de lodos ativados, objetivando a desnitrificação, inferem para a recirculação de parte da massa líquida saída do tanque de aeração, e não apenas do lodo decantado.

Na ETE Insular, o afluente, muitas vezes, apresentou concentrações de cloreto de sódio, superiores às normalmente presentes em esgotos domésticos. Acredita-se que a interferência é originada em uma das elevatórias, a qual, em dias de maré alta, recebe contribuição de água da Baía Sul. O sal constitui um fator altamente seletivo para organismos de água doce. Os CLNs, FLGs e MTZs apresentaram sensibilidade a esse composto, estando ausentes ou presentes em baixas densidades, nos dias em que a concentração de cloretos foi maior que 2000mg.L<sup>-1</sup>.

De acordo com o IBL (Madoni, 1994), o sistema apresentou períodos de baixa e elevada performance. As piores condições, caracterizadas pelo índice, ocorreram nos dias 09/05, 06/06 e 08/08 de 2000. Para estes mesmos dias, a qualidade do efluente não apresentou alterações em termos de DQOt, DBOt, DQOs e N-NH<sub>4</sub>. Portanto, para a ETE Insular, este método de classificação, não se aplica, pois, não existiu correlação entre a variação do índice com os demais parâmetros de análise.

A avaliação da ETE Insular, segundo De Marco (1991), indicou que o sistema apresentou excelente eficiência, na maior parte do período, exceto para os dias 03/01, 14/03, 21/03 e 04/04 de 2000. Nestes dias, não verificou-se alterações na qualidade do efluente. Em outros estudos (CETESB, 1991, Di Marzio *et al.*, 1999), observou-se densidades superiores a 1000organismos.mL<sup>-1</sup> em sistemas com excelentes remoções de DBO. Este método de classificação, baseado na densidade total da microfauna, também não acompanhou as alterações dos parâmetros físico-químicos, verificados no sistema.

O método de Bedgoni (1991), através da relação CPF/CF, indicou que o sistema foi muito eficiente durante todo o estudo, exceto em 06/06 de 2000. Neste dia, verificou-se a maior DBO<sub>t</sub> no efluente da ETE (20mg.L<sup>-1</sup>). Portanto, este foi o método que apresentou mais adequação com os parâmetro físico-químicos utilizados como indicadores da performance do tratamento.

A maioria dos estudos têm demonstrado que o número de protozoários ciliados vivendo em um sistema funcionando normalmente, é maior que 10<sup>3</sup> organismos.mL<sup>-1</sup> e, quando esse número é menor que 10 organismos.mL<sup>-1</sup>, a eficiência do tratamento é baixa (Curds, 1975; Drakides, 1980 apud Madoni, 1993; Madoni, 1981, Gerardi, 1986). Nesta situação ocorre uma proliferação de bactérias dispersas, elevando a turbidez e, consequentemente, a DBO do efluente. A elevada densidade de ciliados (>10<sup>4</sup> organismos.mL<sup>-1</sup>) sempre indica boas condições biológicas de depuração e ótima performance do sistema (Madoni, 1994). O sistema insular apresentou 7,0 x 10<sup>2</sup> como densidade média de ciliados, sendo que em 70% do período, as concentrações foram menores do que 10<sup>3</sup> organismos.mL<sup>-1</sup>. Apenas nos dias 25/04, 09/05, 20/06, 04/07, 18/07 e 08/08 de 2000, estas foram superiores a 10<sup>3</sup> organismos.mL<sup>-1</sup>. Para esses mesmos dias não observou-se alterações na qualidade do efluente.

As características do processo, indicadas pelos organismos dominantes nos reatores, revelaram que na maioria do período estudado, o sistema apresentou alta idade do lodo, indicada principalmente pela presença de tecamebas, *Trachellophylum* e MTZ; baixa relação A/M, evidenciada pela presença de *Nocardia* sp, tecamebas; e, ocorrência de nitrificação verificada pela presença de *Aspidisca* e Tardígrados. Os menores desempenhos foram associados a presença dominante de pequenos zooflagelados e CF.

Devido ao elevado grau de estabilidade apresentado pela ETE Insular durante o estudo, os resultados das análises microscópicas qualitativas, não apresentaram variações significativas. Mas, acredita-se que estas análises foram suficientes para um diagnóstico das condições biológicas do processo, pois os flocos biológicos são os responsáveis pela depuração e floculação do material contido nos esgotos, e sua caracterização em microscópico constitui numa maneira direta para a compreensão do processo. Porém, em situações de excesso de filamentos, torna-se necessário um refinamento do monitoramento

microscópico qualitativo, incluindo-se a identificação das espécies e medidas de comprimento dos filamentos, para que se possa entender a causa do problema e, com isso, aplicar medidas corretas para sua remediação.

A finalização dos experimentos desenvolvidos no presente estudo, veio ao encontro dos objetivos propostos pelo Programa de Controle Operacional – PCQO que encontra-se em implantação na Companhia. O objetivo central do PCQO consiste na padronização operacional dos sistemas de água e esgoto, baseada na qualidade dos serviços. Os resultados obtidos no estudo, permitiram a criação e padronização de um protocolo para análises microscópicas (anexo 3) adequadas as características dos sistemas de lodos ativados de Florianópolis.

Contudo, há uma grande dificuldade na padronização e aplicação dos sistemas propostos para avaliação dos processos de tratamento de esgotos, baseados na análises biológicas. Apesar dos microrganismos serem diretamente responsáveis pelo processo, a dinâmica ecológica que ocorre num reator, é muito complexa, tornando difícil o entendimento das relações específicas, intraespecíficas e com o meio. Cada sistema de tratamento compõem um sistema único, com características operacionais e químicas diferentes, e os microrganismos são muito sensíveis a todas essas condições.

## 8. CONCLUSÕES

---

1. Os parâmetros microscópicos de identificação e quantificação da microfauna presente nas unidades de tratamento da ETE Insular, permitiram um satisfatório diagnóstico das condições do tratamento;
2. A análise microscópica da estação pode ser realizada em apenas um dos reatores biológicos que compõem o sistema;
3. As análises qualitativas apresentaram-se suficientes para uma caracterização imediata das condições depurativas do processo e da capacidade de sedimentação dos sólidos;
4. A presença de filamentos de *Nocardia* sp, flocos pequenos, *Arcella* sp, *Euglypha* sp e a baixa diversidade de CPF, foram os principais indícios da baixa relação A/M (estimada: 0,032kg DBO / kgSSV.d<sup>-1</sup>), aplicada ao sistema;
5. O intensa agitação e oxigenação presentes nos tanques de aeração consistem na principal origem dos curtos filamentos de *Nocardia* sp;
6. As remoções médias de 97% de DBO<sub>t</sub>, 80% de DQO<sub>t</sub>, 74% de DQOs e 96% de N-NH<sub>4</sub>, foram associadas a presença constante de *Arcella*, *Euglypha* e *Aspidisca*;
7. A ocorrência de *Arcella* sp, *Euglypha* sp e *Aspidisca* sp em frequências de 100% para as duas primeiras e 95% para a última, indicaram alto grau de estabilidade biológica do sistema, alta idade do lodo, boas remoções de DBO e, condições de oxigenação favoráveis à nitrificação;
8. Os micrometazoários e as tecamebas indicaram alto tempo de detenção celular no processo (idade do lodo maior que 20 dias);
9. A presença de zooflagelados em densidades superiores a  $1,0 \times 10^3$  organismos.mL<sup>-1</sup>, indicaram lodo com densidade elevada (IVL>100mL.g<sup>-1</sup>) e baixa condição de sedimentabilidade (SSd<sub>2</sub> > 800mL.L<sup>-1</sup>);

10. A análise microscópica constituiu num instrumento rápido para verificação das características biológicas do tratamento; entretanto, essas análises não devem substituir o monitoramento físico-químico, apenas, complementá-lo;
11. A ausência de parâmetros precisos sobre a vazão afluente, vazão de recirculação e volume de lodo descartado, dificultaram as correlações entre as análises microscópicas e os parâmetros físico-químicos;
12. A ocorrência de organismos estritamente aeróbios foi um indicativo da provável concentração de OD superior à  $2\text{mg.L}^{-1}$ , nos tanques de aeração;
13. As maiores densidades da microfauna nos reatores, implicaram em melhores reduções de DBOt, DQOt e *E. coli*, porém, maiores concentrações de SS e turbidez no efluente;
14. A temperatura da amostra líquida apresentou relação inversa à densidade da microfauna nos reatores; provavelmente outros fatores interferiram no desenvolvimento dos organismos em períodos mais frios;
15. As condições climáticas foram favoráveis ao processo biológico. A temperatura nos reatores foi maior que  $20^{\circ}\text{C}$  em 80% do período;
16. Os CPFs, CFs indicaram boa remoção de DQOt e DBOt;
17. Os parâmetros físico-químicos evidenciaram a ocorrência de nitrificação durante todo o período, através da redução da concentração de  $\text{N-NH}_4$  e aumento de  $\text{N-NO}_3$  no efluente, além de uma acentuada redução da alcalinidade nos tanques de aeração;
18. Os principais mecanismos de remoção de amônia foram a assimilação e a nitrificação;
19. A nitrificação não apresentou nenhuma relação direta com as análises microscópicas;
20. A presença de CLNs, FLGs e MTZs, esteve condicionada com a concentração de cloreto de sódio nas unidades de tratamento;

21. A desnitrificação não foi evidenciada nas zonas anóxicas;
22. Entende-se que a recirculação do lodo não é suficiente para o retorno de concentrações de nitratos necessárias ao processo de desnitrificação;
23. A aplicação de sistemas pré-estabelecidos (IBL, relação densidade total da microfauna) na ETE Insular, apresentaram-se ineficientes como instrumentos de diagnóstico das condições depurativas do sistema;
24. A classificação do sistema de tratamento através da razão entre a densidade de CPF/CF apresentou resultados coerentes com a qualidade do efluente em termos de DBO<sub>t</sub>;
25. Existe uma grande dificuldade para correlacionar os parâmetros microbiológicos com os físico-químicos e operacionais, devido à impossibilidade de isolamento das condições do processo;
26. A eficiência do processo também esteve condicionada aos fatores hidráulicos do sistema;
27. Os mecanismos de remoção de NH<sub>4</sub>, DBO, DQO e *E. coli* seriam melhor compreendidos com a realização de balanço de massa;
28. Há necessidade de mais estudos sobre o comportamento e a ecologia dos microrganismos atuantes nos sistemas de tratamento;
29. O monitoramento microscópico na ETE Insular foi implantado com base nos resultados obtidos no presente estudo.

## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- AI-SHAWANI, S.M., HORAN, N.J. The use of protozoa to indicate changes in the performance of activated sludge plants. **Water Research**, v. 25, n. 6, p. 633-638, 1991.
- APHA – AWWA – WEF. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 19<sup>th</sup> ed. Washington: APHA. 1995.
- ARDEN, E., LOCKETT, W.T. Annual report, appendix I. Manchester Rivers Dep., 42. 1928. In: **Wastewater Biology: The Microlife**. WPC – Water Pollution Control. Alexandria, Va: Water Environmental Federation, 1990. 196 p.
- BAINES, S., HAWKES, H.A., HEWITT, C.H., JENKINS, S.H. Protozoa as indicators in activated sludge treatment. **Sew. Ind. Wastes**, v. 9, n, 25, 1953.
- BENTO, A.P., PHILIPPI, L.S. Caracterização da microfauna na avaliação da remoção de nitrogênio e matéria orgânica em um sistema de tratamento por lodos ativados. In: SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 9, 2000, Porto Seguro, Anais... Porto Seguro: ABES, 2000. p.678-687.
- BEDOGNI, G., FALANELLI, A., PEDRAZZI, R. Evaluation of the abundance ratio between crawling and attached ciliates in the management of an activated sludge sewage treatment plant. In: BIOLOGICAL APPROACH TO SEWAGE TREATMENT PROCESS: CURRENT STATUS AND PERSPECTIVES, 1991, Perugia. **Proceedings...** Perugia: Centro Bazzucchi, 1991. p. 229-233.
- BLACKALL, L.L., SEVIOUR, E.M., CUNNINGHAM, M.A., SEVIOUR, R.J., HUGENHOLZT, P. *Microthrix parvicella* is a novel, deep branching member of the actinomycetes subphylum. **System. Appl. Microbiol.**, v. 17, p. 513-518, 1994.
- BLACKALL, L.L., TANDOI, V., JENKINS, D. Continuous culture studies with *Nocardia anare* from activated sludge and their implications for *Nocardia* foaming control. **Research Journal WPCF.**, v. 63, n. 1, p. 44-50, 1991.
- BLACKALL, L.L., HARBERS, A.E., GREENFIELD, P.F., HAYWARD, A.C. Actinomycete scum problems in australian activated sludge plants. **Wat. Sci. Tech.**, v. 20, n. 11-12, p. 493-495, 1988.
- BRANCO, S.M. **Hidrobiologia Aplicada à Engenharia Sanitária**. 3 ed. São Paulo: CETESB/ASCETESB, 1986. 640 p.
- CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Microbiologia de Lodos Ativados – Setor de Treinamento**. São Paulo: CETESB, 1997. 48 p.
- CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Microbiologia de Lodos Ativados – Série Manuais**. São Paulo: CETESB, 1991. 23 p.
- CINGOLANI, L., CESARO, G. “Comunicación personal”. In: **Indicadores microbiológicos del funcionamiento de sistemas industriales de depuración por lodos activados de la provincia de Buenos Aires, Argentina**. Di MARZIO, W.D., *et al.* CONGRESO MUNDIAL DEL ÁGUA, 1999, Argentina, Anais... Argentina: AIDIS, 1999. p. 94-100.

- CURDS, C.R. Protozoa. In: ECOLOGICAL ASPECTS OF USE WATER TREATMENT., London, London, 1975, **Proceedings...** London: Academic Press., 1975. p. 203-268.
- CURDS, C.R. The role of protozoa in the activated sludge process. **Am. Zool.**, v. 13, 1973.
- CURDS, C.R. A computer simulations study of predator-prey relationships in a single stage continuous culture system. **Water Research**, v. 5, p. 793-812, 1971.
- CURDS, C.R., COCKBURN, A. Protozoa in biological sewage treatment processes: a survey of the protozoan fauna of british percolation filters and activated sludge plant. **Water Research**, v. 4, p. 225-236, 1970.
- CURDS, C.R., COCKBURN, A. Studies on the growth and feeding of *Tetrahymena pyriformis* in anoxic and monoxenic culture. *Journal of General Microbiology*, 1968. In: **An operator's guide to protozoa and their role in the activated sludge process**. GERARDI, M.H. Public Works, p. 44-47 / 90-92, July, 1986.
- CYBIS, L.F., PINTO, C.R.R. Protozoários e metazoários presentes em reatores sequenciais em batelada (RSB) observados no processo de nitrificação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 19, 1997, Fóz do Iguaçu, **Anais...** Fós do Iguaçu: ABES, 1997. p. 793-802.
- Di MARZIO, W.D., ALBERDI, J.L., TORTORELLI, M.C., SÁENZ, M.E. Indicadores microbiológicos del funcionamiento de sistemas industriales de depuración por lodos activados de la provincia de Buenos Aires, Argentina. In: CONGRESO MUNDIAL DEL ÁGUA, 1999, Argentina. **Anais...** Argentina: AIDIS, 1999. p. 94-100.
- DAIGGER, G.T. **Tratamento Biológico de Águas Residuárias: Projeto e Operação – Curso**. Porto, 22-24 Abril, 1996.
- De MARCO, N., GABELLI, A., CATTARUZZA, C., PETRONIO, L. Performance of biological sewage treatment plants: some experiences on municipal plants in the province of Pordinone (Italy). In: BIOLOGICAL APPROACH TO SEWAGE TREATMENT PROCESS: CURRENT STATUS AND PERSPECTIVES, 1991, Perugia. **Proceedings...** Perugia: Centro Bazzucchi, 1991. p. 247-251.
- DRAKIDES, C. La microfaune des boues activées: Étude d'une méthode d'observation et application en suivi d'une pilote en phase de démarrage. *Water Research*, v. 14, n. 1, p. 199-207. 1980. In: **Microbiologia de Lodos Ativados – Série Manuais**. CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. São Paulo: CETESB, 1991. 23 p.
- EIKELBOOM, D.H. The *Microthrix parvicella* puzzle. **Wat. Sci. Tech.**, v. 29, n. 7, p. 271-279, 1994.
- EIKELBOOM, D.H., van BUIJSEN, H.J.J. Microscopic sludge investigation manual. TNO Research Institute for Environmental, Delft, The Netherlands, 1983. 81p. In: **Microrganismos filamentosos em sistemas de lamas activadas e sua relação com parâmetros físico-químicos e operacionais**. LOPES, E.M.daC. Lisboa, 1996. 130 p. Relatório (Estágio Profissionalizante) – Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Departamento de Hidráulica, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa.
- EIKELBOOM, D.H. Filamentous organisms observed in activated sludge. **Water Research**, v. 9, p. 365-388, 1975.

- ENGEVIX ENGENHARIA S/A LTDA. Sistema Insular de Esgotos Sanitários da cidade de Florianópolis – Estação de Tratamento de Esgotos. **Projeto**. Julho de 1996.
- ENGEVIX ENGENHARIA S/A LTDA. Sistema Insular de Tratamento de Esgotos de Florianópolis – Monitoramento. **Projeto**. Fevereiro de 1998.
- FOOT, R.J., KOCIANOVA, E., FORSTER, C.F. Variable morphology of *Microthrix parvicella* in activated sludge systems. **Water Research**, v. 26, n. 7, p. 875-880, 1992.
- GERARDI, M.H. An operator's guide to protozoa and their role in the activated sludge process. **Public Works**, p. 44-47 / 90-92, July. 1986.
- HOFFMAN, H., PLATZER, C. Aplicação de imagens microscópicas do lodo ativado para a detecção de problemas de funcionamento das estações de tratamento de esgotos na Alemanha. In: SEMINÁRIO DE MICROBIOLOGIA APLICADA AO SANEAMENTO, I, 2000, Espírito Santo, **Anais... Espírito Santo: Universidade Federal do Espírito Santo, 2000. p. 108-120.**
- HOLUBAR, P., CRUDKE, T., MOSER, A., STRENN, B. BRAUN, R. Effect of bacterivorous ciliated protozoans on degradation efficiency of a petrochemical activated sludge process. **Water Research**, v. 34, n. 7, p. 2051-2060. 2000.
- HORNSBY, L.A., HORAN, N.J. Isolation of filamentous bacteria from activated sludge using micromanipulation. **Water Research**, v. 28, n. 9, p. 2033-2034, 1994.
- JARDIM, F.A., BRAGA, J.M.S., MESQUITA, M.M.F.de. Avaliação da eficiência do tratamento biológico de esgotos através da caracterização da microbiota da ETE Fonte Grande – Contagem-MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 19, 1997, Fóz do Iguaçu, **Anais... Fóz do Iguaçu: ABES, 1997. p. 1-12.**
- JENKINS, D., RICHARD, M.G., DAIGGER, G.T. **Manual on the Causes and Control of Activated Sludge Bulking and Foaming**. 2 ed. Chelsea, Michigan: Lewis Publishers, Inc., 1993. 193 p.
- JORDÃO, E.P., BÔAS, D.V., CONCEIÇÃO, J.R.da, SILVA, T.C.R.da, SOBRINHO, P.A. Controle microbiológico na operação de um sistema de lodos ativados – estudo em escala piloto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 19, 1997, Fóz do Iguaçu, **Anais... Fóz do Iguaçu: ABES, 1997. p. 625-636.**
- KUNST, S., REINS, M. Practical investigations on bulking and foaming in activated sludge plants with biological phosphorus removal. **Wat. Sci. Tech.**, v. 29, n. 7, p. 289-294, 1994.
- La RIVIÈRE, J.W.M. Microbial ecology of liquid waste treatment. *Advances in Microbial Ecology*, v. 1, p. 215-259, 1977. In: **Princípios básicos do tratamento de esgotos**. von SPERLING. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, 1996. 211 p.
- LEVINE, N.D. *et al.* A newly revised classification of the protozoa. *J. Protozol.*, v. 27, 1980. In: **Wastewater Biology: The Microlife**. WPC – Water Pollution Control. Alexandria, Va: Water Environmental Federation, 1990. 196 p.
- LOPES, E.M.daC. **Microrganismos filamentosos em sistemas de lamas activadas e sua relação com parâmetros físico-químicos e operacionais**. Lisboa, 1996. 130 p. Relatório (Estágio Profissionalizante) – Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Departamento de Hidráulica, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa.

- MADONI, P. A sludge biotic index (SBI) for the evaluation of the biological performance of activated sludge plants based on the microfauna analysis. **Water Research**, v. 28, n. 1, p. 67-75, 1994.
- METCALF & EDDY. **Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse**. 3 ed. USA: Metcalf & Eddy, Inc., 1991. 1334 p.
- MONOD, J. The growth of bacterial cultures. *J. Ann. Inst. Pasteur.* p. 371-393. 1941. In: **Microbiologia de Lodos Ativados – Série Manuais**. CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. São Paulo: CETESB, 1991. 23 p.
- NOVÁK, L., LARREA, L., WANNER, J., GARCÍA-HERAS, J.L. Non-filamentous activated sludge bulking in a laboratory scale system. **Wat. Sci. Tech.**, v. 27, n. 8, p. 1339-1346, 1993.
- PALM, J.C., JENKINS, D., PAKKER, D.S. Relationship between organic loading, dissolved oxygen concentration and sludge settleability in the completely mixed activated sludge process. **Journal WPCF**, v. 52, n. 12, p. 2484-2506, 1980.
- PESSÔA, C.A., JORDÃO, E.P. **Tratamento de Esgotos Domésticos**. 2 ed. Rio de Janeiro: ABES-BNH, 1982. 536 p.
- PITT, P., JENKINS, D. Causes and control of Nocardia in activated sludge. **Research Journal WPCF**, v. 62, n.2, p. 143-150, 1990.
- PUJOL, R., DUCHENE, P., SCHIETRITE, S., CANLER, J.P. Biological foams in activated sludge plants: characterization and situation. **Water Research**, v. 25, n. 11, p. 1399-1404, 1991.
- SALVADÓ, H. GRACIA, M.P. AMIGÔ, J.M. Capability of ciliated protozoa as indicators of effluent quality in activated sludge plants. **Water Research**, v. 29, n. 4, p. 1041-1050, 1995.
- SEDLAK, R *et al.* Phosphorus and Nitrogen Removal from Municipal Wastewater: Principles and Practice. USA: Lewis Publishers, Inc., 1991. 240 p. In: **Lodos Ativados**. von SPERLING. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, 1997. 416 p.
- SELZIN, M., JENKINS, D. A unified theory of filamentous activated sludge bulking. **Journal WPCF**, v. 50, n. 2, p. 362-381, 1978.
- SODDELL, J., KNIGHT, W.S.E., SEVIOUR, R. Nocardioforms, not Nocardia foams. *Wat. Sci. Tech.*, v. 26, n. 3-4, p. 455-460, 1992. In: **Microorganismos filamentosos em sistemas de lamas activadas e sua relação com parâmetros físico-químicos e operacionais**. LOPES. E.M.daC. Lisboa, 1996. 130 p. Relatório (Estágio Profissionalizante) – Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Departamento de Hidráulica, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa.
- STROM, P.F., JENKINS, D. Identification and significance of filamentous microorganisms in activated sludge. **Journal WPCF**, v. 56, n. 5, p. 449-459, 1984.
- TAYLOR, W.D. SANDERS, R.W. Protozoa. In: **Microbiologia de Lodos Ativados – Setor Treinamento**. CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. São paulo: CETESB, 1997. 48 p.
- van HAANDEL, A., MARAIS, G. **O Comportamento do Sistema de Lodo Ativado: Teoria e Aplicações para Projetos e Operação**. Campina Grande: egraf, 1999. 488p.

- von SPERLING, M. **Lodos Ativados**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, 1997. 416 p.
- von SPERLING, M. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, 1995. 240 p.
- WANNER, J. Activated sludge bulking and foaming control. USA: Publishing Company, Inc., 1994. 327 p. In: **Microrganismos filamentosos em sistemas de lamas activadas e sua relação com parâmetros físico-químicos e operacionais**. LOPES, E.M.daC. Lisboa, 1996. 130 p. Relatório (Estágio Profissionalizante) – Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Departamento de Hidráulica, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa.
- WARD & WHIPPLE. Freshwater biology. 2 ed. USA: W.T. Edmonson, 1959. 1248 p. In: **Microbiologia de Lodos Ativados – Série Manuais**. CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. São Paulo: CETESB, 1991. 23 p.
- WPC – Water Pollution Control. **Wastewater Biology: The Microlife**. Alexandria, Va: Water Environmental Federation, 1990. 196 p.

## ANEXO 1 - Protocolos das análises microscópicas realizadas na ETE Insular

### Monitoramento Biológico Quantitativo

Amostragem: 1

Data da coleta: 28/09/99

Hora da coleta: 8:30 - 9:30

Hora da observação: 14:00 - 20:00

Unidade: N<sup>o</sup>. organismos.mL<sup>-1</sup>

Grupos / Espécies	SB1	SB2	TD1	TD2	T1	T2
<b>Ciliados predadores de flocos</b>						
<i>Aspidisca</i> sp	2,9 x 10 <sup>2</sup>	5,2 x 10 <sup>2</sup>	8,6 x 10 <sup>2</sup>	5,6 x 10 <sup>2</sup>	6,6 x 10 <sup>2</sup>	5,0 x 10 <sup>2</sup>
<i>Euplotes</i> sp	1,9 x 10 <sup>2</sup>	1,4 x 10 <sup>2</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>		
Total:	4,8 x 10 <sup>2</sup>	6,6 x 10 <sup>2</sup>	1,1 x 10 <sup>3</sup>	7,6 x 10 <sup>2</sup>	6,6 x 10 <sup>2</sup>	5,0 x 10 <sup>2</sup>
<b>Flagelados</b>						
<i>Peranema</i> sp		1,2 x 10 <sup>2</sup>	8,0 x 10 <sup>1</sup>	1,4 x 10 <sup>2</sup>	1,4 x 10 <sup>2</sup>	8,0 x 10 <sup>1</sup>
Total:		1,2 x 10 <sup>2</sup>	8,0 x 10 <sup>1</sup>	1,4 x 10 <sup>2</sup>	1,4 x 10 <sup>2</sup>	8,0 x 10 <sup>1</sup>
<b>Amebas</b>						
<i>Arcella</i> sp	2,0 x 10 <sup>2</sup>	1,3 x 10 <sup>2</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>	1,8 x 10 <sup>2</sup>	2,4 x 10 <sup>2</sup>	3,2 x 10 <sup>2</sup>
<i>Centropyxis</i> sp	6,7 x 10 <sup>1</sup>					
<i>Euglypha</i> sp	1,3 x 10 <sup>2</sup>		8,0 x 10 <sup>1</sup>	4,0 x 10 <sup>1</sup>	8,0 x 10 <sup>1</sup>	6,0 x 10 <sup>1</sup>
Total:	3,9 x 10 <sup>2</sup>	1,3 x 10 <sup>2</sup>	2,8 x 10 <sup>2</sup>	2,2 x 10 <sup>2</sup>	3,2 x 10 <sup>2</sup>	3,8 x 10 <sup>2</sup>
<b>Micrometazoários</b>						
Rotíferos	2,0 x 10 <sup>1</sup>				2,0 x 10 <sup>1</sup>	
Total:	2,0 x 10 <sup>1</sup>	0	0	0	2,0 x 10 <sup>1</sup>	0
<b>Outros</b>						
fungos (filamentos)						1,2 x 10 <sup>2</sup>
Total:	0	0	0	0	0	1,2 x 10 <sup>2</sup>
<b>TOTAL:</b>	<b>8,9 x 10<sup>2</sup></b>	<b>9,1 x 10<sup>2</sup></b>	<b>1,5 x 10<sup>3</sup></b>	<b>1,1 x 10<sup>3</sup></b>	<b>1,1 x 10<sup>3</sup></b>	<b>1,1 x 10<sup>3</sup></b>

### Análise Qualitativa:

Flocos, pequenos com poucos filamentos. Alta densidade de amebas tecadas e ciliados predadores de flocos. Escuma nos reatores.

### LEGENDA:

SB1 - Seletor Biológico 1

SB2 - Seletor Biológico 2

TD1 - Tanque de Denitrificação 1

TD2 - Tanque de Denitrificação 2

T1 - Tanque de Aeração 1

T2 - Tanque de Aeração 2

**Método:** Contagem em Câmara de Sedgwick-Rafter reticulada (1 mL) em Microscópio Óptico, triocular invertido, aumento 400x.

**Monitoramento Biológico Quantitativo**

Amostragem: 2

Data da coleta: 25/10/99

Hora da coleta: 8:30 - 9:30

Hora da observação: 10:00 - 19:00

Unidade: N<sup>o</sup>. organismos.mL<sup>-1</sup>

Grupos / Espécies	SB1	SB2	TD1	TD2	T1	T2
<b>Ciliados predadores de flocos</b>						
<i>Aspidisca</i> sp	3,0 x 10 <sup>2</sup>	2,7 x 10 <sup>2</sup>	3,7 x 10 <sup>2</sup>	2,7 x 10 <sup>2</sup>	1,7 x 10 <sup>2</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>
<i>Euplotes</i> sp	2,3 x 10 <sup>2</sup>	1,8 x 10 <sup>2</sup>	6,7 x 10 <sup>1</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>	3,3 x 10 <sup>1</sup>	
Total:	5,3 x 10 <sup>2</sup>	4,5 x 10 <sup>2</sup>	4,4 x 10 <sup>2</sup>	4,7 x 10 <sup>2</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>
<b>Ciliados fixos</b>						
<i>Vorticella</i> sp	3,3 x 10 <sup>1</sup>					
<i>Epistylis</i> sp	4,8 x 10 <sup>2</sup>	3,3 x 10 <sup>2</sup>	2,8 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>3</sup>	4,3 x 10 <sup>2</sup>	4,0 x 10 <sup>2</sup>
Total:	5,2 x 10 <sup>2</sup>	3,3 x 10 <sup>2</sup>	2,8 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>3</sup>	4,3 x 10 <sup>2</sup>	4,0 x 10 <sup>2</sup>
<b>Flagelados</b>						
<i>Paranema</i> sp	8,3 x 10 <sup>1</sup>	1,7 x 10 <sup>1</sup>	1,2 x 10 <sup>2</sup>	6,7 x 10 <sup>1</sup>	3,3 x 10 <sup>1</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>
Total:	8,3 x 10 <sup>1</sup>	1,7 x 10 <sup>1</sup>	1,2 x 10 <sup>2</sup>	6,7 x 10 <sup>1</sup>	3,3 x 10 <sup>1</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>
<b>Amebas</b>						
<i>Arcella</i> sp	2,3 x 10 <sup>2</sup>	2,3 x 10 <sup>2</sup>	1,3 x 10 <sup>2</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>	1,7 x 10 <sup>2</sup>	1,5 x 10 <sup>2</sup>
<i>Centropyxis</i> sp	1,5 x 10 <sup>2</sup>	1,7 x 10 <sup>2</sup>	5,0 x 10 <sup>1</sup>	3,3 x 10 <sup>2</sup>	1,3 x 10 <sup>2</sup>	3,5 x 10 <sup>2</sup>
<i>Euglypha</i> sp		6,7 x 10 <sup>1</sup>	3,3 x 10 <sup>1</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>	6,7 x 10 <sup>1</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>
Total:	3,8 x 10 <sup>2</sup>	4,7 x 10 <sup>2</sup>	2,2 x 10 <sup>2</sup>	6,3 x 10 <sup>2</sup>	3,7 x 10 <sup>2</sup>	6,0 x 10 <sup>2</sup>
<b>Micrometazoários</b>						
Rotíferos	4,0 x 10 <sup>2</sup>	2,5 x 10 <sup>2</sup>	2,3 x 10 <sup>2</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>	1,7 x 10 <sup>2</sup>	3,0 x 10 <sup>2</sup>
Total:	4,0 x 10 <sup>2</sup>	2,5 x 10 <sup>2</sup>	2,3 x 10 <sup>2</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>	1,7 x 10 <sup>2</sup>	3,0 x 10 <sup>2</sup>
<b>TOTAL:</b>	<b>1,9 x 10<sup>3</sup></b>	<b>1,5 x 10<sup>3</sup></b>	<b>1,3 x 10<sup>3</sup></b>	<b>2,4 x 10<sup>3</sup></b>	<b>1,2 x 10<sup>3</sup></b>	<b>1,7 x 10<sup>3</sup></b>

**Análise Qualitativa:**

Flocos, pequenos com poucos filamentos. Alta densidade de amebas tecadas e ciliados predadores de flocos. Efluente final de ótima aparência.

**LEGENDA:**

SB1 - Seletor Biológico 1

SB2 - Seletor Biológico 2

TD1 - Tanque de Denitrificação 1

TD2 - Tanque de Denitrificação 2

T1 - Tanque de Aeração 1

T2 - Tanque de Aeração 2

**Método:** Contagem em Câmara de Sedgwick-Rafter reticulada (1 mL) em Microscópio Óptico, triocular invertido, aumento 400x.

**Monitoramento Biológico Quantitativo**

Amostragem: 3

Data da coleta: 11/11/99

Hora da coleta: 8:30 - 9:30

Hora da observação: 14:00 - 18:00

Unidade: N<sup>o</sup>. organismos.mL<sup>-1</sup>

Grupos / Espécies	SB1	SB2	TD1	TD2	T1	T2
<b>Ciliados predadores de flocos</b>						
<i>Aspidisca</i> sp	1,3 x 10 <sup>3</sup>	7,3 x 10 <sup>2</sup>	5,3 x 10 <sup>2</sup>	6,7 x 10 <sup>1</sup>		
<i>Euplotes</i> sp						
Total:	1,3 x 10 <sup>3</sup>	7,3 x 10 <sup>2</sup>	5,3 x 10 <sup>2</sup>	6,7 x 10 <sup>1</sup>		
<b>Ciliados livre-natantes</b>						
<i>Blepharisma</i> sp	6,7 x 10 <sup>1</sup>					
Total:	6,7 x 10 <sup>1</sup>					
<b>Ciliados fixos</b>						
<i>Vorticella</i> sp						
<i>Epistylis</i> sp	6,0 x 10 <sup>2</sup>		4,0 x 10 <sup>2</sup>	2,7 x 10 <sup>2</sup>		
Total:	6,0 x 10 <sup>2</sup>		4,0 x 10 <sup>2</sup>	2,7 x 10 <sup>2</sup>		
<b>Flagelados</b>						
<i>Peranema</i> sp	3,3 x 10 <sup>1</sup>	6,7 x 10 <sup>1</sup>				
<i>Bodo saltans</i>	5,2 x 10 <sup>3</sup>	2,1 x 10 <sup>3</sup>	1,5 x 10 <sup>3</sup>	8,7 x 10 <sup>2</sup>		
Total:	5,2 x 10 <sup>3</sup>	2,2 x 10 <sup>3</sup>	1,5 x 10 <sup>3</sup>	8,7 x 10 <sup>2</sup>		
<b>Amebas</b>						
<i>Arcella</i> sp	1,0 x 10 <sup>2</sup>	4,7 x 10 <sup>2</sup>		1,3 x 10 <sup>2</sup>	1,3 x 10 <sup>2</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>
<i>Centropyxis</i> sp	3,0 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>3</sup>	6,0 x 10 <sup>2</sup>	9,3 x 10 <sup>2</sup>	3,3 x 10 <sup>2</sup>	2,7 x 10 <sup>2</sup>
<i>Euglypha</i> sp	6,7 x 10 <sup>1</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>	6,7 x 10 <sup>1</sup>		2,7 x 10 <sup>2</sup>	
pequenas amebas nuas	3,3 x 10 <sup>3</sup>	9,3 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>3</sup>	8,7 x 10 <sup>2</sup>	9,3 x 10 <sup>2</sup>	8,7 x 10 <sup>2</sup>
Total:	3,7 x 10 <sup>3</sup>	2,6 x 10 <sup>3</sup>	1,7 x 10 <sup>3</sup>	1,9 x 10 <sup>3</sup>	1,7 x 10 <sup>3</sup>	1,4 x 10 <sup>3</sup>
<b>Micrometazoários</b>						
<i>Aeolosoma</i> sp	2,0 x 10 <sup>2</sup>			1,3 x 10 <sup>2</sup>		
Rotíferos	3,3 x 10 <sup>1</sup>	1,3 x 10 <sup>2</sup>				
Total:	2,3 x 10 <sup>2</sup>	1,3 x 10 <sup>2</sup>		1,3 x 10 <sup>2</sup>		
<b>TOTAL:</b>	<b>1,1 x 10<sup>4</sup></b>	<b>5,7 x 10<sup>3</sup></b>	<b>4,1 x 10<sup>3</sup></b>	<b>3,3 x 10<sup>3</sup></b>	<b>1,7 x 10<sup>3</sup></b>	<b>1,4 x 10<sup>3</sup></b>

**Análise Qualitativa:**

Flocos, pequenos com poucos filamentos. Alta densidade de amebas tecadas e zooflagelados. Nos Tanques de aeração muitas espécies de rotíferos e ciliados fixos mortos, muitas amebas estressadas, provavelmente devido ao pH baixo. SB1 com muitos organismos. Muitos sólidos, amostra teve que ser diluída 20x para visualização em microscópio

**LEGENDA:**

SB1 - Seletor Biológico 1

SB2 - Seletor Biológico 2

TD1 - Tanque de Denitrificação 1

TD2 - Tanque de Denitrificação 2

T1 - Tanque de Aeração 1

T2 - Tanque de Aeração 2

**Método:** Contagem em Câmara de Sedgwick-Rafter reticulada (1 mL) em Microscópio Óptico, triocular invertido, aumento 400x.

**Monitoramento Biológico Quantitativo**

Amostragem: 4

Data da coleta: 22/11/99

Hora da coleta: 8:30 - 9:30

Hora da observação: 14:00 - 18:00

Unidade: N°. organismos.mL<sup>-1</sup>

Grupos / Espécies	SB1	SB2	TD1	TD2	T1	T2
<b>Ciliados predadores de flocos</b>						
<i>Aspidisca</i> sp	2,0 x 10 <sup>2</sup>	4,0 x 10 <sup>2</sup>	3,0 x 10 <sup>2</sup>	4,0 x 10 <sup>2</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>	3,0 x 10 <sup>2</sup>
<b>Total:</b>	2,0 x 10 <sup>2</sup>	4,0 x 10 <sup>2</sup>	3,0 x 10 <sup>2</sup>	4,0 x 10 <sup>2</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>	3,0 x 10 <sup>2</sup>
<b>Ciliados fixos</b>						
<i>Vorticella</i> sp		1,0 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>			
<i>Opercularia</i> sp			2,0 x 10 <sup>3</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>	
<b>Total:</b>		1,0 x 10 <sup>2</sup>	3,0 x 10 <sup>2</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>	
<b>Flagelados</b>						
desconhecido	1,0 x 10 <sup>2</sup>					
<i>Bodo saltans</i>	1,6 x 10 <sup>3</sup>	1,2 x 10 <sup>3</sup>	9,0 x 10 <sup>2</sup>	5,0 x 10 <sup>2</sup>	1,1 x 10 <sup>3</sup>	1,7 x 10 <sup>3</sup>
<b>Total:</b>	1,7 x 10 <sup>3</sup>	1,2 x 10 <sup>3</sup>	9,0 x 10 <sup>2</sup>	5,0 x 10 <sup>2</sup>	1,1 x 10 <sup>3</sup>	1,7 x 10 <sup>3</sup>
<b>Amebas</b>						
<i>Arcella</i> sp	2,0 x 10 <sup>2</sup>		9,0 x 10 <sup>2</sup>	5,0 x 10 <sup>2</sup>	3,0 x 10 <sup>2</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>
<i>Centropyxis</i> sp	3,0 x 10 <sup>2</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>	4,0 x 10 <sup>2</sup>	6,0 x 10 <sup>2</sup>	4,0 x 10 <sup>2</sup>	3,0 x 10 <sup>2</sup>
<i>Euglypha</i> sp	1,2 x 10 <sup>3</sup>	1,1 x 10 <sup>3</sup>	1,8 x 10 <sup>3</sup>	8,0 x 10 <sup>2</sup>	6,0 x 10 <sup>2</sup>	8,5 x 10 <sup>2</sup>
<i>Diffugia</i> sp		2,2 x 10 <sup>3</sup>	2,5 x 10 <sup>3</sup>	1,8 x 10 <sup>3</sup>	2,3 x 10 <sup>3</sup>	1,6 x 10 <sup>3</sup>
<i>Diplophrys</i> sp			2,0 x 10 <sup>2</sup>			
<i>Amoeba</i> sp	1,8 x 10 <sup>3</sup>	1,0 x 10 <sup>3</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>		
<b>Total:</b>	2,5 x 10 <sup>3</sup>	4,5 x 10 <sup>3</sup>	6,0 x 10 <sup>3</sup>	3,8 x 10 <sup>3</sup>	3,6 x 10 <sup>3</sup>	2,9 x 10 <sup>3</sup>
<b>Rotíferos</b>						
<i>Rotífero</i>					1,0 x 10 <sup>2</sup>	
<b>Total:</b>					1,0 x 10 <sup>2</sup>	
<b>TOTAL:</b>	<b>5,9 x 10<sup>3</sup></b>	<b>6,2 x 10<sup>3</sup></b>	<b>7,5 x 10<sup>3</sup></b>	<b>5,0 x 10<sup>3</sup></b>	<b>4,3 x 10<sup>3</sup></b>	<b>4,6 x 10<sup>3</sup></b>

**Análise Qualitativa:**

Flocos, pequenos com poucos filamentos.

Alta diversidade e densidade de amebas tecadas. Muitos zooflagelados

**LEGENDA:**

SB1 - Seletor Biológico 1

SB2 - Seletor Biológico 2

TD1 - Tanque de Denitrificação 1

TD2 - Tanque de Denitrificação 2

T1 - Tanque de Aeração 1

T2 - Tanque de Aeração 2

**Método:** Contagem em Câmara de Sedgwick-Rafter reticulada (1 mL) em Microscópio Óptico, triocular invertido, aumento 400x.

**Monitoramento Biológico Quantitativo**

Amostragem: 5

Data da coleta: 08/12/99

Hora da coleta: 8:30 - 9:30

Hora da observação: 14:00 - 18:00

Unidade: N<sup>o</sup>. organismos.mL<sup>-1</sup>

Grupos / Espécies	SB1	SB2	TD1	TD2	T1	T2
<b>Ciliados predadores de flocos</b>						
<i>Aspidisca</i> sp	2,0 x 10 <sup>2</sup>	2,5 x 10 <sup>2</sup>	3,5 x 10 <sup>2</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>	1,5 x 10 <sup>2</sup>	3,0 x 10 <sup>2</sup>
<i>Euplotes</i> sp	2,0 x 10 <sup>2</sup>	1,5 x 10 <sup>2</sup>	2,5 x 10 <sup>2</sup>	1,5 x 10 <sup>2</sup>	5,0 x 10 <sup>1</sup>	1,5 x 10 <sup>2</sup>
Total:	2,0 x 10 <sup>2</sup>	4,0 x 10 <sup>2</sup>	6,0 x 10 <sup>2</sup>	3,5 x 10 <sup>2</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>	4,5 x 10 <sup>2</sup>
<b>Ciliados livre-natantes</b>						
<i>Paramecium</i> sp			5,0 x 10 <sup>1</sup>		5,0 x 10 <sup>1</sup>	
Desconhecido					5,0 x 10 <sup>1</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>
Total:			5,0 x 10 <sup>1</sup>		1,0 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>
<b>Ciliados fixos</b>						
<i>Vorticella</i> sp		3,5 x 10 <sup>2</sup>			3,0 x 10 <sup>2</sup>	1,5 x 10 <sup>2</sup>
<i>Epistylis</i> sp			1,0 x 10 <sup>2</sup>			
Total:		3,5 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>		3,0 x 10 <sup>2</sup>	1,5 x 10 <sup>2</sup>
<b>Flagelados</b>						
<i>Paranema</i> sp	2,0 x 10 <sup>2</sup>		1,5 x 10 <sup>2</sup>	1,5 x 10 <sup>2</sup>	5,0 x 10 <sup>1</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>
<i>Bodo saltants</i>	3,5 x 10 <sup>2</sup>			2,0 x 10 <sup>2</sup>	1,5 x 10 <sup>2</sup>	5,0 x 10 <sup>1</sup>
Total:	5,5 x 10 <sup>2</sup>		1,5 x 10 <sup>2</sup>	3,5 x 10 <sup>2</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>	2,5 x 10 <sup>2</sup>
<b>Amebas</b>						
<i>Arcella</i> sp	3,5 x 10 <sup>2</sup>	3,0 x 10 <sup>2</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>	3,0 x 10 <sup>2</sup>	2,5 x 10 <sup>2</sup>	5,0 x 10 <sup>1</sup>
<i>Centropyxis</i> sp	5,0 x 10 <sup>1</sup>		2,0 x 10 <sup>2</sup>	1,5 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>	
<i>Euglypha</i> sp	1,5 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>	1,5 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>	1,5 x 10 <sup>2</sup>
<i>Diffugia</i> sp	2,5 x 10 <sup>2</sup>			4,5 x 10 <sup>2</sup>	2,5 x 10 <sup>2</sup>	2,5 x 10 <sup>2</sup>
Total:	8,0 x 10 <sup>2</sup>	4,0 x 10 <sup>2</sup>	5,0 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>3</sup>	7,0 x 10 <sup>2</sup>	4,0 x 10 <sup>2</sup>
<b>Rotíferos</b>						
Rotífero		5,0 x 10 <sup>1</sup>				
Total:		5,0 x 10 <sup>1</sup>				
<b>Nematoíde</b>						
<i>Aelossoma</i> sp		5,0 x 10 <sup>1</sup>	5,0 x 10 <sup>1</sup>		1,5 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>
Total:		5,0 x 10 <sup>1</sup>	5,0 x 10 <sup>1</sup>		1,5 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>
<b>TOTAL:</b>	<b>1,5 x 10<sup>3</sup></b>	<b>1,2 x 10<sup>3</sup></b>	<b>1,4 x 10<sup>3</sup></b>	<b>1,7 x 10<sup>3</sup></b>	<b>1,6 x 10<sup>3</sup></b>	<b>1,5 x 10<sup>3</sup></b>

**Análise Qualitativa:**

Flocos dispersos, pequenos, irregulares, fracos com poucos organismos filamentosos (*Nocardia* sp). Poucos pluricelulares. Muitos rotíferos mortos. Dominância de amebas tecadas.

**LEGENDA:**

SB1 - Seletor Biológico 1

SB2 - Seletor Biológico 2

TD1 - Tanque de Denitrificação 1

TD2 - Tanque de Denitrificação 2

T1 - Tanque de Aeração 1

T2 - Tanque de Aeração 2

**Método:** Contagem em Câmara de Sedgwick-Rafter reticulada (1 mL) em Microscópio Óptico, triocular invertido, aumento 400x.

**Monitoramento Biológico Quantitativo**

Amostragem: 6

Data da coleta: 20/12/99

Hora da coleta: 8:00 - 8:30

Hora da observação: 9:30 - 17:00

Unidade: N<sup>o</sup>. organismos.mL<sup>-1</sup>

Grupos / Espécies	SB1	SB2	TD1	TD2	T1	T2
<b>Ciliados predadores de flocos</b>						
<i>Aspidisca</i> sp	$3,3 \times 10^2$	$6,3 \times 10^2$	$5,3 \times 10^2$	$3,7 \times 10^2$	$5,3 \times 10^2$	$4,7 \times 10^2$
<i>Chilodonella</i> sp	$3,3 \times 10^1$		$6,7 \times 10^1$			
Total:	$3,7 \times 10^2$	$6,3 \times 10^2$	$6,0 \times 10^2$	$3,7 \times 10^2$	$5,3 \times 10^2$	$4,7 \times 10^2$
<b>Ciliados livre-natantes</b>						
<i>Trachelophylum pusillum</i>	$1,0 \times 10^2$	$3,0 \times 10^2$	$2,3 \times 10^2$	$2,7 \times 10^2$	$2,3 \times 10^2$	$1,0 \times 10^2$
<i>Chaetospira muelleri</i>				$6,7 \times 10^1$		
<i>Paramecium</i> sp	$3,3 \times 10^1$	$3,3 \times 10^1$				
Total:	$1,3 \times 10^2$	$3,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^2$	$3,4 \times 10^2$	$2,3 \times 10^2$	$1,0 \times 10^2$
<b>Ciliados fixos</b>						
<i>Vorticella</i> sp		$3,3 \times 10^1$		$3,3 \times 10^1$		
Total:		$3,3 \times 10^1$		$3,3 \times 10^1$		
<b>Amebas</b>						
<i>Arcella</i> sp	$5,0 \times 10^2$	$3,3 \times 10^2$	$2,0 \times 10^2$	$2,3 \times 10^2$	$3,3 \times 10^2$	$5,7 \times 10^2$
<i>Centropyxis</i> sp	$2,7 \times 10^2$	$3,3 \times 10^2$	$3,0 \times 10^2$	$2,0 \times 10^2$	$2,0 \times 10^2$	$2,3 \times 10^2$
<i>Euglypha</i> sp	$1,7 \times 10^2$	$3,7 \times 10^2$	$1,0 \times 10^2$	$1,7 \times 10^2$	$6,7 \times 10^1$	$6,7 \times 10^1$
Total:	$9,4 \times 10^2$	$1,0 \times 10^3$	$6,0 \times 10^2$	$6,0 \times 10^2$	$6,0 \times 10^2$	$8,7 \times 10^2$
<b>Flagelados</b>						
<i>Peranema</i> sp			$1,3 \times 10^2$	$3,3 \times 10^1$		$3,3 \times 10^1$
			$1,3 \times 10^2$	$3,3 \times 10^1$		$3,3 \times 10^1$
<b>Micrometazoários</b>						
Rotífero	$1,0 \times 10^2$					
<i>Aelossoma</i> sp	$3,3 \times 10^1$					
Tardigrado	$3,3 \times 10^1$		$3,3 \times 10^1$			
Total:	$1,6 \times 10^2$		$3,3 \times 10^1$			
<b>TOTAL:</b>	<b><math>1,6 \times 10^3</math></b>	<b><math>2,0 \times 10^3</math></b>	<b><math>1,6 \times 10^3</math></b>	<b><math>1,4 \times 10^3</math></b>	<b><math>1,4 \times 10^3</math></b>	<b><math>1,5 \times 10^3</math></b>

**Análise Qualitativa:**

Flocos dispersos, pequenos, irregulares, fracos com poucos organismos filamentosos (*Nocardia* sp). Poucos pluricelulares.

Dominância de amebas tecadas e ciliados predadores de flocos.

**LEGENDA:**

SB1 - Seletor Biológico 1

SB2 - Seletor Biológico 2

TD1 - Tanque de Denitrificação 1

TD2 - Tanque de Denitrificação 2

T1 - Tanque de Aeração 1

T2 - Tanque de Aeração 2

**Método:** Contagem em Câmara de Sedgwick-Rafter reticulada (1 mL) em Microscópio Óptico, triocular invertido, aumento 400x.

**Monitoramento Biológico Quantitativo**

Amostragem: 7

Data da coleta: 03/01/00

Hora da coleta: 8:00 - 8:30

Hora da observação: 9:30 - 17:00

Unidade: N<sup>o</sup>. organismos.mL<sup>-1</sup>

Grupos / Espécies	SB1	SB2	TD1	TD2	T1	T2
<b>Ciliados predadores de flocos</b>						
<i>Aspidisca</i> sp	6,7 x 10 <sup>1</sup>		2,0 x 10 <sup>2</sup>	1,3 x 10 <sup>2</sup>	3,3 x 10 <sup>1</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>
<i>Euplotes</i> sp		3,3 x 10 <sup>1</sup>			3,3 x 10 <sup>1</sup>	
<b>Total:</b>	6,7 x 10 <sup>1</sup>	3,3 x 10 <sup>1</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>	1,3 x 10 <sup>2</sup>	6,6 x 10 <sup>1</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>
<b>Ciliados livre-natantes</b>						
<i>Colpoda</i> sp	1,7 x 10 <sup>2</sup>	9,9 x 10 <sup>1</sup>	6,7 x 10 <sup>1</sup>	3,3 x 10 <sup>1</sup>	3,3 x 10 <sup>1</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>
<i>Trachelophyllum pusillum</i>	6,7 x 10 <sup>1</sup>	3,3 x 10 <sup>1</sup>			3,3 x 10 <sup>1</sup>	5,0 x 10 <sup>1</sup>
<i>Chaetospira muelleri</i>	1,0 x 10 <sup>2</sup>				6,7 x 10 <sup>1</sup>	5,0 x 10 <sup>1</sup>
<b>Total:</b>	3,4 x 10 <sup>2</sup>	1,3 x 10 <sup>2</sup>	6,7 x 10 <sup>1</sup>	3,3 x 10 <sup>1</sup>	1,3 x 10 <sup>2</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>
<b>Ciliados fixos</b>						
<i>Opercularia</i> sp				6,7 x 10 <sup>1</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>	1,7 x 10 <sup>2</sup>
<i>Acineta</i> sp	1,3 x 10 <sup>2</sup>			1,0 x 10 <sup>2</sup>	3,3 x 10 <sup>1</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>
<b>Total:</b>	1,3 x 10 <sup>2</sup>			1,7 x 10 <sup>2</sup>	1,3 x 10 <sup>2</sup>	2,7 x 10 <sup>2</sup>
<b>Amebas</b>						
<i>Arcella</i> sp	1,0 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>	1,3 x 10 <sup>2</sup>	2,7 x 10 <sup>2</sup>	2,5 x 10 <sup>2</sup>
<i>Centropyxis</i> sp	1,0 x 10 <sup>2</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>	1,3 x 10 <sup>2</sup>	1,3 x 10 <sup>2</sup>		1,5 x 10 <sup>2</sup>
<i>Euglypha</i> sp	1,3 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>				
<i>Amoeba</i> sp	3,3 x 10 <sup>1</sup>					
<b>Total:</b>	3,7 x 10 <sup>2</sup>	4,0 x 10 <sup>2</sup>	4,3 x 10 <sup>2</sup>	3,7 x 10 <sup>2</sup>	3,7 x 10 <sup>2</sup>	5,0 x 10 <sup>2</sup>
<b>Flagelados</b>						
<i>Bodo saltans</i>	1,0 x 10 <sup>2</sup>	6,7 x 10 <sup>1</sup>			1,0 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>
<b>Total:</b>	1,0 x 10 <sup>2</sup>	6,7 x 10 <sup>1</sup>			1,0 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>
<b>Micrometazoário</b>						
Desconhecido		3,3 x 10 <sup>1</sup>	3,3 x 10 <sup>1</sup>	3,3 x 10 <sup>1</sup>		
Tardigrado				3,3 x 10 <sup>1</sup>	6,6 x 10 <sup>1</sup>	
<b>Total:</b>		3,3 x 10 <sup>1</sup>	3,3 x 10 <sup>1</sup>	6,6 x 10 <sup>1</sup>	6,6 x 10 <sup>1</sup>	
<b>TOTAL:</b>	<b>1,0 x 10<sup>3</sup></b>	<b>6,6 x 10<sup>2</sup></b>	<b>7,3 x 10<sup>2</sup></b>	<b>7,6 x 10<sup>2</sup></b>	<b>8,7 x 10<sup>2</sup></b>	<b>1,1 x 10<sup>3</sup></b>

**Análise Qualitativa:**Flocos dispersos, pequenos, irregulares, fracos com poucos organismos filamentosos (*Nocardia* sp).

Poucos pluricelulares.

Dominância de amebas tecadas e ciliados predadores de flocos.

**LEGENDA:**

SB1 - Seletor Biológico 1

SB2 - Seletor Biológico 2

TD1 - Tanque de Denitrificação 1

TD2 - Tanque de Denitrificação 2

T1 - Tanque de Aeração 1

T2 - Tanque de Aeração 2

**Método:** Contagem em Câmara de Sedgwick-Rafter reticulada (1 mL) em Microscópio Óptico, triocular invertido, aumento 400x.

**Monitoramento Biológico Quantitativo**

Amostragem: 8

Data da coleta: 26/01/00

Hora da coleta: 8:30 - 9:00

Hora da observação: 10:00 - 17:00

Unidade: N°. organismos.mL<sup>-1</sup>

Grupos / Espécies	SB1	SB2	TD1	TD2	T1	T2
<b>Ciliados predadores de flocos</b>						
<i>Chilodonella</i> sp						3,3 x 10 <sup>1</sup>
<i>Euplotes</i> sp						6,7 x 10 <sup>1</sup>
Total:	0	0	0	0	0	1,0 x 10 <sup>2</sup>
<b>Ciliados livre-natantes</b>						
<i>Trachelophyllum pusillum</i>	1,3 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>	6,7 x 10 <sup>1</sup>	6,7 x 10 <sup>1</sup>	1,7 x 10 <sup>2</sup>	1,3 x 10 <sup>2</sup>
<i>Chaetospira muelleri</i>	3,3 x 10 <sup>1</sup>	3,3 x 10 <sup>1</sup>			6,7 x 10 <sup>1</sup>	6,7 x 10 <sup>1</sup>
Total:	1,6 x 10 <sup>2</sup>	1,3 x 10 <sup>2</sup>	6,7 x 10 <sup>1</sup>	6,7 x 10 <sup>1</sup>	2,4 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>
<b>Ciliados fixos</b>						
<i>Vorticella</i> sp					3,3 x 10 <sup>1</sup>	1,3 x 10 <sup>2</sup>
Total:	0	0	0	0	3,3 x 10 <sup>1</sup>	1,3 x 10 <sup>2</sup>
<b>Amebas</b>						
<i>Arcella</i> sp	1,3 x 10 <sup>2</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>	2,3 x 10 <sup>2</sup>	1,7 x 10 <sup>2</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>	4,0 x 10 <sup>2</sup>
<i>Centropyxis</i> sp	1,0 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>	3,3 x 10 <sup>1</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>	6,7 x 10 <sup>1</sup>	3,3 x 10 <sup>1</sup>
<i>Euglypha</i> sp	3,0 x 10 <sup>2</sup>	1,3 x 10 <sup>2</sup>	3,3 x 10 <sup>2</sup>	2,7 x 10 <sup>2</sup>	2,7 x 10 <sup>2</sup>	3,0 x 10 <sup>2</sup>
<i>Quadrucella</i> sp		1,7 x 10 <sup>2</sup>	1,7 x 10 <sup>2</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>	1,7 x 10 <sup>2</sup>
Total:	5,3 x 10 <sup>2</sup>	6,0 x 10 <sup>2</sup>	7,7 x 10 <sup>2</sup>	7,3 x 10 <sup>2</sup>	6,3 x 10 <sup>2</sup>	9,0 x 10 <sup>2</sup>
<b>Flagelados</b>						
<i>Peranema</i> sp			3,3 x 10 <sup>1</sup>			
pequenos flag.		2,0 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>	1,3 x 10 <sup>2</sup>		
Total:	0	2,0 x 10 <sup>2</sup>	1,3 x 10 <sup>2</sup>	1,3 x 10 <sup>2</sup>	0	0
<b>Micrometazoário</b>						
<i>Aelossoma</i> sp	6,7 x 10 <sup>1</sup>			3,3 x 10 <sup>1</sup>	3,3 x 10 <sup>1</sup>	
Rotífero	1,0 x 10 <sup>2</sup>	3,3 x 10 <sup>1</sup>	3,3 x 10 <sup>1</sup>	6,7 x 10 <sup>1</sup>		
Tardigrado				1,0 x 10 <sup>2</sup>	3,3 x 10 <sup>1</sup>	
desconhecido	3,3 x 10 <sup>1</sup>		3,3 x 10 <sup>1</sup>			
Total:	1,7 x 10 <sup>2</sup>	3,3 x 10 <sup>1</sup>	6,6 x 10 <sup>1</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>	6,6 x 10 <sup>1</sup>	
<b>TOTAL:</b>	<b>9,0 x 10<sup>2</sup></b>	<b>9,7 x 10<sup>2</sup></b>	<b>1,0 x 10<sup>3</sup></b>	<b>1,1 x 10<sup>3</sup></b>	<b>9,7 x 10<sup>2</sup></b>	<b>1,3 x 10<sup>3</sup></b>

**Análise Qualitativa:**Flocos dispersos, pequenos, poucos organismos filamentosos (*Nocardia* sp).

Alta diversidade e densidade de pluricelulares. Presença de clorofíceas filamentosas no T2.

**LEGENDA:**

SB1 - Seletor Biológico 1

SB2 - Seletor Biológico 2

TD1 - Tanque de Denitrificação 1

TD2 - Tanque de Denitrificação 2

T1 - Tanque de Aeração 1

T2 - Tanque de Aeração 2

**Método:** Contagem em Câmara de Sedgwick-Rafter reticulada (1 mL) em Microscópio Óptico, triocular invertido, aumento 400x.

**Monitoramento Biológico Quantitativo**

Amostragem: 9

Data da coleta: 08/02/00

Hora da coleta: 8:30 - 9:00

Hora da observação: 10:00 - 17:00

Unidade: N<sup>o</sup>. organismos.mL<sup>-1</sup>

Grupos / Espécies	SB1	SB2	TD1	TD2	T1	T2
<b>Ciliados predadores de flocos</b>						
<i>Aspidisca</i> sp	1,3 x 10 <sup>2</sup>	3,3 x 10 <sup>1</sup>	6,7 x 10 <sup>1</sup>	6,7 x 10 <sup>1</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>
<i>Chilodonella</i> sp	1,3 x 10 <sup>2</sup>	2,7 x 10 <sup>2</sup>	2,3 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>
<i>Euplotes</i> sp	1,0 x 10 <sup>2</sup>					
Total:	3,6 x 10 <sup>2</sup>	3,0 x 10 <sup>2</sup>	3,0 x 10 <sup>2</sup>	1,7 x 10 <sup>2</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>
<b>Ciliados livre-natantes</b>						
<i>Trachelophyllum pusillum</i>	6,7 x 10 <sup>1</sup>	3,3 x 10 <sup>1</sup>	3,3 x 10 <sup>1</sup>	1,7 x 10 <sup>2</sup>	1,3 x 10 <sup>2</sup>	6,7 x 10 <sup>1</sup>
Total:	6,7 x 10 <sup>1</sup>	3,3 x 10 <sup>1</sup>	3,3 x 10 <sup>1</sup>	1,7 x 10 <sup>2</sup>	1,3 x 10 <sup>2</sup>	6,7 x 10 <sup>1</sup>
<b>Ciliados fixos</b>						
<i>Vorticella</i> sp	2,3 x 10 <sup>2</sup>	1,3 x 10 <sup>2</sup>	4,7 x 10 <sup>2</sup>	1,7 x 10 <sup>2</sup>	6,7 x 10 <sup>1</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>
Total:	2,3 x 10 <sup>2</sup>	1,3 x 10 <sup>2</sup>	4,7 x 10 <sup>2</sup>	1,7 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>
<b>Amebas</b>						
<i>Arcella</i> sp	2,3 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>	2,7 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>	6,7 x 10 <sup>1</sup>
<i>Centropyxis</i> sp	3,3 x 10 <sup>1</sup>	3,3 x 10 <sup>1</sup>		3,3 x 10 <sup>1</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>	3,3 x 10 <sup>1</sup>
<i>Euglypha</i> sp	2,0 x 10 <sup>2</sup>	1,7 x 10 <sup>2</sup>	3,7 x 10 <sup>2</sup>	2,3 x 10 <sup>2</sup>	2,7 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>
<i>Quadrucella</i> sp	3,3 x 10 <sup>2</sup>	2,7 x 10 <sup>2</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>	2,7 x 10 <sup>2</sup>	1,3 x 10 <sup>2</sup>	
Total:	8,0 x 10 <sup>2</sup>	5,7 x 10 <sup>2</sup>	6,7 x 10 <sup>2</sup>	8,0 x 10 <sup>2</sup>	5,0 x 10 <sup>2</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>
<b>Flagelados</b>						
<i>Peranema</i> sp		3,3 x 10 <sup>1</sup>			3,3 x 10 <sup>1</sup>	6,7 x 10 <sup>1</sup>
Total:		3,3 x 10 <sup>1</sup>			3,3 x 10 <sup>1</sup>	6,7 x 10 <sup>1</sup>
<b>Micrometazoário</b>						
Rotífero	6,7 x 10 <sup>1</sup>	3,3 x 10 <sup>1</sup>		3,3 x 10 <sup>1</sup>		
Tardigrado					3,3 x 10 <sup>1</sup>	
Total:	6,7 x 10 <sup>1</sup>	3,3 x 10 <sup>1</sup>		3,3 x 10 <sup>1</sup>	3,3 x 10 <sup>1</sup>	
<b>TOTAL:</b>	<b>1,5 x 10<sup>3</sup></b>	<b>1,1 x 10<sup>3</sup></b>	<b>1,5 x 10<sup>3</sup></b>	<b>1,3 x 10<sup>3</sup></b>	<b>9,7 x 10<sup>2</sup></b>	<b>9,3 x 10<sup>2</sup></b>

**Análise Qualitativa:**Flocos dispersos, pequenos, poucos organismos filamentosos (*Nocardia* sp).

Poucos pluricelulares.

**LEGENDA:**

SB1 - Seletor Biológico 1

SB2 - Seletor Biológico 2

TD1 - Tanque de Denitrificação 1

TD2 - Tanque de Denitrificação 2

T1 - Tanque de Aeração 1

T2 - Tanque de Aeração 2

**Método:** Contagem em Câmara de Sedgwick-Rafter reticulada (1 mL) em Microscópio Óptico, triocular invertido, aumento 400x.

**Monitoramento Biológico Quantitativo**

Amostragem: 10

Data da coleta: 29/02/00

Hora da coleta: 8:30 - 9:00

Hora da observação: 10:00 - 17:00

Unidade: N<sup>o</sup>. organismos.mL<sup>-1</sup>

Grupos / Espécies	SB1	SB2	TD1	TD2	T1	T2
<b>Ciliados predadores de flocos</b>						
<i>Aspidisca</i> sp		6,7 x 10 <sup>1</sup>	3,3 x 10 <sup>1</sup>	1,3 x 10 <sup>2</sup>		1,0 x 10 <sup>2</sup>
<i>Chilodonella</i> sp				6,7 x 10 <sup>1</sup>		
Total:		6,7 x 10 <sup>1</sup>	3,3 x 10 <sup>1</sup>	3,0 x 10 <sup>2</sup>		1,0 x 10 <sup>2</sup>
<b>Ciliados livre-natantes</b>						
<i>Trachelophylum pusillum</i>		6,7 x 10 <sup>1</sup>	1,3 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>		
<i>Tetrahymena</i> sp	3,3 x 10 <sup>1</sup>				3,3 x 10 <sup>1</sup>	3,3 x 10 <sup>1</sup>
Total:	3,3 x 10 <sup>1</sup>	6,7 x 10 <sup>1</sup>	1,3 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>	3,3 x 10 <sup>1</sup>	3,3 x 10 <sup>1</sup>
<b>Ciliados fixos</b>						
<i>Acineta</i> sp				3,3 x 10 <sup>1</sup>		
<i>Vorticella</i> sp	3,3 x 10 <sup>1</sup>				6,7 x 10 <sup>1</sup>	
Total:	3,3 x 10 <sup>1</sup>			3,3 x 10 <sup>1</sup>	6,7 x 10 <sup>1</sup>	
<b>Amebas</b>						
<i>Arcella</i> sp	1,7 x 10 <sup>2</sup>	6,7 x 10 <sup>1</sup>	2,7 x 10 <sup>2</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>	1,7 x 10 <sup>2</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>
<i>Centropyxis</i> sp	1,3 x 10 <sup>2</sup>	2,3 x 10 <sup>2</sup>	6,7 x 10 <sup>1</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>	6,7 x 10 <sup>1</sup>	3,3 x 10 <sup>1</sup>
<i>Euglypha</i> sp	5,0 x 10 <sup>2</sup>	2,7 x 10 <sup>2</sup>	6,7 x 10 <sup>1</sup>	3,7 x 10 <sup>2</sup>	3,7 x 10 <sup>2</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>
<i>Quadrucella</i> sp	1,3 x 10 <sup>2</sup>	3,0 x 10 <sup>2</sup>	1,3 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>	1,3 x 10 <sup>2</sup>	1,7 x 10 <sup>2</sup>
Total:	9,3 x 10 <sup>2</sup>	8,7 x 10 <sup>2</sup>	5,3 x 10 <sup>2</sup>	7,7 x 10 <sup>2</sup>	7,3 x 10 <sup>2</sup>	6,0 x 10 <sup>2</sup>
<b>Flagelados</b>						
<i>Peranema</i> sp	6,7 x 10 <sup>1</sup>		3,3 x 10 <sup>1</sup>			
pequenos zooflag.			1,3 x 10 <sup>2</sup>			
Total:	6,7 x 10 <sup>1</sup>		1,7 x 10 <sup>2</sup>			
<b>Micrometazoário</b>						
Rotífero	1,3 x 10 <sup>2</sup>	2,7 x 10 <sup>2</sup>	6,7 x 10 <sup>1</sup>		1,0 x 10 <sup>2</sup>	1,3 x 10 <sup>2</sup>
Tardigrado	3,3 x 10 <sup>1</sup>		3,3 x 10 <sup>1</sup>			
Total:	1,7 x 10 <sup>2</sup>	2,7 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>		1,0 x 10 <sup>2</sup>	1,3 x 10 <sup>2</sup>
<b>TOTAL:</b>	<b>1,2 x 10<sup>3</sup></b>	<b>1,3 x 10<sup>3</sup></b>	<b>9,7 x 10<sup>2</sup></b>	<b>1,1 x 10<sup>3</sup></b>	<b>9,3 x 10<sup>2</sup></b>	<b>8,7 x 10<sup>2</sup></b>

**Análise Qualitativa:**Flocos dispersos, pequenos, poucos organismos filamentosos (*Nocardia* sp).

Muitos espiralados, presença de pluricelulares.

**LEGENDA:**

SB1 - Seletor Biológico 1

SB2 - Seletor Biológico 2

TD1 - Tanque de Denitrificação 1

TD2 - Tanque de Denitrificação 2

T1 - Tanque de Aeração 1

T2 - Tanque de Aeração 2

**Método:** Contagem em Câmara de Sedgwick-Rafter reticulada (1 mL) em Microscópio Óptico, triocular invertido, aumento 400x.

**Monitoramento Biológico Quantitativo****Amostragem: 11****Data da coleta: 14/03/00**Unidade: N<sup>o</sup>. organismos.mL<sup>-1</sup>**Hora da coleta: 8:30 - 9:00****Hora da observação: 10:00 - 14:00**

Grupos/ Espécies	SB1	SB2	TD1	TD2	T1	T2
<b>Ciliados predadores de flocos</b>						
<i>Aspidisca</i> sp	1,3 x 10 <sup>2</sup>	2,7 x 10 <sup>2</sup>	3,3 x 10 <sup>2</sup>	1,3 x 10 <sup>2</sup>	6,7 x 10 <sup>1</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>
<i>Chilodonella</i> sp	3,3 x 10 <sup>1</sup>		1,0 x 10 <sup>2</sup>	1,7 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>	3,3 x 10 <sup>1</sup>
<i>Euplotes</i> sp	3,3 x 10 <sup>1</sup>					
<b>Total:</b>	<b>1,9 x 10<sup>2</sup></b>	<b>2,7 x 10<sup>2</sup></b>	<b>4,3 x 10<sup>2</sup></b>	<b>3,0 x 10<sup>2</sup></b>	<b>1,7 x 10<sup>2</sup></b>	<b>1,3 x 10<sup>2</sup></b>
<b>Ciliados livre-natantes</b>						
<i>Trachelophyllum pusillum</i>	3,7 x 10 <sup>2</sup>	1,7 x 10 <sup>2</sup>	2,7 x 10 <sup>2</sup>	2,7 x 10 <sup>2</sup>	2,7 x 10 <sup>2</sup>	1,3 x 10 <sup>2</sup>
<i>Tetrahymena</i> sp	3,3 x 10 <sup>1</sup>	3,3 x 10 <sup>1</sup>	1,3 x 10 <sup>2</sup>	3,3 x 10 <sup>1</sup>	3,3 x 10 <sup>1</sup>	3,3 x 10 <sup>1</sup>
<b>Total:</b>	<b>4,0 x 10<sup>2</sup></b>	<b>2,0 x 10<sup>2</sup></b>	<b>4,0 x 10<sup>2</sup></b>	<b>3,0 x 10<sup>2</sup></b>	<b>3,0 x 10<sup>2</sup></b>	<b>1,6 x 10<sup>2</sup></b>
<b>Ciliados fixos</b>						
<i>Acineta</i> sp	6,7 x 10 <sup>1</sup>					
<i>Tokophrya</i> sp	3,3 x 10 <sup>1</sup>				3,3 x 10 <sup>1</sup>	
<b>Total:</b>	<b>1,0 x 10<sup>2</sup></b>				<b>3,3 x 10<sup>1</sup></b>	
<b>Amebas</b>						
<i>Arcella</i> sp	2,3 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>	1,3 x 10 <sup>2</sup>	2,3 x 10 <sup>2</sup>	3,3 x 10 <sup>1</sup>	1,3 x 10 <sup>2</sup>
<i>Centropyxis</i> sp		3,3 x 10 <sup>1</sup>		1,3 x 10 <sup>2</sup>		
<i>Euglypha</i> sp	1,0 x 10 <sup>2</sup>	1,7 x 10 <sup>2</sup>	2,3 x 10 <sup>2</sup>	300	6,7 x 10 <sup>1</sup>	1,7 x 10 <sup>2</sup>
<b>Total:</b>	<b>3,3 x 10<sup>2</sup></b>	<b>3,0 x 10<sup>2</sup></b>	<b>3,7 x 10<sup>2</sup></b>	<b>6,7 x 10<sup>2</sup></b>	<b>1,0 x 10<sup>2</sup></b>	<b>3,0 x 10<sup>2</sup></b>
<b>TOTAL:</b>	<b>1,1 x 10<sup>3</sup></b>	<b>7,7 x 10<sup>2</sup></b>	<b>1,2 x 10<sup>3</sup></b>	<b>1,3 x 10<sup>3</sup></b>	<b>6,0 x 10<sup>2</sup></b>	<b>6,0 x 10<sup>2</sup></b>

**Análise Qualitativa:**

Flocos dispersos, pequenos, poucos organismos filamentosos.

Muitos espiralados, ausência de pluricelulares.

Muitos rotíferos mortos

**LEGENDA:**

SB1 - Seletor Biológico 1

SB2 - Seletor Biológico 2

TD1 - Tanque de Denitrificação 1

TD2 - Tanque de Denitrificação 2

T1 - Tanque de Aeração 1

T2 - Tanque de Aeração 2

**Método:** Contagem em Câmara de Sedgwick-Rafter reticulada (1 mL) em Microscópio Óptico, triocular invertido, aumento 400x.

**Monitoramento Biológico Quantitativo**

Amostragem: 12

Data da coleta: 21/03/00

Unidade: N<sup>o</sup>. organismos.mL<sup>-1</sup>

Hora da coleta: 8:30 - 9:00

Hora da observação: 10:00 - 16:00

Grupos / Espécies	SB1	SB2	TD1	TD2	T1	T2
<b>Ciliados predadores de flocos</b>						
<i>Aspidisca</i> sp	1,7 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>	3,3 x 10 <sup>1</sup>		1,3 x 10 <sup>2</sup>
<i>Euplotes</i> sp						
<b>Total:</b>	<b>1,7 x 10<sup>2</sup></b>	<b>1,0 x 10<sup>2</sup></b>	<b>1,0 x 10<sup>2</sup></b>	<b>3,3 x 10<sup>1</sup></b>		<b>1,3 x 10<sup>2</sup></b>
<b>Ciliados livre-natantes</b>						
<i>Trachelophylum pusillum</i>	2,3 x 10 <sup>2</sup>	3,0 x 10 <sup>2</sup>	1,7 x 10 <sup>2</sup>	2,3 x 10 <sup>2</sup>	6,7 x 10 <sup>1</sup>	1,3 x 10 <sup>2</sup>
<i>Blepharisma</i> sp			3,3 x 10 <sup>1</sup>			
<b>Total:</b>	<b>2,3 x 10<sup>2</sup></b>	<b>3,0 x 10<sup>2</sup></b>	<b>2,0 x 10<sup>2</sup></b>	<b>2,3 x 10<sup>2</sup></b>	<b>6,7 x 10<sup>1</sup></b>	<b>1,3 x 10<sup>2</sup></b>
<b>Ciliados fixos</b>						
<i>Epistylis</i> sp			7,7 x 10 <sup>2</sup>			
<i>Vorticella</i> sp			6,7 x 10 <sup>1</sup>			
<b>Total:</b>			<b>8,3 x 10<sup>2</sup></b>			
<b>Amebas</b>						
<i>Arcella</i> sp	6,7 x 10 <sup>1</sup>	2,3 x 10 <sup>2</sup>	6,7 x 10 <sup>1</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>	3,3 x 10 <sup>1</sup>
<i>Centropyxis</i> sp	1,0 x 10 <sup>2</sup>	6,7 x 10 <sup>1</sup>	3,3 x 10 <sup>1</sup>	1,3 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>	1,3 x 10 <sup>2</sup>
<i>Euglypha</i> sp	2,0 x 10 <sup>2</sup>	4,7 x 10 <sup>2</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>	4,0 x 10 <sup>2</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>	4,7 x 10 <sup>2</sup>
<b>Total:</b>	<b>3,7 x 10<sup>2</sup></b>	<b>7,7 x 10<sup>2</sup></b>	<b>3,0 x 10<sup>2</sup></b>	<b>7,3 x 10<sup>2</sup></b>	<b>4,0 x 10<sup>2</sup></b>	<b>6,3 x 10<sup>2</sup></b>
<b>TOTAL:</b>	<b>7,7 x 10<sup>2</sup></b>	<b>1,2 x 10<sup>3</sup></b>	<b>1,4 x 10<sup>3</sup></b>	<b>9,9 x 10<sup>2</sup></b>	<b>4,7 x 10<sup>2</sup></b>	<b>8,9 x 10<sup>2</sup></b>

**Análise Qualitativa:**

Flocos dispersos, pequenos, poucos organismos filamentosos, presença de grânulos azuis,

Muitos espiralados, ausência de pluricelulares.

Grânulos azuis presentes principalmente no SB1 e T1

Alta concentração de cloretos

**LEGENDA:**

SB1 - Seletor Biológico 1

SB2 - Seletor Biológico 2

TD1 - Tanque de Denitrificação 1

TD2 - Tanque de Denitrificação 2

T1 - Tanque de Aeração 1

T2 - Tanque de Aeração 2

**Método:** Contagem em Câmara de Sedgwick-Rafter reticulada (1 mL) em Microscópio Óptico, triocular invertido, aumento 400x.

**Monitoramento Biológico Quantitativo**

Amostragem: 13

Data da coleta: 05/04/00

Hora da coleta: 8:30 - 9:00

Hora da observação: 10:00 - 16:00

Unidade: N<sup>o</sup>. organismos.mL<sup>-1</sup>

Caracterização	SB1	SB2	TD1	TD2	T1	T2
<b>Ciliados predadores de flocos</b>						
<i>Aspidisca</i> sp			3,3 x 10 <sup>1</sup>		1,7 x 10 <sup>2</sup>	
<i>Euplotes</i> sp			3,3 x 10 <sup>1</sup>			
<i>Chilodonella</i> sp	1,3 x 10 <sup>2</sup>	1,3 x 10 <sup>2</sup>	6,7 x 10 <sup>1</sup>	6,7 x 10 <sup>1</sup>	6,7 x 10 <sup>1</sup>	1,3 x 10 <sup>2</sup>
<b>Total:</b>	<b>1,3 x 10<sup>2</sup></b>	<b>1,3 x 10<sup>2</sup></b>	<b>1,3 x 10<sup>2</sup></b>	<b>6,7 x 10<sup>1</sup></b>	<b>2,3 x 10<sup>2</sup></b>	<b>1,3 x 10<sup>2</sup></b>
<b>Ciliados livre-natantes</b>						
<i>Trachelophylum</i> sp				3,3 x 10 <sup>1</sup>		
<i>Blepharisma</i> sp	6,7 x 10 <sup>1</sup>	6,7 x 10 <sup>1</sup>	3,3 x 10 <sup>1</sup>	3,3 x 10 <sup>1</sup>		3,3 x 10 <sup>1</sup>
<b>Total:</b>	<b>6,7 x 10<sup>1</sup></b>	<b>6,7 x 10<sup>1</sup></b>	<b>3,3 x 10<sup>1</sup></b>	<b>6,6 x 10<sup>1</sup></b>		<b>3,3 x 10<sup>1</sup></b>
<b>Ciliados fixos</b>						
<i>Tokophrya</i> sp	6,7 x 10 <sup>1</sup>			3,3 x 10 <sup>1</sup>	3,3 x 10 <sup>1</sup>	
<i>Podophrya</i> sp		3,3 x 10 <sup>1</sup>				
<b>Total:</b>	<b>6,7 x 10<sup>1</sup></b>	<b>3,3 x 10<sup>1</sup></b>		<b>3,3 x 10<sup>1</sup></b>	<b>3,3 x 10<sup>1</sup></b>	
<b>Amebas</b>						
<i>Arcella</i> sp		1,0 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>	3,3 x 10 <sup>1</sup>	1,3 x 10 <sup>2</sup>	1,7 x 10 <sup>2</sup>
<i>Centropyxis</i> sp		3,3 x 10 <sup>1</sup>				
<i>Euglypha</i> sp	3,7 x 10 <sup>2</sup>	6,7 x 10 <sup>1</sup>	6,7 x 10 <sup>1</sup>	1,7 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>	1,3 x 10 <sup>2</sup>
<b>Total:</b>	<b>3,7 x 10<sup>2</sup></b>	<b>2,0 x 10<sup>2</sup></b>	<b>1,7 x 10<sup>2</sup></b>	<b>2,0 x 10<sup>2</sup></b>	<b>2,3 x 10<sup>2</sup></b>	<b>3,0 x 10<sup>2</sup></b>
<b>Micrometazoários</b>						
Rotíferos		6,7 x 10 <sup>1</sup>		3,3 x 10 <sup>1</sup>		
Tardígrado					3,3 x 10 <sup>1</sup>	6,7 x 10 <sup>1</sup>
<b>Total:</b>		<b>6,7 x 10<sup>1</sup></b>		<b>3,3 x 10<sup>1</sup></b>	<b>3,3 x 10<sup>1</sup></b>	<b>6,7 x 10<sup>1</sup></b>
<b>TOTAL:</b>	<b>6,7 x 10<sup>2</sup></b>	<b>5,0 x 10<sup>2</sup></b>	<b>3,3 x 10<sup>2</sup></b>	<b>4,0 x 10<sup>2</sup></b>	<b>5,3 x 10<sup>2</sup></b>	<b>5,3 x 10<sup>2</sup></b>

**Análise Qualitativa:**

Flocos dispersos, pequenos, poucos organismos filamentosos, presença de grânulos azuis, *Arcella* sp rompidas, muitos espiralados, poucos pluricelulares.

**LEGENDA:**

SB1 - Seletor Biológico 1

SB2 - Seletor Biológico 2

TD1 - Tanque de Denitrificação 1

TD2 - Tanque de Denitrificação 2

T1 - Tanque de Aeração 1

T2 - Tanque de Aeração 2

**Método:** Contagem em Câmara de Sedgwick-Rafter reticulada (1 mL) em Microscópio Óptico, triocular invertido, aumento 400x.

**Monitoramento Biológico Quantitativo**

Amostragem: 14

Data da coleta: 25/04/00

Hora da coleta: 8:30 - 9:00

Hora da observação: 10:00 - 16:00

Unidade: N<sup>o</sup>. organismos.mL<sup>-1</sup>

Caracterização	SB1	SB2	TD1	TD2	T1	T2
<b>Ciliados predadores de flocos</b>						
<i>Aspidisca</i> sp	7,3 x 10 <sup>2</sup>	7,0 x 10 <sup>2</sup>	5,3 x 10 <sup>2</sup>	4,3 x 10 <sup>2</sup>	1,3 x 10 <sup>2</sup>	2,7 x 10 <sup>2</sup>
<b>Total:</b>	<b>7,3 x 10<sup>2</sup></b>	<b>7,0 x 10<sup>2</sup></b>	<b>5,3 x 10<sup>2</sup></b>	<b>4,3 x 10<sup>2</sup></b>	<b>1,3 x 10<sup>2</sup></b>	<b>2,7 x 10<sup>2</sup></b>
<b>Ciliados livre-natantes</b>						
<i>Trachelophylum</i> sp	1,0 x 10 <sup>2</sup>					
desconhecido	3,0 x 10 <sup>2</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>	3,3 x 10 <sup>1</sup>	3,3 x 10 <sup>1</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>
<b>Total:</b>	<b>4,0 x 10<sup>2</sup></b>	<b>2,0 x 10<sup>2</sup></b>	<b>1,0 x 10<sup>2</sup></b>	<b>3,3 x 10<sup>1</sup></b>	<b>3,3 x 10<sup>1</sup></b>	<b>1,0 x 10<sup>2</sup></b>
<b>Ciliados fixos</b>						
<i>Vaginicola</i> sp	3,7 x 10 <sup>2</sup>	4,0 x 10 <sup>2</sup>	6,3 x 10 <sup>2</sup>	6,3 x 10 <sup>2</sup>	1,4 x 10 <sup>3</sup>	2,7 x 10 <sup>2</sup>
<b>Total:</b>	<b>3,7 x 10<sup>2</sup></b>	<b>4,0 x 10<sup>2</sup></b>	<b>6,3 x 10<sup>2</sup></b>	<b>6,3 x 10<sup>2</sup></b>	<b>1,4 x 10<sup>3</sup></b>	<b>2,7 x 10<sup>2</sup></b>
<b>Zooflagelados</b>	<b>8,3 x 10<sup>2</sup></b>	<b>1,2 x 10<sup>3</sup></b>	<b>2,3 x 10<sup>3</sup></b>	<b>1,2 x 10<sup>3</sup></b>	<b>8,7 x 10<sup>2</sup></b>	<b>8,7 x 10<sup>2</sup></b>
<b>Amebas</b>						
<i>Arcella</i> sp	3,7 x 10 <sup>2</sup>	1,7 x 10 <sup>2</sup>				
<i>Centropyxis</i> sp		6,7 x 10 <sup>1</sup>			1,0 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>
<i>Euglypha</i> sp	1,3 x 10 <sup>2</sup>	3,0 x 10 <sup>2</sup>	2,7 x 10 <sup>2</sup>			
<b>Total:</b>	<b>5,0 x 10<sup>2</sup></b>	<b>5,4 x 10<sup>2</sup></b>	<b>4,4 x 10<sup>2</sup></b>	<b>4,4 x 10<sup>2</sup></b>	<b>5,4 x 10<sup>2</sup></b>	<b>5,4 x 10<sup>2</sup></b>
<b>Micrometazoários</b>						
<i>Aelossoma</i> sp	6,7 x 10 <sup>1</sup>		1,0 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>		
Tardigrado	3,3 x 10 <sup>1</sup>					
<b>Total:</b>	<b>1,0 x 10<sup>2</sup></b>		<b>1,0 x 10<sup>2</sup></b>	<b>1,0 x 10<sup>2</sup></b>		
<b>TOTAL:</b>	<b>2,9 x 10<sup>3</sup></b>	<b>3,0 x 10<sup>3</sup></b>	<b>2,0 x 10<sup>3</sup></b>	<b>2,8 x 10<sup>3</sup></b>	<b>3,0 x 10<sup>3</sup></b>	<b>2,0 x 10<sup>3</sup></b>

**Análise Qualitativa:**

Flocos dispersos, pequenos, poucos organismos filamentosos, presença de grânulos azuis, algumas *Arcella* sp rompidas, muitos espiralados, poucos pluricelulares.

(Lodo velho com alto valor de IVL)

**LEGENDA:**

SB1 - Seletor Biológico 1

SB2 - Seletor Biológico 2

TD1 - Tanque de Denitrificação 1

TD2 - Tanque de Denitrificação 2

T1 - Tanque de Aeração 1

T2 - Tanque de Aeração 2

**Método:** Contagem em Câmara de Sedgwick-Rafter reticulada (1 mL) em Microscópio Óptico, triocular invertido, aumento 400x.

**Monitoramento Biológico Quantitativo**

Amostragem: 15

Data da coleta: 09/05/2000

Hora da coleta: 8:30 - 9:00

Hora da observação: 9:30 - 15:00

Unidade: N<sup>o</sup>. organismos.mL<sup>-1</sup>

Caracterização	SB1	SB2	TD1	TD2	T1	T2
<b>Ciliados predadores de flocos</b>						
<i>Aspidisca</i> sp	$2,3 \times 10^2$	$3,3 \times 10^2$	$4,0 \times 10^2$	$2,3 \times 10^2$	$6,3 \times 10^2$	$2,3 \times 10^2$
<i>Euplotes</i> sp	$3,3 \times 10^1$	$6,7 \times 10^1$	$6,7 \times 10^1$	$6,7 \times 10^1$	$3,3 \times 10^1$	
<b>Total:</b>	$2,7 \times 10^2$	$4,0 \times 10^2$	$4,7 \times 10^2$	$3,0 \times 10^2$	$6,6 \times 10^2$	$2,3 \times 10^2$
<b>Ciliados livre-natantes</b>						
<i>Trachelophyllum</i> sp				$1,0 \times 10^2$	$3,3 \times 10^1$	$3,3 \times 10^1$
desconhecido	$6,7 \times 10^1$	$6,7 \times 10^1$		$3,3 \times 10^1$	$3,3 \times 10^1$	$1,0 \times 10^2$
<b>Total:</b>	$6,7 \times 10^1$	$6,7 \times 10^1$		$1,3 \times 10^2$	$6,6 \times 10^1$	$1,3 \times 10^2$
<b>Ciliados fixos</b>						
<i>Vorticella</i> sp						$3,3 \times 10^1$
<i>Vaginicola</i> sp	$8,7 \times 10^2$	$4,0 \times 10^2$	$8,0 \times 10^2$	$7,7 \times 10^2$	$5,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^2$
<b>Total:</b>	$8,7 \times 10^2$	$4,0 \times 10^2$	$8,0 \times 10^2$	$7,7 \times 10^2$	$5,0 \times 10^2$	$3,3 \times 10^2$
<b>Zooflagelados</b>						
	$1,3 \times 10^3$	$1,2 \times 10^3$	$1,3 \times 10^3$	$1,4 \times 10^3$	$6,7 \times 10^2$	$8,7 \times 10^2$
<b>Amebas</b>						
<i>Arcella</i> sp	$2,7 \times 10^2$	$1,3 \times 10^2$	$2,0 \times 10^2$	$1,7 \times 10^2$	$1,7 \times 10^2$	$2,0 \times 10^2$
<i>Euglypha</i> sp	$6,7 \times 10^1$	$1,3 \times 10^2$	$6,7 \times 10^1$	$2,0 \times 10^2$		$1,7 \times 10^2$
<b>Total:</b>	$3,4 \times 10^2$	$2,6 \times 10^2$	$2,7 \times 10^2$	$3,7 \times 10^2$	$1,7 \times 10^2$	$3,7 \times 10^2$
<b>Micrometazoários</b>						
Rotífero				$3,3 \times 10^1$		
<i>Aelossoma</i> sp	$1,0 \times 10^2$	$3,3 \times 10^1$	$3,3 \times 10^1$		$1,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^2$
Tardígrado				$3,3 \times 10^1$		
<b>Total:</b>	$1,0 \times 10^2$	$3,3 \times 10^1$	$3,3 \times 10^1$	$6,6 \times 10^1$	$1,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^2$
<b>TOTAL:</b>	$2,0 \times 10^3$	$2,4 \times 10^3$	$2,9 \times 10^3$	$3,0 \times 10^3$	$2,2 \times 10^3$	$2,0 \times 10^3$

**Análise Qualitativa:**

Flocos dispersos, pequenos, poucos organismos filamentosos, presença de fungos, muitos espiralados, alguns pluricelulares presentes.

(Lodo velho com alto valor de IVL)

**LEGENDA:**

SB1 - Seletor Biológico 1

SB2 - Seletor Biológico 2

TD1 - Tanque de Denitrificação 1

TD2 - Tanque de Denitrificação 2

T1 - Tanque de Aeração 1

T2 - Tanque de Aeração 2

**Método:** Contagem em Câmara de Sedgwick-Rafter reticulada (1 mL) em Microscópio Óptico, triocular invertido, aumento 400x.

**Monitoramento Biológico Quantitativo**

Amostragem: 16

Data da coleta: 06/06/2000

Hora da coleta: 8:30 - 9:00

Hora da observação: 9:30 - 15:00

Unidade: N<sup>o</sup>. organismos.mL<sup>-1</sup>

Caracterização	SB1	SB2	TD1	TD2	T1	T2
<b>Ciliados predadores de flocos</b>						
<i>Aspidisca</i> sp	3,5 x 10 <sup>2</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>		1,0 x 10 <sup>2</sup>	1,5 x 10 <sup>2</sup>	1,5 x 10 <sup>2</sup>
<b>Total:</b>	<b>3,5 x 10<sup>2</sup></b>	<b>2,0 x 10<sup>2</sup></b>		<b>1,0 x 10<sup>2</sup></b>	<b>1,5 x 10<sup>2</sup></b>	<b>1,5 x 10<sup>2</sup></b>
<b>Ciliados livre-natantes</b>						
<i>Trachelophylum</i> sp	1,5 x 10 <sup>2</sup>	5,0 x 10 <sup>1</sup>		1,5 x 10 <sup>2</sup>		
<b>Total:</b>	<b>1,5 x 10<sup>2</sup></b>	<b>5,0 x 10<sup>1</sup></b>		<b>1,5 x 10<sup>2</sup></b>		
<b>Ciliados fixos</b>						
<i>Vaginicola</i> sp	2,0 x 10 <sup>2</sup>	3,0 x 10 <sup>2</sup>	8,0 x 10 <sup>2</sup>	3,5 x 10 <sup>2</sup>	6,5 x 10 <sup>2</sup>	3,0 x 10 <sup>2</sup>
<b>Total:</b>	<b>2,0 x 10<sup>2</sup></b>	<b>3,0 x 10<sup>2</sup></b>	<b>8,0 x 10<sup>2</sup></b>	<b>3,5 x 10<sup>2</sup></b>	<b>6,5 x 10<sup>2</sup></b>	<b>3,0 x 10<sup>2</sup></b>
<b>Zooflagelados</b>	<b>3,0 x 10<sup>2</sup></b>	<b>4,0 x 10<sup>2</sup></b>	<b>4,5 x 10<sup>2</sup></b>	<b>4,0 x 10<sup>2</sup></b>	<b>1,1 x 10<sup>3</sup></b>	<b>1,3 x 10<sup>3</sup></b>
<b>Amebas</b>						
<i>Arcella</i> sp	2,7 x 10 <sup>2</sup>		2,0 x 10 <sup>2</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>	5,0 x 10 <sup>1</sup>	1,5 x 10 <sup>2</sup>
<i>Euglypha</i> sp	1,5 x 10 <sup>2</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>	1,5 x 10 <sup>2</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>
<b>Total:</b>	<b>4,2 x 10<sup>2</sup></b>	<b>2,0 x 10<sup>2</sup></b>	<b>3,0 x 10<sup>2</sup></b>	<b>3,0 x 10<sup>2</sup></b>	<b>5,5 x 10<sup>2</sup></b>	<b>3,5 x 10<sup>2</sup></b>
<b>Micrometazoários</b>						
Rotífero	5,0 x 10 <sup>1</sup>	5,0 x 10 <sup>1</sup>				
Nematóide				5,0 x 10 <sup>1</sup>		
Tardígrado				5,0 x 10 <sup>1</sup>	5,0 x 10 <sup>1</sup>	
<b>Total:</b>	<b>5,0 x 10<sup>1</sup></b>	<b>5,0 x 10<sup>1</sup></b>		<b>1,0 x 10<sup>2</sup></b>	<b>5,0 x 10<sup>1</sup></b>	
<b>TOTAL:</b>	<b>1,5 x 10<sup>3</sup></b>	<b>1,2 x 10<sup>3</sup></b>	<b>1,5 x 10<sup>3</sup></b>	<b>1,4 x 10<sup>3</sup></b>	<b>2,0 x 10<sup>3</sup></b>	<b>2,1 x 10<sup>3</sup></b>

**Análise Qualitativa:**

Flocos dispersos, pequenos, poucos organismos filamentosos, presença de fungos, muitos espiralados, alguns pluricelulares presentes.

(Lodo velho com alto valor de IVL)

**LEGENDA:**

SB1 - Seletor Biológico 1

SB2 - Seletor Biológico 2

TD1 - Tanque de Denitrificação 1

TD2 - Tanque de Denitrificação 2

T1 - Tanque de Aeração 1

T2 - Tanque de Aeração 2

**Método:** Contagem em Câmara de Sedgwick-Rafter reticulada (1 mL) em Microscópio Óptico, triocular invertido, aumento 400x e diluição de 10X.

**Monitoramento Biológico Quantitativo**

Amostragem: 17

Data da coleta: 20/06/2000

Hora da coleta: 8:30 - 9:00

Hora da observação: 13:30 - 17:00

Unidade: N°. organismos.mL<sup>-1</sup>

Caracterização	SB1	SB2	TD1	TD2	T1	T2
<b>Ciliados predadores de flocos</b>						
<i>Aspidisca</i> sp	9,7 x 10 <sup>2</sup>	7,3 x 10 <sup>2</sup>	5,7 x 10 <sup>2</sup>	1,1 x 10 <sup>3</sup>	1,1 x 10 <sup>3</sup>	9,5 x 10 <sup>2</sup>
<b>Total:</b>	<b>9,7 x 10<sup>2</sup></b>	<b>7,3 x 10<sup>2</sup></b>	<b>5,7 x 10<sup>2</sup></b>	<b>1,1 x 10<sup>3</sup></b>	<b>1,1 x 10<sup>3</sup></b>	<b>9,5 x 10<sup>2</sup></b>
<b>Ciliados livre-natantes</b>						
<i>Chaetospira muelleri</i>	1,0 x 10 <sup>2</sup>					
<i>Trachelophylum</i> sp						5,0 x 10 <sup>1</sup>
<b>Total:</b>	<b>1,0 x 10<sup>2</sup></b>					<b>5,0 x 10<sup>1</sup></b>
<b>Ciliados fixos</b>						
<i>Podophrya</i> sp			3,3 x 10 <sup>1</sup>			
<i>Vaginicola</i> sp	2,0 x 10 <sup>2</sup>	3,3 x 10 <sup>2</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>	1,5 x 10 <sup>2</sup>	5,0 x 10 <sup>2</sup>
<b>Total:</b>	<b>2,0 x 10<sup>2</sup></b>	<b>3,3 x 10<sup>2</sup></b>	<b>2,3 x 10<sup>2</sup></b>	<b>2,0 x 10<sup>2</sup></b>	<b>1,5 x 10<sup>2</sup></b>	<b>5,0 x 10<sup>2</sup></b>
<b>Zooflagelados</b>						
	9,7 x 10 <sup>2</sup>	1,3 x 10 <sup>3</sup>	1,6 x 10 <sup>3</sup>	1,4 x 10 <sup>3</sup>	1,4 x 10 <sup>3</sup>	1,3 x 10 <sup>3</sup>
<b>Amebas</b>						
<i>Arcella</i> sp	2,3 x 10 <sup>2</sup>	2,3 x 10 <sup>2</sup>	2,3 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>	2,5 x 10 <sup>2</sup>
<i>Euglypha</i> sp	2,0 x 10 <sup>2</sup>	3,3 x 10 <sup>2</sup>	3,3 x 10 <sup>2</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>	1,5 x 10 <sup>2</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>
<b>Total:</b>	<b>4,3 x 10<sup>2</sup></b>	<b>5,6 x 10<sup>2</sup></b>	<b>5,6 x 10<sup>2</sup></b>	<b>3,0 x 10<sup>2</sup></b>	<b>3,5 x 10<sup>2</sup></b>	<b>4,5 x 10<sup>2</sup></b>
<b>Micrometazoários</b>						
Rotífero			3,3 x 10 <sup>1</sup>		2,0 x 10 <sup>2</sup>	
Tardígrado	3,3 x 10 <sup>1</sup>	3,3 x 10 <sup>1</sup>				
<b>Total:</b>	<b>3,3 x 10<sup>1</sup></b>	<b>3,3 x 10<sup>1</sup></b>	<b>3,3 x 10<sup>1</sup></b>		<b>2,0 x 10<sup>2</sup></b>	
<b>TOTAL:</b>	<b>2,5 x 10<sup>3</sup></b>	<b>2,9 x 10<sup>3</sup></b>	<b>3,0 x 10<sup>3</sup></b>	<b>3,0 x 10<sup>3</sup></b>	<b>3,2 x 10<sup>3</sup></b>	<b>3,2 x 10<sup>3</sup></b>

**Análise Qualitativa:**

Flocos pequenos, fracos, dispersos. Poucos filamentos e zoogléas, raros fungos. Muitas bactérias espiraladas. Poucos organismos pluricelulares.

**LEGENDA:**

SB1 - Seletor Biológico 1

SB2 - Seletor Biológico 2

TD1 - Tanque de Denitrificação 1

TD2 - Tanque de Denitrificação 2

T1 - Tanque de Aeração 1

T2 - Tanque de Aeração 2

**Método:** Contagem em Câmara de Sedgwick-Rafter reticulada (1 mL) em Microscópio Óptico, triocular invertido, aumento 400x e diluição de 10X.

**Monitoramento Biológico Quantitativo**

Amostragem: 18

Data da coleta: 04/07/2000

Hora da coleta: 8:30 - 9:00

Hora da observação: 10:00 - 16:00

Unidade: N<sup>o</sup>. organismos.mL<sup>-1</sup>

Caracterização	SB1	SB2	TD1	TD2	T1	T2
<b>Ciliados predadores de flocos</b>						
<i>Chilodonella</i> sp		3,3 x 10 <sup>1</sup>				
<i>Aspidisca</i> sp	1,2 x 10 <sup>3</sup>	8,7 x 10 <sup>2</sup>	1,2 x 10 <sup>3</sup>	1,4 x 10 <sup>3</sup>	1,8 x 10 <sup>3</sup>	2,0 x 10 <sup>3</sup>
<b>Total:</b>	<b>1,2 x 10<sup>3</sup></b>	<b>9,0 x 10<sup>2</sup></b>	<b>1,2 x 10<sup>3</sup></b>	<b>1,4 x 10<sup>3</sup></b>	<b>1,8 x 10<sup>3</sup></b>	<b>2,0 x 10<sup>3</sup></b>
<b>Ciliados livre-natantes</b>						
<i>Chaetospira muelleri</i>	1,0 x 10 <sup>2</sup>		1,0 x 10 <sup>2</sup>	1,3 x 10 <sup>2</sup>	3,3 x 10 <sup>1</sup>	
<i>Trachelophylum</i> sp	1,7 x 10 <sup>2</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>	3,3 x 10 <sup>1</sup>	1,3 x 10 <sup>2</sup>		
<b>Total:</b>	<b>2,7 x 10<sup>2</sup></b>	<b>2,0 x 10<sup>2</sup></b>	<b>1,3 x 10<sup>2</sup></b>	<b>2,6 x 10<sup>2</sup></b>	<b>3,3 x 10<sup>1</sup></b>	
<b>Ciliados fixos</b>						
<i>Vaginicola</i> sp	1,7 x 10 <sup>2</sup>	6,6 x 10 <sup>1</sup>	3,3 x 10 <sup>2</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>	1,7 x 10 <sup>2</sup>	1,3 x 10 <sup>2</sup>
<b>Total:</b>	<b>1,7 x 10<sup>2</sup></b>	<b>6,6 x 10<sup>1</sup></b>	<b>3,3 x 10<sup>2</sup></b>	<b>2,0 x 10<sup>2</sup></b>	<b>1,7 x 10<sup>2</sup></b>	<b>1,3 x 10<sup>2</sup></b>
<b>Zooflagelados</b>	<b>1,0 x 10<sup>3</sup></b>	<b>1,6 x 10<sup>3</sup></b>	<b>1,4 x 10<sup>3</sup></b>	<b>1,4 x 10<sup>3</sup></b>	<b>1,0 x 10<sup>3</sup></b>	<b>8,0 x 10<sup>2</sup></b>
<b>Amebas</b>						
<i>Diffugia</i> sp	1,3 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>	6,6 x 10 <sup>1</sup>	3,3 x 10 <sup>1</sup>		
<i>Arcella</i> sp	3,3 x 10 <sup>1</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>	3,3 x 10 <sup>1</sup>	3,3 x 10 <sup>1</sup>	6,6 x 10 <sup>1</sup>	3,3 x 10 <sup>1</sup>
<i>Euglypha</i> sp	2,0 x 10 <sup>2</sup>	3,7 x 10 <sup>2</sup>	1,3 x 10 <sup>2</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>	3,0 x 10 <sup>2</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>
<b>Total:</b>	<b>2,3 x 10<sup>2</sup></b>	<b>5,7 x 10<sup>2</sup></b>	<b>2,3 x 10<sup>2</sup></b>	<b>2,7 x 10<sup>2</sup></b>	<b>3,7 x 10<sup>2</sup></b>	<b>2,3 x 10<sup>2</sup></b>
<b>Micrometazoários</b>						
Rotífero			6,6 x 10 <sup>1</sup>	3,3 x 10 <sup>1</sup>	3,3 x 10 <sup>1</sup>	3,3 x 10 <sup>1</sup>
<b>Total:</b>			<b>6,6 x 10<sup>1</sup></b>	<b>3,3 x 10<sup>1</sup></b>	<b>3,3 x 10<sup>1</sup></b>	<b>3,3 x 10<sup>1</sup></b>
<b>TOTAL:</b>	<b>2,9 x 10<sup>3</sup></b>	<b>3,3 x 10<sup>3</sup></b>	<b>3,3 x 10<sup>3</sup></b>	<b>3,6 x 10<sup>3</sup></b>	<b>3,4 x 10<sup>3</sup></b>	<b>3,2 x 10<sup>3</sup></b>

**Análise Qualitativa:**

Flocos pequenos, fracos, dispersos. Moderada quantidade de filamentos curtos (*Nocardia* sp). Poucas zoogléas, raros fungos. Muitas bactérias espiraladas. Poucos organismos pluricelulares. Muitos ciliados predadores de flocos (*Aspidisca* sp) e pequenos zooflagelados. Visualização de uma alga clorofícea.

**LEGENDA:**

SB1 - Seletor Biológico 1

SB2 - Seletor Biológico 2

TD1 - Tanque de Denitrificação 1

TD2 - Tanque de Denitrificação 2

T1 - Tanque de Aeração 1

T2 - Tanque de Aeração 2

**Método:** Contagem em Câmara de Sedgwick-Rafter reticulada (1 mL) em Microscópio Óptico, triocular invertido, aumento 400x e diluição de 10X.

**Monitoramento Biológico Quantitativo**

Amostragem: 19

Data da coleta: 18/07/2000

Hora da coleta: 8:30 - 9:00

Hora da observação: 10:00 - 16:00

Unidade: N°. organismos.mL<sup>-1</sup>

Caracterização	SB1	SB2	TD1	TD2	T1	T2
<b>Ciliados predadores de flocos</b>						
<i>Chilodonella</i> sp						
<i>Aspidisca</i> sp	8,5 x 10 <sup>2</sup>	1,1 x 10 <sup>3</sup>	1,0 x 10 <sup>3</sup>	1,0 x 10 <sup>3</sup>	1,9 x 10 <sup>3</sup>	1,8 x 10 <sup>3</sup>
<b>Total:</b>	<b>8,5 x 10<sup>2</sup></b>	<b>1,1 x 10<sup>3</sup></b>	<b>1,0 x 10<sup>3</sup></b>	<b>1,0 x 10<sup>3</sup></b>	<b>1,9 x 10<sup>3</sup></b>	<b>1,8 x 10<sup>3</sup></b>
<b>Ciliados livre-natantes</b>						
<i>Chaetospira muelleri</i>	1,0 x 10 <sup>2</sup>	5,0 x 10 <sup>1</sup>			2,0 x 10 <sup>2</sup>	
<i>Trachelophylum</i> sp	1,5 x 10 <sup>2</sup>	1,5 x 10 <sup>2</sup>	1,5 x 10 <sup>2</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>	2,5 x 10 <sup>2</sup>	2,5 x 10 <sup>2</sup>
<b>Total:</b>	<b>2,5 x 10<sup>2</sup></b>	<b>2,0 x 10<sup>2</sup></b>	<b>1,5 x 10<sup>2</sup></b>	<b>2,0 x 10<sup>2</sup></b>	<b>4,0 x 10<sup>2</sup></b>	<b>2,5 x 10<sup>2</sup></b>
<b>Ciliados fixos</b>						
<i>Vorticella</i> sp			5,0 x 10 <sup>1</sup>			
<i>Vaginicola</i> sp	2,0 x 10 <sup>2</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>	4,0 x 10 <sup>2</sup>	3,5 x 10 <sup>2</sup>	1,5 x 10 <sup>2</sup>
<b>Total:</b>	<b>2,0 x 10<sup>2</sup></b>	<b>2,0 x 10<sup>2</sup></b>	<b>2,5 x 10<sup>2</sup></b>	<b>4,0 x 10<sup>2</sup></b>	<b>3,5 x 10<sup>2</sup></b>	<b>1,5 x 10<sup>2</sup></b>
<b>Zooflagelados</b>	<b>4,5 x 10<sup>2</sup></b>	<b>8,0 x 10<sup>2</sup></b>	<b>7,0 x 10<sup>2</sup></b>	<b>4,0 x 10<sup>2</sup></b>	<b>4,5 x 10<sup>2</sup></b>	<b>4,0 x 10<sup>2</sup></b>
<b>Amebas</b>						
<i>Diffugia</i> sp					1,0 x 10 <sup>2</sup>	
<i>Arcella</i> sp	1,5 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>		1,0 x 10 <sup>2</sup>	2,0 x 10 <sup>2</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>
<i>Euglypha</i> sp		1,5 x 10 <sup>2</sup>	1,5 x 10 <sup>2</sup>	1,5 x 10 <sup>2</sup>	5,0 x 10 <sup>1</sup>	1,5 x 10 <sup>2</sup>
<b>Total:</b>	<b>1,5 x 10<sup>2</sup></b>	<b>2,5 x 10<sup>2</sup></b>	<b>1,5 x 10<sup>2</sup></b>	<b>2,5 x 10<sup>2</sup></b>	<b>3,5 x 10<sup>2</sup></b>	<b>2,5 x 10<sup>2</sup></b>
<b>Micrometazoários</b>						
Rotífero	5,0 x 10 <sup>1</sup>				5,0 x 10 <sup>1</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup>
<b>Total:</b>	<b>5,0 x 10<sup>1</sup></b>				<b>5,0 x 10<sup>1</sup></b>	<b>1,0 x 10<sup>2</sup></b>
<b>TOTAL:</b>	<b>1,9 x 10<sup>3</sup></b>	<b>2,5 x 10<sup>3</sup></b>	<b>2,2 x 10<sup>3</sup></b>	<b>2,2 x 10<sup>3</sup></b>	<b>3,5 x 10<sup>3</sup></b>	<b>2,9 x 10<sup>3</sup></b>

**Análise Qualitativa:**Flocos pequenos, dispersos. Poucos filamentos curtos de *Nocardia* sp.

Poucas zoogléas, raros fungos. Muitas bactérias espiraladas. Poucos organismos pluricelulares.

Muitos ciliados predadores de flocos (*Aspidisca* sp) e moderada quantidade de zooflagelados.

Rotíferos de movimento lento. Interferência da maré alta do dia anterior eleva concentração de cloretos nas unidades de tratamento. Muitos sólidos nos reatores, descarte prejudicado devido problema em uma das pressas.

**LEGENDA:**

SB1 - Seletor Biológico 1

SB2 - Seletor Biológico 2

TD1 - Tanque de Denitrificação 1

TD2 - Tanque de Denitrificação 2

T1 - Tanque de Aeração 1

T2 - Tanque de Aeração 2

**Método:** Contagem em Câmara de Sedgwick-Rafter reticulada (1 mL) em Microscópio Óptico, triocular invertido, aumento 400x e diluição de 10X.

**Monitoramento Biológico Quantitativo**

Amostragem: 20

Data da coleta: 08/08/2000

Hora da coleta: 8:30 - 9:00

Hora da observação: 10:00 - 16:00

Unidade: N<sup>o</sup>. organismos.mL<sup>-1</sup>

Caracterização	SB1	SB2	TD1	TD2	T1	T2
<b>Ciliados predadores de flocos</b>						
<i>Aspidisca</i> sp	$9,0 \times 10^2$	$1,6 \times 10^3$	$1,0 \times 10^3$	$1,0 \times 10^3$	$1,4 \times 10^3$	$1,8 \times 10^3$
<b>Total:</b>	<b><math>9,0 \times 10^2</math></b>	<b><math>1,6 \times 10^3</math></b>	<b><math>1,0 \times 10^3</math></b>	<b><math>1,0 \times 10^3</math></b>	<b><math>1,4 \times 10^3</math></b>	<b><math>1,8 \times 10^3</math></b>
<b>Ciliados livre-natantes</b>						
<i>Trachelophylum</i> sp	$9,0 \times 10^2$	$2,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^2$	$2,0 \times 10^2$	$4,0 \times 10^2$	$3,0 \times 10^2$
<b>Total:</b>	<b><math>9,0 \times 10^2</math></b>	<b><math>2,0 \times 10^2</math></b>	<b><math>1,0 \times 10^2</math></b>	<b><math>2,0 \times 10^2</math></b>	<b><math>4,0 \times 10^2</math></b>	<b><math>3,0 \times 10^2</math></b>
<b>Ciliados fixos</b>						
<i>Vaginicola</i> sp	$4,0 \times 10^2$	$2,5 \times 10^2$	$4,0 \times 10^2$	$4,0 \times 10^2$	$1,5 \times 10^2$	$4,0 \times 10^2$
<b>Total:</b>	<b><math>4,0 \times 10^2</math></b>	<b><math>2,5 \times 10^2</math></b>	<b><math>4,0 \times 10^2</math></b>	<b><math>4,0 \times 10^2</math></b>	<b><math>1,5 \times 10^2</math></b>	<b><math>4,0 \times 10^2</math></b>
<b>Zooflagelados</b>						
	$2,7 \times 10^3$	$2,7 \times 10^3$	$1,9 \times 10^3$	$1,5 \times 10^3$	$1,0 \times 10^3$	$1,6 \times 10^3$
<b>Amebas</b>						
<i>Amoeba</i> sp	$5,0 \times 10^1$					
<i>Arcella</i> sp	0	$5,0 \times 10^1$	$2,0 \times 10^2$	$5,0 \times 10^1$	$1,0 \times 10^2$	$1,5 \times 10^2$
<i>Euglypha</i> sp	$2,5 \times 10^2$	$3,0 \times 10^2$	$1,5 \times 10^2$	$2,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^2$
<b>Total:</b>	<b><math>3,0 \times 10^2</math></b>	<b><math>3,5 \times 10^2</math></b>	<b><math>1,5 \times 10^2</math></b>	<b><math>7,0 \times 10^2</math></b>	<b><math>2,0 \times 10^2</math></b>	<b><math>2,5 \times 10^2</math></b>
<b>Micrometazoários</b>						
Tardigrado			0	$5,0 \times 10^1$		
Rotífero	$5,0 \times 10^1$	0			0	$5,0 \times 10^1$
<b>Total:</b>	<b><math>5,0 \times 10^1</math></b>	<b>0</b>		<b><math>5,0 \times 10^1</math></b>	<b>0</b>	<b><math>5,0 \times 10^1</math></b>
<b>TOTAL:</b>	<b><math>6,2 \times 10^3</math></b>	<b><math>6,1 \times 10^3</math></b>	<b><math>3,7 \times 10^3</math></b>	<b><math>3,5 \times 10^3</math></b>	<b><math>3,1 \times 10^3</math></b>	<b><math>4,3 \times 10^3</math></b>

**Análise Qualitativa:**Flocos pequenos, dispersos. Poucos filamentos curtos de *Nocardia* sp.

Poucas zooglêas, raros fungos. Muitas bactérias espiraladas. Poucos organismos pluricelulares.

Muitos ciliados predadores de flocos (*Aspidisca* sp) e zooflagelados.

Rotíferos mortos principalmente nos SB's.

**LEGENDA:**

SB1 - Seletor Biológico 1

SB2 - Seletor Biológico 2

TD1 - Tanque de Denitrificação 1

TD2 - Tanque de Denitrificação 2

T1 - Tanque de Aeração 1

T2 - Tanque de Aeração 2

**Método:** Contagem em Câmara de Sedgwick-Rafter reticulada (1 mL) em Microscópio Óptico, triocular invertido, aumento 400x e diluição de 10X.

**ANEXO 2 - Protocolo das análises físico-químicas realizadas na ETE Insular**

**AMOSTRAGEM 1**

Data: 28/09/99

Hora da coleta: 8:30 - 9:30

Sem chuva nas 48 horas anteriores

EB - amostra composta

Temperatura ambiente: 20°C

Parâmetros	EB	SB1	SB2	TD1	TD2	T1	T2	TAS
Temperatura da amostra (°C)	19	22	22	22	21	22	22	22
pH	6,9	6,4	6,5	6,4	6,4	5,2	5,2	5,5
Alcalinidade total (mg.L <sup>-1</sup> CaCO <sub>3</sub> )	154,0	115,0	123,0	101,9	111,4	18,6	19,6	3,1
OD (mg/L)	—	—	—	—	—	—	—	5,2
DQO <sub>t</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	598	—	—	—	—	—	—	62
DQO <sub>s</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	—	67	136	53	70	50	104	32
DBO <sub>t</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	—	—	—	—	—	—	—	11
Cloretos (mg.L <sup>-1</sup> de NaCl)	83,2	80	75	80	80	80	80	82
N-NH <sub>4</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	29,50	15,20	15,80	12,70	14,30	1,53	0,80	0,80
N-NO <sub>2</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	0,00	0,57	1,05	0,88	0,77	0,46	0,42	0,00
N-NO <sub>3</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	0,32	0,39	0,39	0,52	0,56	17,78	17,95	19,37
SSd (mL.L <sup>-1</sup> )	5,5	395,0	380,0	415,0	395,0	670,0	570,0	0,0
ST (mg.L <sup>-1</sup> )	701	6.807	6.465	7.063	6.903	7.638	7.632	431
SS (mg.L <sup>-1</sup> )	574	6.452	6.174	6.768	6.544	7.326	7.130	77
SSV (mg.L <sup>-1</sup> )	518	4.958	4.766	5.256	4.994	5.650	5.536	69
SSF (mg.L <sup>-1</sup> )	56	1.494	1.408	1.512	1.550	1.676	1.602	8
SD. (mg.L <sup>-1</sup> )	127	355	321	195	359	312	502	354
IVL (mL.g <sup>-1</sup> )	—	61,22	61,54	61,32	60,36	91,45	79,94	—
Relação SSV/SS	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9
Turbidez (NTU)	—	—	—	—	—	—	—	31
Cor aparente (uC)	—	—	—	—	—	—	—	7,1
Coliformes Totais (NMP100mL <sup>-1</sup> )	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Escherichia coli</i> (NMP.100 mL <sup>-1</sup> )	—	—	—	—	—	—	—	—

**AMOSTRAGEM 2**

Data: 25/10/99

Hora da coleta: 8:30 - 9:30

Com chuva nas 48 horas anteriores

Pouca espuma nos T's

EB - amostra pontual

Temperatura ambiente: 20°C

OBS: Sem reagentes para amônia

Parâmetros	EB	SB1	SB2	TD1	TD2	T1	T2	TAS
Temperatura da amostra (°C)	23	22	22	22	22	22	23	21
pH	7,9	6,5	6,3	6,3	6,2	5,5	5,5	5,7
Alcalinidade total (mg.L <sup>-1</sup> CaCO <sub>3</sub> )	231,1	84,7	81,5	79,1	74,2	26,7	29,1	4,1
OD (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	6,2
DQO <sub>t</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	531	-	-	-	-	-	-	73
DQO <sub>s</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	-	114	114	154	121	150	137	42
DBO <sub>t</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	-	-	-	-	-	-	-	11
Cloretos (mg.L <sup>-1</sup> de NaCl)	145,0	69,0	82,0	96,5	98,0	90,5	66,5	57,0
N-NH <sub>4</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	-	-	-	-	-	-	-	-
N-NO <sub>2</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	0,00	0,22	0,21	0,20	0,17	0,04	0,05	0,00
N-NO <sub>3</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	0,98	2,67	3,29	2,43	2,32	6,44	6,07	5,68
SSd (mL.L <sup>-1</sup> )	7,0	380,0	450,0	540,0	705,0	460,0	530,0	<1
ST (mg.L <sup>-1</sup> )	680	7.747	9.038	9.848	10.195	9.081	9.760	-
SS (mg.L <sup>-1</sup> )	474	6.400	7.400	7.600	8.000	7.400	8.200	107
SSV (mg.L <sup>-1</sup> )	438	4.766	5.518	5.694	6.062	5.638	6.186	92
SSF (mg.L <sup>-1</sup> )	36	1.634	1.882	1.906	1.938	1.762	2.014	15
SD. (mg.L <sup>-1</sup> )	206	1.347	1.638	2.248	2.195	1.681	1.560	-
IVL (mL.g <sup>-1</sup> )	-	59,37	60,81	71,05	88,12	62,16	64,63	-
Relação SSV/SS	0,9	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,9
Turbidez (NTU)								23
Cor aparente (uC)								4,6
Coliformes Totais (NMP100mL <sup>-1</sup> )								
<i>Escherichia coli</i> (NMP.100 mL <sup>-1</sup> )								

**AMOSTRAGEM 3**

Data: 11/11/99

Hora da coleta: 8:30 - 9:30

Sem chuva nas últimas 48 horas

EB - amostra pontual

Muita espuma nos decantadores

Temperatura ambiente: 14°C

No T1, dois aeradores parados

Parâmetros	EB	SB1	SB2	TD1	TD2	T1	T2	TAS
Temperatura da amostra (°C)	17	16	16	16	16	16	16	14
pH	7,5	5,4	5,3	5,6	5,7	3,7	3,8	3,8
Alcalinidade total (mg.L <sup>-1</sup> CaCO <sub>3</sub> )	207,6	33,7	27,5	36,0	40,0	0,0	0,0	0,0
OD (mg/L)		-	-	-	-	-	-	6,1
DQO <sub>t</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	343	-	-	-	-	-	-	60
DQO <sub>5</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	-	32	45	31	65	14	30	25
DBO <sub>t</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	-	-	-	-	-	-	-	8
Cloretos (mg.L <sup>-1</sup> de NaCl)	61,0	105,0	106,5	103,5	104,0	113,5	123,5	123,5
N-NH <sub>4</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	38,21	10,89	11,62	11,99	11,70	0,82	1,18	0,93
N-NO <sub>2</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	0,00	0,27	0,20	0,27	0,39	0,03	0,02	0,00
N-NO <sub>3</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	0,74	7,53	9,75	9,36	7,90	3,85	3,70	5,90
SSd (mL.L <sup>-1</sup> )	2,0	480,0	490,0	430,0	420,0	430,0	440,0	0,0
ST (mg.L <sup>-1</sup> )	428	8.113	8.215	7.600	7.821	7.726	7.600	*686
SS (mg.L <sup>-1</sup> )	226	3.963	4.052	3.668	3.679	3.728	3.858	189
SSV (mg.L <sup>-1</sup> )	*6	2.166	2.230	2.068	2.120	2.182	2.400	43
SSF (mg.L <sup>-1</sup> )	*220	1.796	1.822	1.600	1.559	1.546	1.458	146
SD. (mg.L <sup>-1</sup> )	202	4.150	4.163	3.932	4.142	3.998	3.742	497
IVL (mL.g <sup>-1</sup> )	-	121,12	120,93	117,23	114,61	115,34	114,05	
Relação SSV/SS	-	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,2
Turbidez (NTU)								89
Cor aparente (uC)								14,4
Coliformes Totais (NMP100mL <sup>-1</sup> )								>2,4 x10 <sup>5</sup>
<i>Escherichia coli</i> (NMP.100 mL <sup>-1</sup> )								1,0 x10 <sup>4</sup>

**AMOSTRAGEM 4**

Data: 22/11/99

Hora da coleta: 9:00 - 9:30

Sem chuva nas 48 horas anteriores

EB - amostra pontual

Muita espuma nos decantadores

Temperatura ambiente: 24°C

No T1, dois aeradores parados

Bastante espuma nos T's

Parâmetros	EB	SB1	SB2	TD1	TD2	T1	T2	TAS
Temperatura da amostra (°C)	21	24	24	24	24	24	24	21
pH	7,7	6,7	6,7	6,6	6,6	6,1	6,1	6,3
Alcalinidade total (mg.L <sup>-1</sup> CaCO <sub>3</sub> )	184,5	135,5	129,0	110,0	115,1	51,0	48,5	15,5
OD (mg/L)								5,3
DQO <sub>t</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	374	-	-	-	-	-	-	62
DQO <sub>s</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	-	73	79	41	35	35	*5	32
DBO <sub>t</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	-	-	-	-	-	-	-	-
Cloretos (mg.L <sup>-1</sup> de NaCl)	61,5	46,5	48,0	55,0	63,0	59,5	63,5	47,5
N-NH <sub>4</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	43,75	20,98	17,33	12,74	12,40	0,87	0,64	0,85
N-NO <sub>2</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	0,09	0,29	0,27	0,28	0,27	0,09	0,09	0,02
N-NO <sub>3</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	0,42	2,39	2,53	3,03	2,30	2,01	4,99	7,22
SSd (mL.L <sup>-1</sup> )	3,5	330,0	420,0	660,0	680,0	810,0	810,0	<1
ST (mg.L <sup>-1</sup> )	534	6.285	6.538	7.285	7.222	8.211	8.099	261
SS (mg.L <sup>-1</sup> )	36	5.466	5.924	7.156	6.889	7.430	7.872	119
SSV (mg.L <sup>-1</sup> )	-	3.780	4.116	5.000	4.992	5.588	5.566	100
SSF (mg.L <sup>-1</sup> )	-	1.686	1.808	2.156	2.068	2.344	2.306	19
SD. (mg.L <sup>-1</sup> )	498	819	614	129	333	781	227	142
IVL (mL.g <sup>-1</sup> )		60,37	70,90	92,23	98,71	109,02	102,90	
Relação SSV/SS	-	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,7	0,8
Turbidez (NTU)								39
Cor aparente (uC)								6,7
Coliformes Totais (NMP100mL <sup>-1</sup> )								
<i>Escherichia coli</i> (NMP.100 mL <sup>-1</sup> )								

**AMOSTRAGEM 5**

Data: 08/12/99

Hora da coleta: 8:30 - 9:00

Temperatura ambiente: 20°C

Chuva nas últimas 24 horas

EB - Amostra pontual

Obs: 2 aeradores no T1 parados

TAS com muito material particulado

Altos valores de sólidos devido a alta

concentração de cloretos

Muita espuma no T1

Parâmetros	EB	SB1	SB2	TD1	TD2	T1	T2	TAS
Temperatura da amostra (°C)	25	25	25	25	25	25	25	22,5
pH	7,9	6,6	6,4	6,4	6,3	5,4	5,2	4,6
Alcalinidade total (mg.L <sup>-1</sup> CaCO <sub>3</sub> )	183,6	96,1	96,1	90,3	79,2	17,4	18,2	1,8
OD (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	5,7
DQO <sub>t</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	386	-	-	-	-	-	-	141
DQO <sub>s</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	-	101	89	118	130	169	120	48
DBO <sub>t</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	-	-	-	-	-	-	-	-
Cloretos (mg.L <sup>-1</sup> de NaCl)	138,0	1320,0	1280,0	1550,0	1570,0	1820,0	1830,0	1660,0
N-NH <sub>4</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	39,34	8,51	8,70	8,79	8,28	0,50	0,75	0,55
N-NO <sub>2</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	0,00	0,36	0,30	0,31	0,35	0,03	0,02	0,02
N-NO <sub>3</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	0,37	2,74	3,02	2,55	3,71	7,23	8,80	5,48
SSd (mL.L <sup>-1</sup> )	5,0	470,0	440,0	360,0	380,0	390,0	430,0	0,0
ST (mg.L <sup>-1</sup> )	696	9.878	10.294	10.547	10.189	11.755	11.724	3762*
SS (mg.L <sup>-1</sup> )	102	6.512	6.326	6.328	6.378	6.654	6.998	-
SSV (mg.L <sup>-1</sup> )	-	4.490	4.378	4.352	4.418	4.618	4.840	-
SSF (mg.L <sup>-1</sup> )	-	2.022	1.948	1.976	1.960	2.036	2.158	-
SD. (mg.L <sup>-1</sup> )	594	3366	3968	4219	3811	5101	4726	-
IVL (mL.g <sup>-1</sup> )	-	72,17	69,55	56,89	59,58	58,61	61,45	-
Relação SSV/SS	-	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	-
Turbidez (NTU)	-	-	-	-	-	-	-	39
Cor aparente (uC)	-	-	-	-	-	-	-	6,4
Coliformes Totais (NMP100mL <sup>-1</sup> )	8,6 x 10 <sup>9</sup>	-	-	-	-	-	-	>2,4 x 10 <sup>5</sup>
<i>Escherichia coli</i> (NMP. 100 mL <sup>-1</sup> )	2,0 x 10 <sup>9</sup>	-	-	-	-	-	-	>2,4 x 10 <sup>5</sup>

**AMOSTRAGEM 6**

Data: 20/12/99

Hora da coleta: 8:30 - 9:00

Obs: Sem chuva nas 48 horas anteriores

EB - amostra pontual

Presença de espuma nos TA's

Temp. ambiente: 29°C

No T1, dois aeradores parados

Parâmetros	EB	SB1	SB2	TD1	TD2	T1	T2	TAS
Temperatura da amostra (°C)	27	27	27	27	27	27	27	27
pH	7,6	6,6	6,5	6,7	6,6	5,9	5,6	5,7
Alcalinidade total (mg.L <sup>-1</sup> CaCO <sub>3</sub> )	219,4	111,2	113,0	115,0	110,1	29,1	33,8	4,1
OD (mg/L)	—	—	—	—	—	—	—	5,1
DQO <sub>t</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	456	—	—	—	—	—	—	62
DQO <sub>s</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	248	63	79	37	39	30	27	32
DBO <sub>t</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	—	—	—	—	—	—	—	5
Cloretos (mg.L <sup>-1</sup> de NaCl)	50,0	54,5	52,0	53,0	54,0	55,5	63,0	60,0
N-NH <sub>4</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	28,33	10,02	10,30	9,32	8,79	0,82	0,87	0,21
N-NO <sub>2</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	0,00	0,03	0,07	0,07	0,07	0,09	0,21	0,29
N-NO <sub>3</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	0,00	2,25	2,25	2,28	2,23	6,60	6,51	9,02
SSd (mL.L <sup>-1</sup> )	5,0	340,0	350,0	300,0	480,0	400,0	580,0	0,0
ST (mg.L <sup>-1</sup> )	500	6.940	7.022	6.198	7.035	7.392	8.768	364
SS (mg.L <sup>-1</sup> )	304	6.830	6.736	5.856	6.746	7.022	8.722	31
SSV (mg.L <sup>-1</sup> )	262	4.778	4.636	4.082	4.720	4.842	6.010	22
SSF (mg.L <sup>-1</sup> )	42	2.052	2.100	1.774	2.026	2.220	2.712	9
SD. (mg.L <sup>-1</sup> )	196	110	286	342	289	370	46	333
IVL (mL.g <sup>-1</sup> )	—	49,78	51,96	51,23	71,15	56,96	66,50	—
Relação SSV/SS	0,9	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Turbidez (NTU)								29
Cor aparente (uC)								4,2
Coliformes Totais (NMP100mL <sup>-1</sup> )								
<i>Escherichia coli</i> (NMP.100 mL <sup>-1</sup> )								

**AMOSTRAGEM 7**

Data: 03/01/2000

Hora da coleta: 8:30 - 9:00

Temperatura ambiente: 23°C

Chuva nas últimas 24 horas

EB - Amostra pontual

Vazão diária média: 217 l/s

TAS com muito material particulado

Problemas no adensador, vários dias sem descarte

1 aerador parado no T1 e um no T2

Muita escuma no TAS

Parâmetros	EB	SB1	SB2	TD1	TD2	T1	T2	TAS
Temperatura da amostra (°C)	25	23	24	23	24	22	22	25
pH	7,1	6,5	6,6	6,6	6,5	6,0	6,0	6,4
Alcalinidade total (mg.L <sup>-1</sup> CaCO <sub>3</sub> )	131,0	85,7	78,7	71,0	71,8	40,6	43,6	9,0
OD (mg/L)	—	—	—	—	—	—	—	4,6
DQO <sub>t</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	223	—	—	—	—	—	—	109
DQO <sub>5</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	120	42	34	37	33	14	20	32
DBO <sub>t</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	132	—	—	—	—	—	—	8
Cloretos (mg.L <sup>-1</sup> de NaCl)	56,0	53,0	58,0	58,5	59,5	58,0	63,0	66,5
N-NH <sub>4</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	17,00	8,22	6,30	8,20	4,40	1,40	1,00	0,30
N-NO <sub>2</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	0,10	0,08	0,08	0,09	0,08	0,02	0,02	0,00
N-NO <sub>3</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	0,41	4,70	6,60	2,70	6,50	9,60	6,56	9,10
SSd (mL.L <sup>-1</sup> )	1,5	320,0	400,0	380,0	540,0	560,0	840,0	0,5
ST (mg.L <sup>-1</sup> )	318	5.299	6.548	6.102	7.224	7.058	8.562	332
SS (mg.L <sup>-1</sup> )	113	5.206	6.428	6.000	7.132	6.860	8.410	54
SSV (mg.L <sup>-1</sup> )	55	3.724	4.524	4.524	4.156	4.944	5.944	—
SSF (mg.L <sup>-1</sup> )	58	1.482	1.904	1.844	2.188	2.100	2.466	—
SD. (mg.L <sup>-1</sup> )	205	93	120	102	92	198	152	278
IVL (mL.g <sup>-1</sup> )	—	61,47	62,23	63,33	75,72	81,63	99,88	—
Relação SSV/SS								
Turbidez (NTU)								67
Cor aparente (uC)								10,4
Coliformes Totais (NMP100mL <sup>-1</sup> )	3,1 x 10 <sup>9</sup>							1,9 x 10 <sup>5</sup>
<i>Escherichia coli</i> (NMP.100 mL <sup>-1</sup> )	7,9 x 10 <sup>8</sup>							1,1 x 10 <sup>4</sup>

**AMOSTRAGEM 8**

Data: 26/01/00

Hora da coleta: 8:30 - 9:00

Sem chuva nas 48 horas anteriores

EB - amostra pontual

Presença de espuma nos TA's

Temperatura ambiente: 22°C

Vazão média diária: 200 l/s

Um aerador parado em cada tanque de

Problemas com o descarte

Vento sul forte

Aparência do efluente final: ruim

Parâmetros	EB	SB1	SB2	TD1	TD2	T1	T2	TAS
Temperatura da amostra (°C)	26	26	27	26	27	26	27	27
pH	7,6	6,6	6,6	6,1	6,6	6,2	6,2	6,5
Alcalinidade total (mg.L <sup>-1</sup> CaCO <sub>3</sub> )	142,6	100,4	100,8	50,6	98,8	61,3	55,5	12,3
OD (mg/L)	—	—	—	—	—	—	—	5,4
DQO <sub>i</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	381	—	—	—	—	—	—	53
DQO <sub>s</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	145	33	63	34	64	28	37	15
DBO <sub>i</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	225	—	—	—	—	—	—	20
Cloretos (mg.L <sup>-1</sup> de NaCl)	64,0	67,0	65,0	70,5	66,0	72,5	75,0	74,0
N-NH <sub>4</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	31,10	12,20	17,20	8,20	15,30	0,40	1,30	1,00
N-NO <sub>2</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	0,02	0,08	0,09	0,04	0,05	0,02	0,03	0,00
N-NO <sub>3</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	0,26	3,05	1,88	1,98	1,93	7,26	7,62	4,34
SSd (mL.L <sup>-1</sup> )	1,5	392,0	408,0	552,0	448,0	584,0	720,0	<1
ST (mg.L <sup>-1</sup> )	421	6.620	6.618	6.925	6.965	7.339	7.930	304
SS (mg.L <sup>-1</sup> )	320	6.198	6.070	6.310	6.398	6.818	7.338	46
SSV (mg.L <sup>-1</sup> )	278	4.210	4.106	4.308	4.388	4.662	4.972	41
SSF (mg.L <sup>-1</sup> )	42	1.988	1.964	2.002	2.010	2.156	2.366	5
SD. (mg.L <sup>-1</sup> )	101	422	548	615	567	521	592	258
IVL (mL.g <sup>-1</sup> )	—	63,2	67,2	87,5	70,0	85,7	98,1	—
Relação SSV/SS	0,9	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,9
Turbidez (NTU)								19
Cor aparente (uC)								3
Coliformes Totais (NMP100mL <sup>-1</sup> )								
<i>Escherichia coli</i> (NMP.100 mL <sup>-1</sup> )								

AMOSTRAGEM 9  
 Data: 08/02/2000  
 Hora da coleta: 8:30 - 9:00

EB - amostra pontual  
 Sem espuma nos TA's  
 Temperatura ambiente: 25°C  
 Vazão média diária: 282 l/s

Chuva nas últimas 24 h  
 EB - amostra pontual

Parâmetros	EB	SB1	SB2	TD1	TD2	T1	T2	TAS
Temperatura da amostra (°C)	24	24	24	24	24	18	18	24
pH	7,1	6,7	6,7	6,7	6,8	6,4	6,8	6,8
Alcalinidade total (mg.L <sup>-1</sup> CaCO <sub>3</sub> )	153,3	139,8	142,6	130,1	136,6	78,5	75,7	19,2
OD (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	6,1
DQO <sub>t</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	263	-	-	-	-	-	-	65
DQO <sub>s</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	193	123	120	110	135	67	52	37
DBO <sub>t</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	148	-	-	-	-	-	-	4
Cloretos (mg.L <sup>-1</sup> de NaCl)	385,0	846,0	833,0	992,0	1110,0	631,0	613,0	625,0
N-NH <sub>4</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	14,10	10,50	11,90	8,50	9,10	0,80	0,70	1,70
N-NO <sub>2</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	0,00	0,16	0,19	0,11	0,12	0,16	0,20	0,00
N-NO <sub>3</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	0,00	0,00	0,90	2,31	0,49	4,51	4,84	4,74
SSd (mL.L <sup>-1</sup> )	1,0	440,0	400,0	940,0	740,0	920,0	740,0	0,0
ST (mg.L <sup>-1</sup> )	1400	9.261	8.580	11.051	10.469	10.829	9.934	1.857
SS (mg.L <sup>-1</sup> )	370	6.930	6.374	8.370	7.432	8.774	8.366	63
SSV (mg.L <sup>-1</sup> )	354	4.954	4.410	5.698	4.994	5.972	5.654	33
SSF (mg.L <sup>-1</sup> )	16	1.976	1.964	2.672	2.438	2.802	2.712	30
SD. (mg.L <sup>-1</sup> )	1030	2331	2206	2681	3037	2055	1568	1794
IVL (mL.g <sup>-1</sup> )	-	63,5	62,8	112,3	99,6	104,9	88,5	0,0
Relação SSV/SS	1,0	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,5
Turbidez (NTU)								65
Cor aparente (uC)								3,6
Coliformes Totais (NMP100mL <sup>-1</sup> )								
<i>Escherichia coli</i> (NMP.100 mL <sup>-1</sup> )								

**AMOSTRAGEM 10**

Data: 29/02/2000

Hora da coleta: 8:30 - 9:00

EB - amostra pontual

Sem espuma nos TA's

Temperatura ambiente: 26°C

Vazão média diária: 169 l/s

2 aeradores parados: 1 e 14

Sem chuva nas últimas 24 h

Limpeza no TAS

Parâmetros	EB	SB1	SB2	TD1	TD2	T1	T2	TAS
Temperatura da amostra (°C)	29	28	28	28	28	28	28	28
pH	7,2	6,6	6,6	6,6	6,4	5,9	5,8	6,3
Alcalinidade total (mg.L <sup>-1</sup> CaCO <sub>3</sub> )	201,3	141,1	139,5	131,8	127,7	48,9	52,5	10,5
OD (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	5,3
DQO <sub>t</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	428	-	-	-	-	-	-	59
DQO <sub>s</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	251	121	133	115	126	50	51	24
DBO <sub>t</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	-	-	-	-	-	-	-	16
Cloretos (mg.L <sup>-1</sup> de NaCl)	46,0	59,0	56,0	65,0	60,0	74,0	71,0	71,0
N-NH <sub>4</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	32,50	23,10	19,50	14,00	16,90	2,14	1,23	1,10
N-NO <sub>2</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	0,00	0,12	0,14	0,10	0,10	0,02	0,02	0,00
N-NO <sub>3</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	0,19	0,59	0,98	0,78	0,39	6,86	10,19	11,17
SSd (mL.L <sup>-1</sup> )	2,0	570,0	410,0	860,0	460,0	910,0	930,0	0,0
ST (mg.L <sup>-1</sup> )	544	7.159	6.992	7.876	7.291	8.621	8.020	411
SS (mg.L <sup>-1</sup> )	254	6.862	-	6.907	6.727	8.046	7.665	26
SSV (mg.L <sup>-1</sup> )	218	4.737	-	4.525	4.572	5.521	5.275	13
SSF (mg.L <sup>-1</sup> )	36	2.125	-	2.382	2.155	2.525	2.390	13
SD. (mg.L <sup>-1</sup> )	290	297	-	969	564	575	355	385
IVL (mL.g <sup>-1</sup> )	-	83,1	-	124,5	68,4	113,1	121,3	0,0
Relação SSV/SS								
Turbidez (NTU)								23
Cor aparente (uC)								4,1
Coliformes Totais (NMP100mL <sup>-1</sup> )	4,6 x 10 <sup>9</sup>							>2,4 x 10 <sup>5</sup>
<i>Escherichia coli</i> (NMP.100 mL <sup>-1</sup> )	1,8 x 10 <sup>9</sup>							3,4 x 10 <sup>4</sup>

**AMOSTRAGEM 11**

Data: 14/03/2000

Hora da coleta: 8:30 - 9:00

EB - amostra pontual

Sem espuma nos TA's

Temperatura ambiente: 25°C

Vazão média diária: 229 l/s

Sem chuva nas 24 hs

Parâmetros	EB	SB1	SB2	TD1	TD2	T1	T2	TAS
Temperatura da amostra (°C)	25	24	24	25	24	24	24	26
pH	6,8	6,5	6,6	6,1	6,6	6,2	6,2	6,4
Alcalinidade total (mg.L <sup>-1</sup> CaCO <sub>3</sub> )	159,3	132,6	138,5	96,8	140,5	67,8	63,9	11,3
OD (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	4,7
DQO <sub>t</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	292	-	-	-	-	-	-	62
DQO <sub>s</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	176	58	63	110	177	39	50	23
DBO <sub>t</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	178	-	-	-	-	-	-	5
Cloretos (mg.L <sup>-1</sup> de NaCl)	40,0	52,0	49,0	50,0	50,5	53,0	58,0	58,5
N-NH <sub>4</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	30,55	16,90	15,92	13,00	14,30	0,19	0,97	0,91
N-NO <sub>2</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	0,03	0,08	0,12	0,07	0,07	0,02	0,04	0,02
N-NO <sub>3</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	0,78	1,17	1,37	0,60	0,39	5,29	4,31	4,70
SSd (mL.L <sup>-1</sup> )	1,5	610,0	780,0	820,0	850,0	910,0	910,0	0,0
ST (mg.L <sup>-1</sup> )	352	6.514	6.510	6.590	7.303	8.068	8.329	334
SS (mg.L <sup>-1</sup> )	120	6.293	6.076	6.526	6.687	7.311	7.535	35,7
SSV (mg.L <sup>-1</sup> )	75	4.262	4.118	4.463	4.564	4.939	5.057	20
SSF (mg.L <sup>-1</sup> )	45	2.031	1.958	2.063	2.123	2.372	2.478	16
SD. (mg.L <sup>-1</sup> )	232	221	434	64	616	757	794	298,3
IVL (mL.g <sup>-1</sup> )	-	96,9	128,4	125,7	127,1	124,5	120,8	-
Relação SSV/SS	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6
Turbidez (NTU)								20
Cor aparente (uC)								3,7
Coliformes Totais (NMP100mL <sup>-1</sup> )								
<i>Escherichia coli</i> (NMP.100 mL <sup>-1</sup> )								

AMOSTRAGEM 12

Data: 21/03/2000

Hora da coleta: 8:30 - 9:00

EB - amostra pontual

Sem espuma nos TA's

Temperatura ambiente: 24°C

Vazão média diária: 231 l/s

Sem chuva nas últimas 24 h

Parâmetros	EB	SB1	SB2	TD1	TD2	T1	T2	TAS
Temperatura da amostra (°C)	27	27	27	27	27	25	25	27
pH	7,2	6,6	6,6	6,5	6,5	5,9	5,9	6,3
Alcalinidade total (mg.L <sup>-1</sup> CaCO <sub>3</sub> )	173,7	128,4	127,9	119,3	115,2	54,6	56,2	9,9
OD (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	5,7
DQO <sub>t</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	310	-	-	-	-	-	-	125
DQO <sub>s</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	199	62	130	113	113	89	171	74
DBO <sub>t</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	263	-	-	-	-	-	-	6
Cloretos (mg.L <sup>-1</sup> de NaCl)	226,0	3000,0	3200,0	4000,0	3650,0	3700,0	3950,0	2250,0
N-NH <sub>4</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	29,70	21,00	18,00	13,20	12,00	0,48	0,30	0,20
N-NO <sub>2</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
N-NO <sub>3</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	0,73	1,64	0,73	1,08	2,37	13,65	11,64	10,60
SSd (mL.L <sup>-1</sup> )	1,5	730,0	830,0	760,0	870,0	910,0	900,0	0,0
ST (mg.L <sup>-1</sup> )	1672	9.581	9.982	10.835	11.478	10.931	11.519	3.332
SS (mg.L <sup>-1</sup> )	108	6.316	6.529	6.261	7.126	7.364	8.180	32,4
SSV (mg.L <sup>-1</sup> )	32	4.330	4.430	4.270	4.842	4.993	5.567	194
SSF (mg.L <sup>-1</sup> )	76	1.986	2.099	1.991	2.284	2.371	2.613	13
SD. (mg.L <sup>-1</sup> )	1564	3265	3453	4574	4352	3567	3339	3300
IVL (mL.g <sup>-1</sup> )	-	115,6	127,1	121,4	122,1	123,6	110,0	-
Relação SSV/SS	0,3	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	6,0
Turbidez (NTU)								
Cor aparente (uC)								
Coliformes Totais (NMP100mL <sup>-1</sup> )	7,9 X 10 <sup>8</sup>							7,3 X 10 <sup>4</sup>
<i>Escherichia coli</i> (NMP.100 mL <sup>-1</sup> )	8,6 X 10 <sup>7</sup>							6,5 X 10 <sup>4</sup>

AMOSTRAGEM 13

Data: 04/04/2000

Hora da coleta: 8:00 - 8:30

EB - amostra pontual

Sem espuma nos T's

Temperatura ambiente: 21°C

Aerador 4 parado

Vazão média diária: 250 l/s

Parâmetros	EB	SB1	SB2	TD1	TD2	T1	T2	TAS
Temperatura da amostra (°C)	26	25	25	25	25	24	24	24
pH	6,9	6,5	6,5	6,4	6,6	5,9	5,8	6,2
Alcalinidade total (mg.L <sup>-1</sup> CaCO <sub>3</sub> )	154,7	120,5	128,0	108,0	119,4	51,3	47,4	7,7
OD (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	5,9
DQO <sub>t</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	347	-	-	-	-	-	-	130
DQO <sub>s</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	211	117	116	94	103	112	112	109
DBO <sub>t</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	165	-	-	-	-	-	-	5
Cloretos (mg.L <sup>-1</sup> de NaCl)	217,5	214,0	151,0	172,0	167,0	193,0	199,0	214,0
N-NH <sub>4</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	21,77	10,53	10,14	9,88	9,88	0,45	0,84	0,52
N-NO <sub>2</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	0,00	0,18	0,21	0,15	0,17	0,01	0,01	0,00
N-NO <sub>3</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	0,39	2,35	2,16	3,14	1,96	9,02	7,25	10,19
SSd (mL.L <sup>-1</sup> )	<1	820,0	820,0	840,0	820,0	890,0	850,0	<1
ST (mg.L <sup>-1</sup> )	527	8.563	8.046	8.933	8.406	10.237	9.640	-
SS (mg.L <sup>-1</sup> )	132	7.008	6.352	6.758	6.512	7.786	7.728	52
SSV (mg.L <sup>-1</sup> )	129	4.911	4.428	4.670	4.546	5.492	5.392	34
SSF (mg.L <sup>-1</sup> )	3	2.097	1.924	2.078	1.966	2.294	2.336	18
SD. (mg.L <sup>-1</sup> )	395	1555	1694	2175	1894	2451	1912	-
IVL (mL.g <sup>-1</sup> )		117,0	129,1	124,3	125,9	114,3	110,0	
Relação SSV/SS	1,0	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Turbidez (NTU)								16
Cor aparente (uC)								3,1
Coliformes Totais (NMP100mL <sup>-1</sup> )	-							-
<i>Escherichia coli</i> (NMP.100 mL <sup>-1</sup> )	-							-

**AMOSTRAGEM 14**

Data: 25/04/2000

Hora da coleta: 8:30 - 9:00

EB - amostra composta

Muita espuma no TAS

Temperatura ambiente: 22,5°C

Vazão média diária: 225 l/s

Aeradores 4 e 11 parados

Sem chuva nas últimas 24 h

Parâmetros	EB	SB1	SB2	TD1	TD2	T1	T2	TAS
Temperatura da amostra (°C)	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	23	23	23
pH	7,0	6,6	6,5	6,5	6,5	5,7	5,8	5,9
Alcalinidade total (mg.L <sup>-1</sup> CaCO <sub>3</sub> )	141,4	122,2	121,5	121,1	126,3	43,6	45,4	6,8
OD (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	5,4
DQO <sub>t</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	506	-	-	-	-	-	-	56
DQO <sub>s</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	232	55	71	73	69	71	34	42
DBO <sub>t</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	247	-	-	-	-	-	-	4
Cloretos (mg.L <sup>-1</sup> de NaCl)	66,5	124,0	121,5	166,0	158,0	174,0	176,0	157,5
N-NH <sub>4</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	24,40	9,90	9,60	9,50	9,10	5,30	1,60	0,40
N-NO <sub>2</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	0,00	0,04	0,06	0,05	0,03	0,03	0,02	0,00
N-NO <sub>3</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	0,40	2,10	1,30	1,10	0,40	0,20	8,50	7,60
SSd (mL.L <sup>-1</sup> )	4,0	810,0	840,0	850,0	830,0	920,0	930,0	0,0
ST (mg.L <sup>-1</sup> )	574	7.111	7.360	7.272	9.096	8.765	8.807	581
SS (mg.L <sup>-1</sup> )	260	6.484	6.994	7.250	7.898	8.318	8.056	32
SSV (mg.L <sup>-1</sup> )	234	4.810	5.210	5.484	5.664	6.306	5.956	23
SSF (mg.L <sup>-1</sup> )	26	1.674	1.784	1.766	2.234	2.012	1.200	9
SD. (mg.L <sup>-1</sup> )	314	627	366	22	1198	447	751	549
IVL (mL.g <sup>-1</sup> )	-	124,9	120,1	117,2	105,1	110,6	115,4	-
Relação SSV/SS	0,9	0,7	0,7	0,8	0,7	0,8	0,7	0,7
Turbidez (NTU)								21
Cor aparente (uC)								3,9
Coliformes Totais (NMP100mL <sup>-1</sup> )	3,5 x 10 <sup>9</sup>							5,1 x 10 <sup>4</sup>
<i>Escherichia coli</i> (NMP.100 mL <sup>-1</sup> )	6,8 x 10 <sup>8</sup>							4,1 x 10 <sup>3</sup>

AMOSTRAGEM 15  
 Data: 9/05/2000  
 Hora da coleta: 8:30 - 9:00

EB - amostra composta  
 Com espuma no TAS  
 Temperatura ambiente: 19°C  
 Vazão média diária: 211

2 aeradores desligados  
 Sem chuva nas últimas 24 hs

Parâmetros	EB	SB1	SB2	TD1	TD2	T1	T2	TAS
Temperatura da amostra (°C)	19	23	23	23	23	21	21	21
pH	7,2	6,4	6,4	6,4	6,5	5,5	5,7	5,8
Alcalinidade total (mg.L <sup>-1</sup> CaCO <sub>3</sub> )	166,0	96,7	106,4	95,7	119,3	39,5	40,1	4,3
OD (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	6,0
DQO <sub>t</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	571	-	-	-	-	-	-	56
DQO <sub>s</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	267	44	58	44	37	50	46	21
DBO <sub>t</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	221							3
Cloretos (mg.L <sup>-1</sup> de NaCl)	58,5	124,5	117,0	138,0	121,5	169,5	162,5	173,0
N-NH <sub>4</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	24,40	9,00	9,00	8,20	9,40	0,40	0,40	0,00
N-NO <sub>2</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	0,00	0,07	0,08	0,07	0,08	0,00	0,00	0,00
N-NO <sub>3</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	1,70	4,60	4,50	1,70	1,70	9,30	9,30	10,30
SSd (mL.L <sup>-1</sup> )	4,0	550,0	520,0	800,0	500,0	900,0	850,0	0,0
ST (mg.L <sup>-1</sup> )	585	7.051	6.382	7.418	6.318	8.945	7.771	756
SS (mg.L <sup>-1</sup> )	166	6.604	5.862	6.818	5.400	8.000	6.828	80
SSV (mg.L <sup>-1</sup> )	124	4.766	4.166	4.930	3.922	5.708	4.934	64
SSF (mg.L <sup>-1</sup> )	42	1.838	1.696	1.888	1.478	2.292	1.894	16
SD. (mg.L <sup>-1</sup> )	419	447	520	600	918	945	943	676
IVL (mL.g <sup>-1</sup> )		83,3	88,7	117,3	92,6	112,5	124,5	
Relação SSV/SS	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8
Turbidez (NTU)								34
Cor aparente (uC)								6
Coliformes Totais (NMP100mL <sup>-1</sup> )	1,7 x 10 <sup>9</sup>							8,1 x 10 <sup>5</sup>
<i>Escherichia coli</i> (NMP.100 mL <sup>-1</sup> )	3,3 x 10 <sup>8</sup>							5,5 X 10 <sup>4</sup>

AMOSTRAGEM 16

Data: 06/06/2000

Hora da coleta: 8:30 - 9:00

EB - amostra composta

Sem espuma nos T's

Temperatura ambiente: 21°C

Vazão média diária: 204 l/s

Com chuva nas últimas 24 h

Limpeza no TAS

Parâmetros	EB	SB1	SB2	TD1	TD2	T1	T2	TAS
Temperatura da amostra (°C)	22	22	22	22	22	22	22	22
pH	7,1	6,4	6,7	6,6	5,6	5,5	5,5	5,6
Alcalinidade total (mg.L <sup>-1</sup> CaCO <sub>3</sub> )	186,5	110,7	122,1	128,4	40,5	41,1	41,9	7,3
OD (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	5,2
DQO <sub>t</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	486	-	-	-	-	-	-	76
DQO <sub>s</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	97	97	88	99	84	65	66	55
DBO <sub>t</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	-	-	-	-	-	-	-	-
Cloretos (mg.L <sup>-1</sup> de NaCl)	87,5	92,5	90,0	93,5	94,0	135,0	140,0	142,0
N-NH <sub>4</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	26,00	10,00	10,10	10,30	10,30	0,70	1,00	0,40
N-NO <sub>2</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	0,00	0,22	0,27	0,29	0,29	0,03	0,03	0,00
N-NO <sub>3</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	1,20	3,90	3,10	2,20	1,50	10,30	7,60	9,60
SSd (mL.L <sup>-1</sup> )	5,5	910,0	910,0	870,0	880,0	960,0	950,0	0,0
ST (mg.L <sup>-1</sup> )	749	8.071	7.609	7.473	7.238	9.827	9.663	461
SS (mg.L <sup>-1</sup> )	442	7.570	7.210	6.848	6.878	9.002	9.056	40
SSV (mg.L <sup>-1</sup> )	366	-	5.566	5.190	5.222	6.754	6.804	37
SSF (mg.L <sup>-1</sup> )	76	-	1.644	1.658	1.656	2.248	2.252	3
SD. (mg.L <sup>-1</sup> )	307	501	399	625	360	825	607	421
IVL (mL.g <sup>-1</sup> )	-	120,2	126,2	127,0	127,9	106,6	104,9	-
Relação SSV/SS	0,8	-	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9
Turbidez (NTU)	-	-	-	-	-	-	-	-
Cor aparente (uC)	-	-	-	-	-	-	-	-
Coliformes Totais (NMP100mL <sup>-1</sup> )	4,6 x 10 <sup>9</sup>	-	-	-	-	-	-	8,4 x 10 <sup>4</sup>
<i>Escherichia coli</i> (NMP.100 mL <sup>-1</sup> )	3,8 x 10 <sup>8</sup>	-	-	-	-	-	-	4,1 x 10 <sup>4</sup>

**AMOSTRAGEM 17**

Data: 20/06/2000

Hora da coleta: 8:30 - 9:00

EB - amostra composta

Sem descarte de lodo

Temperatura ambiente: 17°C

Vazão média diária: 275 l/s

Com chuva nas últimas 24 hs

Parâmetros	EB	SB1	SB2	TD1	TD2	T1	T2	TAS
Temperatura da amostra (°C)	20	20,5	20,5	20,5	20,5	21	21	21
pH	7,2	6,5	6,5	6,4	6,5	5,5	5,4	5,6
Alcalinidade total (mg.L <sup>-1</sup> CaCO <sub>3</sub> )	171,3	131,6	131,1	126,6	128,0	35,9	34,6	5,1
OD (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	5,6
DQO <sub>t</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	379	-	-	-	-	-	-	55
DQO <sub>s</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	186	43	51	77	78	41	38	23
DBO <sub>t</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	-	-	-	-	-	-	-	3,0
Cloretos (mg.L <sup>-1</sup> de NaCl)	97,0	139,0	141,0	112,5	115,0	105,0	126,0	115,0
N-NH <sub>4</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	23,1	10,7	10,9	10,0	10,1	2,5	2,8	2,0
N-NO <sub>2</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	0,00	0,13	0,14	0,09	0,04	0,07	0,02	0,04
N-NO <sub>3</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	0,7	0,8	0,8	0,2	0,3	8,6	8,6	10,3
SSd (mL.L <sup>-1</sup> )	4,5	930,0	900,0	930,0	910,0	950,0	960,0	0,0
ST (mg.L <sup>-1</sup> )	638	7.864	7.515	8.012	8.438	9.159	9.341	472
SS (mg.L <sup>-1</sup> )	244	7.340	7.084	7.676	8.352	8.998	9.282	80
SSV (mg.L <sup>-1</sup> )	210	5.540	5.418	5.846	6.318	6.876	7.034	76
SSF (mg.L <sup>-1</sup> )	34	1.800	1.666	1.830	2.034	2.122	2.248	4
SD. (mg.L <sup>-1</sup> )	394	524	431	336	86	161	59	392
IVL (mL.g <sup>-1</sup> )		126,7	127,0	121,2	109,0	105,6	103,4	
Relação SSV/SS	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,0
Turbidez (NTU)								
Cor aparente (uC)								
Coliformes Totais (NMP100mL <sup>-1</sup> )								
<i>Escherichia coli</i> (NMP.100 mL <sup>-1</sup> )								

**AMOSTRAGEM 18**

Data: 04/07/2000

Hora da coleta: 8:30 - 9:00

EB - amostra composta  
Com espuma no T1 e T2  
Temperatura ambiente: 18°C  
Vazão média diária: 163 l/s

Queda de energia durante a manhã  
Aerador 12 parado

Parâmetros	EB	SB1	SB2	TD1	TD2	T1	T2	TAS
Temperatura da amostra (°C)	—	17	20	19	19	19	19	19
pH	7,2	6,8	6,7	6,7	6,6	5,6	5,7	6,1
Alcalinidade total (mg.L <sup>-1</sup> CaCO <sub>3</sub> )	172,9	140,2	135,9	138,9	124,4	42,0	49,6	5,4
OD (mg/L)	—	—	—	—	—	—	—	6,0
DQO <sub>t</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	570	—	—	—	—	—	—	69
DQO <sub>s</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	97	88	56	56	79	83	60	42
DBO <sub>t</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	—	—	—	—	—	—	—	6,0
Cloretos (mg.L <sup>-1</sup> de NaCl)	88,0	71,5	73,0	77,7	74,5	74,0	73,0	75,0
N-NH <sub>4</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	31,90	12,80	12,80	12,20	11,40	1,20	1,30	0,80
N-NO <sub>2</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	0,00	0,17	0,20	0,17	0,20	0,05	0,05	0,03
N-NO <sub>3</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	1,50	2,40	1,70	1,00	1,70	6,50	6,70	3,10
SSd (mL.L <sup>-1</sup> )	2,0	900,0	920,0	900,0	930,0	970,0	970,0	0,0
ST (mg.L <sup>-1</sup> )	649	7.653	8.096	6.994	8.574	10.382	10.736	337
SS (mg.L <sup>-1</sup> )	142	6.706	6.962	6.792	7.372	8.856	9.152	13
SSV (mg.L <sup>-1</sup> )	112	5.044	5.310	5.026	5.456	6.564	6.824	—
SSF (mg.L <sup>-1</sup> )	30	1662	1652	1766	1916	2292	2328	—
SD. (mg.L <sup>-1</sup> )	507	947	1134	202	1202	1526	1584	324
IVL (mL.g <sup>-1</sup> )	—	134,2	132,1	132,5	126,2	109,5	106,0	—
Relação SSV/SS	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	—
Turbidez (NTU)	—	—	—	—	—	—	—	—
Cor aparente (uC)	—	—	—	—	—	—	—	—
Coliformes Totais (NMP100mL <sup>-1</sup> )	1,7 x 10 <sup>10</sup>	—	—	—	—	—	—	1,0 x 10 <sup>6</sup>
<i>Escherichia coli</i> (NMP.100 mL <sup>-1</sup> )	3,6 x 10 <sup>9</sup>	—	—	—	—	—	—	8,4 x 10 <sup>3</sup>

**AMOSTRAGEM 19**

Data: 18/07/00

Hora da coleta: 8:30 - 9:00

EB - amostra composta

Muita espuma no TAS

Temperatura ambiente: 11°C

Vazão média diária: 205 l/s

Tanques de aeração com espuma

Sem chuva nas últimas 24 hs

Parâmetros	EB	SB1	SB2	TD1	TD2	T1	T2	TAS
Temperatura da amostra (°C)	—	16	16	16	16	16	16	15
pH	7,2	6,3	6,4	6,4	6,3	5,6	5,2	6,1
Alcalinidade total (mg.L <sup>-1</sup> CaCO <sub>3</sub> )	168,8	98,8	95,1	103,5	96,8	44,1	31,0	9,2
OD (mg/L)	—	—	—	—	—	—	—	6,2
DQO <sub>t</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	561	—	—	—	—	—	—	102
DQO <sub>s</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	109	91	83	84	89	74	73	51
DBO <sub>t</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	237	—	—	—	—	—	—	3
Cloretos (mg.L <sup>-1</sup> de NaCl)	3100,0	2750,0	2975,0	2500,0	2825,0	2375,0	2500,0	2250,0
N-NH <sub>4</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	27,70	9,50	10,30	11,50	10,40	4,30	1,40	5,70
N-NO <sub>2</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	0,00	0,09	0,16	0,20	0,16	0,07	0,09	0,05
N-NO <sub>3</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	0,86	0,69	2,41	1,89	3,27	1,72	4,13	1,72
SSd (mL.L <sup>-1</sup> )	2,0	930,0	950,0	940,0	950,0	970,0	970,0	0,0
ST (mg.L <sup>-1</sup> )	5815	11.800	12.188	12.090	12.812	12.109	12.538	2.636
SS (mg.L <sup>-1</sup> )	1104	8.722	9.658	7.752	8.496	9.552	9.774	185
SSV (mg.L <sup>-1</sup> )	1030	7.172	7.844	5.824	6.412	7.124	8.642	167
SSF (mg.L <sup>-1</sup> )	74	775	907	1.928	2.084	2.428	1.132	18
SD. (mg.L <sup>-1</sup> )	4711	3078	2530	4338	4316	2557	2764	2451
IVL (mL.g <sup>-1</sup> )	—	106,6	98,4	121,3	111,8	101,5	99,2	—
Relação SSV/SS	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,9	0,9
Turbidez (NTU)	—	—	—	—	—	—	—	—
Cor aparente (uC)	—	—	—	—	—	—	—	—
Coliformes Totais (NMP100mL <sup>-1</sup> )	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Escherichia coli</i> (NMP.100 mL <sup>-1</sup> )	—	—	—	—	—	—	—	—

**AMOSTRAGEM 20**

Data: 08/08/2000

Hora da coleta: 8:30 - 9:00

EB - amostra composta

Muita espuma nos T's e no TAS

Temperatura ambiente: 17°C

Vazão média diária: 204 l/s

Sem chuva nas últimas 24 h

Parâmetros	EB	SB1	SB2	TD1	TD2	T1	T2	TAS
Temperatura da amostra (°C)	19	19	19	19	19	19	19	17
pH	7,1	6,3	6,3	6,4	6,3	5,4	5,5	5,7
Alcalinidade total (mg.L <sup>-1</sup> CaCO <sub>3</sub> )	170,9	101,7	96,1	119,7	106,1	33,6	37,5	5,4
OD (mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	4,1
DQO <sub>t</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	748	-	-	-	-	-	-	82
DQO <sub>s</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	282	54	67	88	73	70	61	50
DBO <sub>t</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	321							2
Cloretos (mg.L <sup>-1</sup> de NaCl)	71,5	48,5	57,5	50,0	59,0	59,5	57,5	52,5
N-NH <sub>4</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	32,40	12,30	11,50	12,80	11,80	1,90	1,30	0,90
N-NO <sub>2</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	0,00	0,18	0,14	0,20	0,16	0,05	0,05	0,04
N-NO <sub>3</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	1,03	3,61	2,06	0,52	0,86	3,92	5,85	7,74
SSd (mL.L <sup>-1</sup> )	5,0	970,0	970,0	970,0	980,0	980,0	980,0	0,0
ST (mg.L <sup>-1</sup> )	734	8.975	9.230	9.371	9.801	10.228	10.453	330
SS (mg.L <sup>-1</sup> )	194	8.528	8.813	8.603	9.557	9.639	10.253	-
SSV (mg.L <sup>-1</sup> )	134	6.580	6.789	6.642	7.333	7.428	7.904	-
SSF (mg.L <sup>-1</sup> )	60	1.948	2.024	1.961	2.224	2.211	2.349	-
SD. (mg.L <sup>-1</sup> )	540	447	417	768	244	589	200	
IVL (mL.g <sup>-1</sup> )	-	113,7	110,1	112,8	102,5	101,7	95,6	
Relação SSV/SS	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	-
Turbidez (NTU)								19
Cor aparente (uC)								3,5
Coliformes Totais (NMP100mL <sup>-1</sup> )	1,2 x 10 <sup>10</sup>							4,3 x 10 <sup>4</sup>
<i>Escherichia coli</i> (NMP.100 mL <sup>-1</sup> )	4,8 x 10 <sup>9</sup>							4,1 x 10 <sup>3</sup>

**ANEXO 3 – Protocolo das análises microscópicas implantadas na ETE Insular.**

***ANÁLISE MICROSCÓPICA QUALITATIVA PARA LODOS ATIVADOS***

Sistema: \_\_\_\_\_ Local: \_\_\_\_\_

Nº. da amostra: \_\_\_\_\_ Data da coleta: \_\_\_\_\_ Data da observação: \_\_\_\_\_

**1. Abundância de filamentos**

- Ausência – 0                       Poucos – 1                       Comum – 2  
 Muitos – 3                       Excessivo - 4

**2. Efeito dos filamentos na estrutura do floco**

- Nenhuma ou pouca       Atravessando       Floco aberto

**3. Morfologia dos flocos**

- Arredondados                       Irregulares

**4. Resistência dos flocos**

- Firme                       Fracos

**5. Dimensões**

- Pequenos (menores que 150µm)                       Médios (de 150 a 500µm)  
 Grandes (maiores que 500µm)

**6. Verificação qualitativa da microfauna**

Organismos presentes: \_\_\_\_\_

Dominância: \_\_\_\_\_

Presença de organismos mortos:  Sim                       Não

Observações: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**LAUDO TÉCNICO COM BASE NAS ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS  
QUALITATIVA E QUANTITATIVA:**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Responsável técnico:

Data: